

UNIVERSITE SORBONNE NOUVELLE - PARIS 3

École Doctorale 268 « Langage et Langues : Description,
théorisation, transmission »
UFR de Linguistique et Phonétique Générales et Appliquées (ILPGA)

Thèse de doctorat en Phonétique
pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3

Nikola MAUROVÁ PAILLERAU

**PERCEPTION ET PRODUCTION DES
VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS PAR DES
FUTURES ENSEIGNANTES TCHEQUES DE
FRANÇAIS LANGUE ETRANGERE (FLE)**

Thèse dirigée par
Madame Jacqueline Vaissière

Soutenue le 12 janvier 2015

Jury :

Mme Martine ADDA-DECKER, directeur de recherches
M. Jean-Yves DOMMERGUES, professeur émérite (rapporteur)
M. Tomáš DUBĚDA, professeur adjoint
M. Pierre HALLÉ, directeur de recherches
M. Rudolph SOCK, professeur
Mme Jacqueline VAISSIÈRE, professeur (directeur de thèse)
M. François WIOLAND, professeur émérite (rapporteur)

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE DU CHAPITRE 6	15
QUESTIONNAIRES : FUTURES ENSEIGNANTES DE FLE.....	15
CORPUS	34
<i>Français – voyelles orales isolées</i>	34
<i>Français – voyelles orales en contextes p, t, k, R</i>	35
<i>Tchèque – voyelles monophthongues isolées</i>	36
<i>Tchèque – voyelles monophthongues en contextes p, t, k, h</i>	36
LOGICIEL VISUVO	37
TEST D'IDENTIFICATION DES VOYELLES DU FRANÇAIS AVANT ET APRES SUPPRESSION DES FORMANTS SUPERIEURS ...	38
ANNEXE DU CHAPITRE 8	43
VALEURS EXTREMES DES VOYELLES ISOLEES.....	43
<i>Valeurs formantiques minimales et maximales des voyelles orales isolées du français</i>	43
<i>Valeurs formantiques minimales et maximales des voyelles monophthongue isolées du tchèque</i>	43
SIMILARITE ENTRE LES VOYELLES ISOLEES DU FRANÇAIS ET DU TCHEQUE : TEST-T	44
TEST D'IDENTIFICATION DE VOYELLES ISOLEES DU TCHEQUE ABREGES A 150 MS.....	44
SIMILARITE ACOUSTIQUE DES VOYELLES ISOLEES, EXPRIMEE EN TERMES D'ECARTS TYPES	48
<i>Voyelles isolées similaires (similarité ++)</i>	48
<i>Voyelles isolées similaires (similarité +)</i>	49
<i>Voyelles isolées nouvelles (similarité 0)</i>	50
ANNEXE DU CHAPITRE 9	51
PREDICTIONS A PARTIR D'UN MODELE ARTICULATOIRE (MODELE MAEDA)	51
<i>Labialisation</i>	51
<i>Palatalisation</i>	54
<i>Vélarisation</i>	57
FORMANTS MOYENS, ET DES VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, R (TOUTES SYLLABES CONFONDUES)	60
<i>Valeurs moyennes des formants</i>	60
<i>Ecarts types des moyennes formantiques</i>	61
F2 DES VOYELLES EN CONTEXTE DANS LES ETUDES DE STEVENS AND HOUSE (1963) ET DE HILLENBRAND <i>ET AL.</i> (2001)	61
EFFET GLOBAL DES FACTEURS VOYELLE ET CONTEXTE SUR LES FORMANTS VOCALIQUES EN FRANÇAIS : TEST A POSTERIORI DE FISHER	62
<i>F1</i>	62
<i>F2</i>	63
<i>F3</i>	64
CARACTERE FOCAL DES VOYELLES DU FRANÇAIS : COMPARAISON AVEC LES DONNEES DE GENDROT AND ADDA-DECKER (2005)	65
FORMANTS MOYENS, ET DES VOYELLES MONOPHTONGUES DU TCHEQUE PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, H (TOUTES SYLLABES CONFONDUES).....	65
<i>Valeurs moyennes des formants</i>	65
<i>Ecarts types des valeurs moyennes des formants</i>	66
EFFET GLOBAL DES FACTEURS VOYELLE ET CONTEXTE SUR LES FORMANTS VOCALIQUES EN TCHEQUE : TEST A POSTERIORI DE FISHER	66
<i>F1</i>	66
<i>F2</i>	67
<i>F3</i>	68
ANNEXE DU CHAPITRE 10	69
EFFET COMBINE DES FACTEURS VOYELLE*SYLLABE SUR LE F1 DES VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS : TEST A POSTERIORI DE FISHER	69
EFFET COMBINE DES FACTEURS VOYELLE*SYLLABE SUR LA DUREE DES VOYELLES MONOPHTONGUES DU TCHEQUE : TEST A POSTERIORI DE FISHER	69
EFFET GLOBAL DES FACTEURS VOYELLE ET SYLLABE SUR LES FORMANTS VOCALIQUES EN TCHEQUE : TEST A POSTERIORI DE FISHER	70
<i>F1</i>	70
<i>F2</i>	70

<i>F3</i>	71
CARACTERE FOCAL DES VOYELLES DU TCHEQUE : COMPARAISON AVEC LES DONNEES DE SKARNITZL AND VOLIN (2012)	71
SIMILARITE ENTRE LES VOYELLES DU FRANÇAIS ET DU TCHEQUE EN CONTEXTES P, T, K : TEST-T	72
SIMILARITE ACOUSTIQUE DES VOYELLES EN CONTEXTE, EXPRIMEE EN TERMES D'ECARTS TYPES	74
<i>Contexte labial</i>	74
<i>Contexte dental</i>	76
<i>Contexte palato-vélaire</i>	78
ANNEXE DU CHAPITRE 11	81
TESTS D'IDENTIFICATION DES VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS EN CONTEXTE PAR UN NATIF	81
<i>Contexte labial</i>	81
<i>Contexte dental</i>	81
<i>Contexte palato-vélaire</i>	82
ANNEXES DU CHAPITRE 12	83
FORMANTS MOYENS ET ECARTS TYPES DES VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, R (SYLLABE FINALE, 4 REPETITIONS) PAR 10 FUTURES ENSEIGNANTES DE FLE DE LM TCHEQUE.....	83
FORMANTS MOYENS ET ECARTS TYPES DES VOYELLES ORALES DU FRANÇAIS PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, R (SYLLABE FINALE) PAR 10 FRANÇAISES NATIVES	84
ANNEXE DU CHAPITRE 13	85
TESTS DE PERCEPTION.....	85
<i>Identification de mots prononcés comme en français standard</i>	85
<i>Identification de mots dans des paires minimales</i>	85
<i>Identification de phrases avec sens inattendu</i>	86
ANNEXE DU CHAPITRE 14	87
FORMANTS MOYENS, ET DES VOYELLES MOYENNES DU FRANÇAIS PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, R (SYLLABE FINALE, 10 REPETITIONS) PAR LES 10 FUTURES ENSEIGNANTES DE FLE	87
FORMANTS MOYENS, ET DES VOYELLES MOYENNES DU FRANÇAIS PRODUITES EN CONTEXTES P, T, K, R (SYLLABE FINALE, 10 REPETITIONS) PAR LES 10 FUTURES ENSEIGNANTES DE FLE INDIVIDUELLEMENT	88
CIBLES DES VOYELLES MOYENNES	98
<i>Triangles acoustiques des voyelles isolées produites par les futures enseignantes individuellement</i>	98
<i>[ɛ] isolé des locutrices T1, T7 et T8</i>	109
<i>[e] isolé des locutrices T4, T7, T1</i>	112
<i>[o] isolé des locutrices T3, T4, T7, T1 et T6</i>	116
<i>[œ] isolé des locutrices T6 et T1</i>	124
<i>[ɔ] isolé des locutrices T10 et T5</i>	127
CONTRASTES ENTRE LES VOYELLES MOYENNES EN ISOLATION ET EN CONTEXTE.....	129
<i>Graphes montrant l'évolution des formants des voyelles moyennes suivant le contexte produites par les futures enseignantes individuellement</i>	129
<i>Contraste e/ɛ: locutrices T9, T10</i>	144
<i>Contraste ø/œ : locutrice T8</i>	148
<i>Contraste o/ɔ : locutrices T10, T1, T2</i>	149

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Formule pour calculer l'écart type	37
Figure 2 : Calcul de l'écart type dans la partie Serveur du logiciel VisuVo.....	37
Figure 3 : Formule pour la conversion de type Bark (Zwicker and Fastl, 1990).....	38
Figure 4 : Transformation des valeurs brutes (Hz) en Bark dans la partie Serveur du logiciel VisuVo	38
Figure 5 : Formule pour la conversion de type ERB-rate de Moore et Glasberg (1983).....	38
Figure 6 : Transformation des valeurs brutes (Hz) en ERB dans la partie Serveur du logiciel VisuVo	38
Figure 7 : Spectrogramme des voyelles orales isolées [i, e, ε, a, ɔ, o, u, œ, ø, y] prononcée par une Française native avant modification (1) et après suppression (2) de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]. Pour la voyelle [a], notons qu'il s'agit ici du timbre [a] avec une réalisation pharyngale (comme c'est souvent le cas lorsque les Français prononcent cette voyelle en isolation)	39
Figure 8 : Interface graphique du test d'identification des 10 voyelles isolées du français après suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]	40
Figure 9 : Score d'identification (proportion x note d'évaluation : 1-5) des 10 voyelles orales du français prononcées par quatre Françaises natives (avant – en bleu- et après – en rouge - suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ].) 20 réponses par voyelle (5 auditeurs français natifs x 4 séries).....	42
Figure 10 : Le spectrogramme de 150 ms de la partie centrale des voyelles monophthongues du tchèque prononcées en isolation par une Tchèque native	45
Figure 11 : Interface graphique du test d'identification des 10 voyelles isolées du tchèque, raccourcies à 150 ms.....	46
Figure 12 : Score d'identification (proportion*note allant de 1 à 5, en ordonnée) des voyelles monophthongues du tchèque (en abscisse), toutes de durée égale de 150 ms (produites par 5 Tchèques natives différentes*2 répétitions=10 répétitions au total). 50 réponses par stimulus (10 répétitions*5 auditeurs).....	47
Figure 13 : Triangle vocalique des voyelles orales isolées du français (en pointillé) et du tchèque (en trait plein) sur le plan F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas). Les ellipses de dispersion sont tracées à 1,5 écart type de la moyenne calculée à partir de productions de 10 Françaises/ 20 Tchèques*4 répétitions*3valeurs par voyelle.....	48
Figure 14 : Triangle vocalique des voyelles orales isolées du français (en pointillé) et du tchèque (en trait plein) sur le plan F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas). Les ellipses de dispersion sont tracées à 2 écarts types de la moyenne calculée à partir de productions de 10 Françaises/ 20 Tchèques*4 répétitions*3valeurs par voyelle.....	50
Figure 15 : Simulation de la labialisation de [i] par manipulation du paramètre LA (Lip Area = aire aux lèvres)par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 5 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas. On remarque le changement d'affiliation de cavités dans le passage du i3 à i4	52
Figure 16 : Simulation de la labialisation de [a] par manipulation du paramètre LA (Lip Area = aire aux lèvres) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 4 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas	53
Figure 17 : Simulation de la palatalisation de [u] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas	55
Figure 18 : Simulation de la palatalisation de [a] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits	

vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas	56
Figure 19 : Simulation de la vélarisation de [i] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas. Il est à noter que la cavité antérieure agit essentiellement sur le F3 des 2 premiers sons, et essentiellement sur le F2 des autres sons	58
Figure 20 : Simulation de la vélarisation de [y] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas	59
Figure 21 : Triangle F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles orales du français (trait pointillé) et du tchèque (trait plein) prononcées par 10 Françaises natives et 20 Tchèques natives dans un logatome CVCVCVC où C = p, répétées 4 fois. Les moyennes sont calculées à partir de valeurs prises au début, milieu et fin vocalique et transformées en Bark. Les ellipses de dispersion sont tracées à 1 écart type de la moyenne	75
Figure 22 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte pVp : [e-i], [a-a:], [ε-ε:], [o-o], [i-i:], [u-u:], [ɔ-a], [œ-ε]	76
Figure 23 : Triangle F1/F2 (en haut) et F2/F3 en bas des voyelles orales du français (trait pointillé) et du tchèque (trait plein) prononcées par 10 Françaises natives et 20 Tchèques natives dans un logatome CVCVCVC où C = t, répétées 4 fois. Les moyennes sont calculées à partir de valeurs prises au début, milieu et fin vocalique et converties en Bark. Les ellipses de dispersion sont tracées à 1 écart type de la moyenne	77
Figure 24 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte tVt : [e-i], [ε, ε:], [œ-ε], [o-o], [i-i:], [a-ε:], [u-u]	78
Figure 25 : Triangle F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles orales du français (trait pointillé) et du tchèque (trait plein) prononcées par 10 Françaises natives et 20 Tchèques natives dans un logatome CVCVCVC où C = k, répétées 4 fois. Les moyennes sont calculées à partir de valeurs prises au début, milieu et fin vocalique et transformées en Bark. Les ellipses de dispersion sont tracées à 1 écart type de la moyenne	79
Figure 26 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte kVk : [ε-ε:], [o-o], [e-i], [i-i:], [u-u:], [a-ε:]	80
Figure 27 : T1 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark	99
Figure 28 : T2 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark	100
Figure 29 : T3 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark	101
Figure 30 : T4 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark	102
Figure 31 : T5 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark	103

Figure 32 : T6 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark.....	104
Figure 33 : T7 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark.....	105
Figure 34 : T8 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark.....	106
Figure 35 : T9 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark.....	107
Figure 36 : T10 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark.....	108
Figure 37 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T1	109
Figure 38 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7	110
Figure 39 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T8	111
Figure 40 : Spectrogramme du [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T4	112
Figure 41 : Spectrogramme du [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7	113
Figure 42 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T7 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	114
Figure 43 : Spectrogramme de dix répétitions de [e] isolé produit par la locutrice tchèque 1 qui ont été majoritairement interprétés par les natifs en terme de /e/.....	115
Figure 44 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	116
Figure 45 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T3.	117
Figure 46 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T3 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	118
Figure 47 : Spectrogramme de dix répétitions du [o] isolé produit par la locutrice tchèque T4	118
Figure 48 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T4 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	119
Figure 49 : Spectrogramme de dix répétitions du [o] isolé produit par la locutrice tchèque T7	120
Figure 50 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T4 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	121
Figure 51 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T1.	121
Figure 52 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	122
Figure 53 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T6.	123
Figure 54 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T6 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un.....	124
Figure 55 : Spectrogramme de dix répétitions de [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T6	125
Figure 56 : Spectrogramme de dix répétitions du [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T1	126
Figure 57 : Spectrogramme de dix répétitions de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T10	127

Figure 58 : Spectrogramme de dix répétitions de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T5	128
Figure 59 : T1 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	130
Figure 60 : T2 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	132
Figure 61 : T3 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	133
Figure 62 : T4 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	135
Figure 63 : T5 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	136
Figure 64 : T6 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	138
Figure 65 : T7 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	139
Figure 66 : T8 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	141
Figure 67 : T9 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	142
Figure 68 : T10 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1 ^e image), o/ɔ (2 ^e image), ø/œ (3 ^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un.....	144
Figure 69 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T9 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1	145
Figure 70 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T9 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1	145
Figure 71 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice 9 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1	146
Figure 72 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1 et F2.....	147

Figure 73 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1.....	147
Figure 74 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale RVR (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1.....	148
Figure 75 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T8 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que ø et œ sont pour la plupart séparés sur le plan F1 et F2	149
Figure 76 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que [o] et [ɔ] sont pour la plupart séparés sur le plan F2	150
Figure 77 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que o et ɔ sont pour la plupart séparés sur le plan F1.....	151
Figure 78 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T2 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que o et ɔ sont pour la plupart séparés sur le plan F1.....	151

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Construction et passation du test d'identification des 10 voyelles isolées du français après suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ].....	40
Tableau 2 : Matrice de confusion indiquant le pourcentage de l'identification par 5 Français natifs des dix voyelles orales du français sans et après suppression (en italique) de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]et la note de qualité globale (échelle de 1 = très mal prononcée à 5 = très bien prononcée)	41
Tableau 3 : Voyelles orales du français avec des valeurs minimales et maximales des formants F1, F2 et F3 (écarts types entre parenthèses), calculées à partir de productions de 10 Françaises, 4 répétitions (valeurs moyennes) et pour la locutrice F2	43
Tableau 4 : Voyelles orales du tchèque avec des valeurs minimales et maximales des formants F1, F2 et F3 (avec l'écart type entre parenthèses), calculées à partir de productions de 20 Tchèques, 4 répétitions (valeurs moyennes) et pour la locutrice T5	43
Tableau 5 : Résultat du test-t bilatéral (p - colonne 4) de comparaison des voyelles du français (colonne 2) et celles du tchèque (colonne 3).....	44
Tableau 6 : Informations sur la construction et passation du test d'identification des 10 voyelles isolées du tchèque, raccourcies à 150 ms	45
Tableau 7 : Matrice de confusion indiquant le pourcentage de l'identification par 5 Tchèques natifs des dix voyelles monophthongues du tchèque (toutes de durée égale de 150 ms, produites par 5 Tchèques natives différentes*2 répétitions=10 répétitions au total) et la note de qualité globale (échelle de 1 = très mal prononcée à 5 = très bien prononcée). 50 réponses par stimulus (10 répétitions*5 auditeurs)	46
Tableau 8 : Paramètres articulatoires JW (jaw = mâchoire), TP (tongue position = position de la langue), TS (tongue shape = forme de la langue), TA (tongue apex = position de l'apex), LA (Lip Area = aire aux lèvres), LP (lip protrusion = protrusion des lèvres) des voyelles françaises [i, y, u, a] utilisés dans VTCalcs (Maeda, 1982).....	51
Tableau 9 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique).....	60
Tableau 10 : Ecarts types des valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique).....	61
Tableau 11 : Les mouvements de F2 des voyelles antérieures et postérieures de l'anglais, insérées en contextes labial, alvéolaire et vélaire, estimés par rapport aux formants des voyelles isolées. ↑ signifie une augmentation de la valeur et ↓ indique sa baisse. Le nombre de flèches indique l'ampleur des mouvements formantiques (1 flèche par tranche de 100 Hz). Une flèche entre parenthèse correspond à une variation entre 50-100 Hz. Tableau comparant les résultats de (Stevens and House, 1963) et (Hillenbrand <i>et al.</i> , 2001). Les résultats différents entre les deux études sont en rouge	61
Tableau 12 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (français).....	63
Tableau 13 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (français).....	64
Tableau 14 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (français).....	64
Tableau 15 : Distance acoustique (en Hertz) F2-F1 pour les voyelles postérieures [u, o, ɔ] et [a] et F3-F2 pour la voyelle [y] selon (Gendrot and Adda-Decker, 2005)	65
Tableau 16 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles monophthongues du tchèque produites en contextes p, t, k, h, calculées à partir de 4 répétitions* 20 Tchèques natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique).....	66

Tableau 17 : Ecart types des valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles monophthongues du tchèque produites en contextes p, t, k, h, calculées à partir de 4 répétitions* 20 Tchèques natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique).....	66
Tableau 18 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (tchèque).....	67
Tableau 19 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (tchèque).....	68
Tableau 20 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (tchèque).....	68
Tableau 21 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (français).....	69
Tableau 22 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour la durée (tchèque).....	70
Tableau 23 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (tchèque).....	70
Tableau 24 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (tchèque).....	71
Tableau 25 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (tchèque).....	71
Tableau 26 : Distance acoustique F2-F1 des voyelles tchèques [u, u:, o, o:, a, a:], calculée à partir de nos données (tout contexte consonantique confondu) et des données de (Skarnitzl and Volin, 2012). Le résultat différent est marqué en rouge.....	71
Tableau 27 : Résultat du test-t bilatéral (p – colonne 4) de comparaison des formants moyens F1, F2 (F3) des voyelles du français (FR, colonne 2) et celles du tchèque (TCH, colonne 3) en contexte [p, t, k] (précisé dans la colonne 1). Ecart-type est entre parenthèses. Les valeurs du $p > 0,05$ sont en gris clair.....	74
Tableau 28 : Similarité acoustique entre les voyelles du français (fr) et du tchèque (tch) prononcées en contexte pVp, exprimée en termes d'écart types. -/= 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 – 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 – 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0.....	74
Tableau 29 : Similarité acoustique entre les voyelles du français et du tchèque prononcées en contexte tVt, exprimée en termes d'écart type. -/= 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 – 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 – 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0.....	76
Tableau 30 : Similarité acoustique entre les voyelles du français et du tchèque prononcées en contexte kVk, exprimée en termes d'écart type. -/= 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 – 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 – 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0.....	78
Tableau 31 : Identification des voyelles du français en contexte pVp par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion <i>et al.</i> , 2000) ...	81
Tableau 32 : Identification des voyelles du français en contexte tVt par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion <i>et al.</i> , 2000) ...	82
Tableau 33 : Identification des voyelles du français en contexte kVk par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion <i>et al.</i> , 2000) ...	82
Tableau 34 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 et écart types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 futures enseignantes de FLE* position finale (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique). 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ.....	83
Tableau 35 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 et écart types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* position initiale/ médiane/ finale (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique). 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ.....	84

Tableau 36 : Identification de mots prononcés comme en français standard par les auditeurs 1 à 5	85
Tableau 37 : Paires minimales proposées dans le test d'identification des mots contenant une voyelle moyenne. Entre parenthèses sont notés les auditeurs (de 1 à 5) n'ayant pas « correctement » identifié le mot entendu.....	85
Tableau 38 : Identification de phrases avec sens inattendu par les auditeurs 1 à 5. La colonne Total renseigne sur le nombre d'auditeurs ayant identifié l'inversion du timbre, et donc un sens inattendu (engendré par la qualité ouverte – en gras, et la qualité fermée – en italique)	86
Tableau 39 : Formants moyens et écarts types des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 en syllabe finale pVp, tVt, kVk et RVR. Observons les moyennes pour les voyelles moyennes qui ont été calculées à partir de 10 locutrices* 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale. 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ.....	87
Tableau 40 : Formants moyens et écarts types des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 individuellement en syllabe finale pVp, tVt, kVk et RVR. Observons les moyennes pour les voyelles moyennes qui ont été calculées à partir de 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale. 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ	98
Tableau 41 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de /ε/ isolé produit par la locutrice tchèque 1 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.....	109
Tableau 42 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de [ε] isolé produit par la locutrice tchèque T7 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.....	110
Tableau 43 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de [ε] isolé produit par la locutrice tchèque T7 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.....	111
Tableau 44 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque 4. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras. Les stimuli systématiquement identifiés comme /e/ sont grisés	112
Tableau 45 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.....	113
Tableau 46 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produits par la locutrice tchèque T1. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras. Le stimulus systématiquement identifié comme /e/ est grisé.....	115
Tableau 47 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T3 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras	117
Tableau 48 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T4 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras	119
Tableau 49 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T7 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras	120
Tableau 50 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T1 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras	122
Tableau 51 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque 6 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras	123

- Tableau 52 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs du [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T6 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras..... 125
- Tableau 53 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [œ] isolé produit par la locutrice tchèque 1 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras..... 126
- Tableau 54 : Valeurs de F1 et F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T10 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras..... 127
- Tableau 55 : Valeurs de F1 et F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T5 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras..... 128

Annexe du chapitre 6

Questionnaires : futures enseignantes de FLE

T1

Questionnaire

Date :

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) _____
2. Quel diplôme préparez-vous ? _____
- 2bis. Votre dernier diplôme ? Mgr - Master
3. Quelle est votre langue maternelle ? tchèque
 Celle de votre père ? tchèque
 Celle de votre mère ? tchèque
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? l'ouest de Bohême - Pilsen
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? -//
 Dans quelle région avez-vous grandi ? -//
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e)
 autre stage en France
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 11 ans
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? français, anglais
 A quelle période de votre vie ? à partir de l'âge de 20 ans (université)
9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
<u>Republique tchèque</u>	<u>l'ouest de Bohême</u>	_____
<u>France</u>	<u>Ile de France</u>	<u>5 mois</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais
 autre _____

A

T1

Questionnaire

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre
 Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? _____

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
anglais	_____	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
espagnol	_____	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
_____	_____	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
_____	_____	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).
 lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art)
 autre _____

2

T2

Questionnaire aux apprenants

Date 27.10.2010

Initiales: DL

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) Mgn. (Master 2)
2. Quel diplôme préparez-vous ? —
- 2bis. Votre dernier diplôme ? Mgn. (Master 2) Théorie de philosophie et communication
3. Quelle est votre langue maternelle ? czech tchèque
 Celle de votre père ? tchèque
 Celle de votre mère ? tchèque
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ?
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ?
 Dans quelle région avez-vous grandi ?
Republique / Tchèque (Plzeň)
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle lycée université cours privés école de langue seul(e) collège autre _____
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 15
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? _____
 A quelle période de votre vie ? _____
10. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
<u>Republique tchèque</u>	<u>Plzeň</u>	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
11. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais autre _____
12. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre _____
 Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? _____

1

T2

Questionnaire aux apprenants

13. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé. 1 2 3 4 5

14. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :
 Langue Nombre d'années d'étude Estimation de vos compétences
 Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé
 Parlé Prononciation Compris Ecrit Lu

Anglais	18	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Français	18 10	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Espagnol	2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Allemand	18 2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

15. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

- lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française
 prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français
 s'initier à la culture française (mode, cuisine, art) autre _____

Russe	1	1	1	1	1	1
Latin	3	1	1	1	1 1	3 3

2

T3

Questionnaire aux apprenants

Date 19.7.2011

Initiales: EK

1. Age : 26
2. Cochez. Êtes-vous Homme Femme ?
3. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) UNIVERSITAIRE
4. Quel diplôme préparez-vous ? -
- 4bis. Votre dernier diplôme ? MAÎTRISE
5. Quelle est votre langue maternelle ? TCHÈQUE
 Celle de votre père ? TCHÈQUE
 Celle de votre mère ? TCHÈQUE
6. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? BOHÈME DU SUD
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? BOHÈME DU SUD
 Dans quelle région avez-vous grandi ? BOHÈME DU SUD
6. Comment avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles): école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e) autre
7. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? à 14 ans
8. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
9. Avez-vous fréquenté des proches ou amis parlant avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ?
 A quelle période de votre vie ?
10. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
REPUBLIQUE TCHÈQUE	BOHÈME DU SUD	19 ANS
REPUBLIQUE TCHÈQUE	BOHÈME DE L'OUEST	7 ANS
11. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines
 tous les mois rarement jamais autre
12. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non

1

T3

Questionnaire aux apprenants

Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre

Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 3 MOIS / 1 FOIS PAR SEMAINE (45 MINUTES)

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Écrit	Lu
FRANÇAIS	10 ANS	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
ANGLAIS	10 ANS	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
ESPAGNOL	1 AN	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
ALLEMAND	1 AN	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

14. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé. 1 2 3 4 5

15. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français autre

2

T4

Questionnaire

Date 1/7/2011

Initiales: EWK

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) 8 années scolaires,
2. Quel diplôme préparez-vous ? /
- 2bis. Votre dernier diplôme ? Master
3. Quelle est votre langue maternelle ? Tchèque
 Celle de votre père ? Tchèque
 Celle de votre mère ? Tchèque
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? Pzeuzly - CZ
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? Pzeuzly - CZ
 Dans quelle région avez-vous grandi ? Pzeuzly - CZ
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e)
 autre Grassano - Lyon (4 mois)
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 16 ans
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? Anglais, Français
 A quelle période de votre vie ? 17+
7. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays <u>CZ</u>	Région <u>Pzeuzly</u>	Durée du séjour (mois ou années)
<u>USA</u>	<u>Arizona (Tucson)</u>	<u>1 an</u>
<u>France</u>	<u>Lyon</u>	<u>4 mois</u>
<u>Austria</u>	<u>Wien</u>	<u>3 mois</u>
10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais autre

1

T4

Questionnaire

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés
 avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre
 Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ?

4 années (4x)

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
English	13	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1
Français	8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1
Allemand	2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1
Autre		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1

Autre :

14. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

- lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre
 en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre
 communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art)
 autre _____

2

75

Questionnaire

Date : 17.11.2012

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) master 2 *FLE ⇒ 2^e élém.*

2. Quel diplôme préparez-vous ? master 2 *FLE ⇒ 3^e élém.*

2bis. Votre dernier diplôme ? _____

3. Quelle est votre langue maternelle ? tchèque

Celle de votre père ? tchèque

Celle de votre mère ? tchèque

4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? _____

Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? à la région de Plzeň

Dans quelle région avez-vous grandi ? _____

5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège

lycée université cours privés école de langue seul(e)

autre un séjour en France

6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 15 ans

7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non

8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non

Si oui, quelle langue ? français

A quelle période de votre vie ? à l'université

9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
<u>France</u>	<u>Normandie</u>	<u>3 mois</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais

autre _____

1

TS

Questionnaire

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre
 Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? _____

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
français	12	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
anglais	14	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
italien	2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
_____	_____	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).
 lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art)
 autre _____

2

Questionnaire

T6

Date :

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) 3+2 Master
2. Quel diplôme préparez-vous ? Faculté de pédagogie
- 2bis. Votre dernier diplôme ? _____
3. Quelle est votre langue maternelle ? CS
 Celle de votre père ? CS
 Celle de votre mère ? CS
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? 3 plans
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? plans
 Dans quelle région avez-vous grandi ? plans
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e)
 autre _____
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 15 ans
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? français
 A quelle période de votre vie ? 22 - 25
9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
<u>République Tchèque</u>	<u>Plans</u>	<u>25 ans</u>
	<u>Praha</u>	<u>1 années</u>
<u>France</u>	<u>Le Mans</u>	<u>6 mois</u>
	<u>Lile</u>	<u>1 mois</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais
 autre _____

A

T6

Questionnaire

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non

Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre

Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 6 mois / 2 heures par semaine

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
<u>Français</u>		1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>
<u>Anglais</u>		1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 3 <u>4</u> 5	1 2 3 <u>4</u> 5	1 2 3 <u>4</u> 5
<u>Espagnol</u>		1 <u>2</u> 3 4 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 <u>2</u> 3 4 5	1 <u>2</u> 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

- lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art) autre _____

2

Wassan TF

Questionnaire

Date :

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) MASTREVEZ 2
2. Quel diplôme préparez-vous ? _____
- 2bis. Votre dernier diplôme ? _____
3. Quelle est votre langue maternelle ? TCHÈQUE
 Celle de votre père ? TCHÈQUE
 Celle de votre mère ? TCHÈQUE
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? _____
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? NILSEN
 Dans quelle région avez-vous grandi ? _____
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e)
 autre _____
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 16
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? Anglais, Français
 A quelle période de votre vie ? présent
9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais
 autre _____

[p. long.]

praxi → 2 roq. Nidm' Gmppl. D. lulaš. praxi

1

Questionnaire

T7

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre
 Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 5 années

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
<u>ANGLAIS</u>		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).
 lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art)
 autre _____

2

27 ans

TS

Questionnaire

Date :

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) bac +5 (Master)

2. Quel diplôme préparez-vous ? Faculté pédagogique

2bis. Votre dernier diplôme ? 2 ans

3. Quelle est votre langue maternelle ? ES

Celle de votre père ? ES

Celle de votre mère ? ES

4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? 2ème

Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? Pha

Dans quelle région avez-vous grandi ? 2ème

5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège

lycée université cours privés école de langue seul(e)

autre _____

6. À quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 17 ans

7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non

8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non

Si oui, quelle langue ? FR

À quelle période de votre vie ? 20 ans - 1 an

9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays Région Durée du séjour (mois ou années)

CR 2ème 194t.
CR Alsace 200t. 27 6t.
FRANCE Alsace 200t. 1 00t.

10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais

autre _____

1

Questionnaire

78

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez oui non
 Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre

Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 1 semestre x 2.
1x par semaine

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encercler un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encercler un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
FRANCAIS		1 2 <u>3</u> 4 5	1 <u>2</u> 3 4 5	1 2 3 <u>4</u> 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 3 <u>4</u> 5
ANGLAIS		1 <u>2</u> 3 4 5	1 <u>2</u> 3 4 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 <u>3</u> 4 5	1 2 3 <u>4</u> 5
ALLEMAND		<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5
ESPAGNOL		<u>1</u> 2 3 4 5	1 <u>2</u> 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5	<u>1</u> 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art) autre _____

2

79

Questionnaire

Date :

Initiales:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) MASTER 2
2. Quel diplôme préparez-vous ? pour la 1^{ère} année de licence
- 2bis. Votre dernier diplôme ? _____
3. Quelle est votre langue maternelle ? FR
 Celle de votre père ? FR
 Celle de votre mère ? FR
4. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? Stienne
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? Stienne
 Dans quelle région avez-vous grandi ? Stienne
5. Où avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e)
 autre à Paris FRANCE
6. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 13 ans (27 ans)
7. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez oui non
8. Avez-vous fréquenté des proches ou des amis avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez oui non
 Si oui, quelle langue ? FR. - AJ
 A quelle période de votre vie ? travail (après l'univ) 27 ans → 27
9. Dans quel pays et région avez-vous habité ?

Pays	Région	Durée du séjour (mois ou années)
<u>FR</u>	<u>STIENNE - 0604 - 18</u>	_____
<u>FR</u>	<u>PIZEN - 18 - 27</u>	_____
<u>FRANCE</u>	<u>LE HANS - 4,5 ans vers 2010</u>	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
10. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines tous les mois rarement jamais
 autre _____

1

79

Questionnaire

11. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non

Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre

Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 1 semestre
2 fois/semaine 2 mois
1 fois/semaine

12. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé.
niveau avancé. 1 2 3 4 5

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé						
Anglais	18 ans	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>
Français	14 ans	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>	1 2 3 4 <u>5</u>
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

13. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

- lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français s'initier à la culture française (mode, cuisine, art)
- autre _____

2

Questionnaire aux apprenants

T₁₀

Date 7.7.2011

Initiales:

1. Age : 28
2. Cochez. Etes-vous Homme Femme ?
3. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) Bac + 5 Mge
4. Quel diplôme préparez-vous ? /
- 4bis. Votre dernier diplôme ? /
5. Quelle est votre langue maternelle ? CS
 Celle de votre père ? CS
 Celle de votre mère ? CS
6. Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ?
 Dans quelle région votre père a-t-il grandi ?
 Dans quelle région avez-vous grandi ?
6. Comment avez-vous appris le français ? Cochez (plusieurs réponses possibles). école maternelle collège
 lycée université cours privés école de langue seul(e) autre
7. A quel âge avez-vous commencé à apprendre le français ? 14/15 ans.
8. Avez-vous eu des enseignants français natifs ? Cochez. oui non
9. Avez-vous fréquenté des proches ou amis parlant avec qui vous étiez obligé de parler une autre langue que votre langue maternelle ? Cochez. oui non
 Si oui, quelle langue ? AS
 A quelle période de votre vie ? 2008
10. Dans quel pays et région avez-vous habité ?
- | Pays | Région | Durée du séjour (mois ou années) |
|------|---------|----------------------------------|
| CZ | Praha | |
| FR | Le Mans | |
| FR | Paris | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
11. Avez-vous régulièrement l'occasion de parler en français ? Cochez. tous les jours toutes les semaines
 tous les mois rarement jamais autre
12. Avez-vous déjà suivi des cours de prononciation du français ? Cochez. oui non

1

T10

Questionnaire aux apprenants

Si oui, indiquez de quelle manière. Cochez. en classe avec d'autres apprenants aux cours privés avec un enseignant seul(e) avec un CD/ cassette/ DVD autre

Si oui, pendant combien de mois/ d'années et à quelle fréquence ? 2 semestres

1x 2h / sem.

13. Pour toutes les langues que vous avez éventuellement apprises, veuillez indiquer :

Langue	Nombre d'années d'étude	Estimation de vos compétences				
		Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
français	9	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
anglais	8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
espagnol	6 mois.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Autre :

14. Quel est, d'après-vous, le niveau global de votre français ? Encerlez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé. 1 2 3 4 5

15. Dans l'apprentissage du français, quelles sont vos motivations et objectifs principaux ? Cochez. (plusieurs réponses possibles).

- lire écrire travailler avec des Français regarder des films/ le journal ou autre en version française prononcer comme un Français natif se faire comprendre communiquer avec des Français autre

2

Corpus

Français – voyelles orales isolées

P*î*le, il a d*î*t <i> comme dans p*î*le.

B*ê*bé, il a d*ê*t <é> comme dans b*ê*bé.

Papa, il a dit <a> comme dans papa.

Pouce, il a dit <ou> comme dans pouce.

Père, il a dit <è> comme dans père.

Tôt, il a dit <ô> comme dans tôt.

Puce, il a dit <u> comme dans puce.

Deux, il a dit <eu> comme dans deux.

Sœur, il a dit <oeu> comme dans soeur.

Bol, il a dit <o> comme dans bol.

Français – voyelles orales en contextes p, t, k, R

Le mot papapape peut bien coller.

Le mot pipipipe peut bien coller.

Le mot poupoupoue peut bien coller.

Le mot tatatate peut bien coller.

Le mot tititite peut bien coller.

Le mot toutoutoute peut bien coller.

Le mot kakakake peut bien coller.

Le mot kikikike peut bien coller.

Le mot koukoukouke peut bien coller.

Le mot ralarare peut bien coller.

Le mot riririre peut bien coller.

Le mot rourouroure peut bien coller.

Le mot peupeupepe peut bien coller.

Le mot poeupoeupoeupe peut bien coller.

Le mot paupaupaue peut bien coller.

Le mot popopope peut bien coller.

Le mot pupupupe peut bien coller.

Le mot pépépépe peut bien coller.

Le mot pèpèpèpe peut bien coller.

Le mot teuteuteute peut bien coller.

Le mot toeutoeutoeute peut bien coller.

Le mot tautautaute peut bien coller.

Le mot tototote peut bien coller.

Le mot tututute peut bien coller.

Le mot tétététe peut bien coller.

Le mot tètètète peut bien coller.

Le mot keukeukeuke peut bien coller.

Le mot koeukoeukoeuke peut bien coller.

Le mot kaukaukauke peut bien coller.

Le mot kokokoke peut bien coller.

Le mot kukukuke peut bien coller.

Le mot kékékéke peut bien coller.

Le mot kèkèkèke peut bien coller.

Le mot reureureure peut bien coller.

Le mot roeuroeuroeure peut bien coller.

Le mot raurauraure peut bien coller.

Le mot rororore peut bien coller.

Le mot rururure peut bien coller.

Le mot rérérére peut bien coller.

Le mot rèrèrèrè peut bien coller.

Tchèque – voyelles monophthongues isolées

Jana : Říkám <a> jako ve slově Jana.

Teta : Říkám <e> jako ve slově teta.

Pivo : Říkám <i> jako ve slově pivo.

Voda : Říkám <o> jako ve slově voda.

Pusa : Říkám <u> jako ve slově pusa.

Krása : Říkám <á> jako ve slově krása.

Krém : Říkám <é> jako ve slově krém.

Víla : Říkám <í> jako ve slově víla.

Póza : Říkám <ó> jako ve slově póza.

Úl : Říkám <ú> jako ve slově úl.

Tchèque – voyelles monophthongues en contextes p, t, k, h

Slovo PAPAPAP působí divně.

Slovo PEPEPEP působí divně.

Slovo PYPYPYP působí divně.

Slovo POPOPOP působí divně.

Slovo PUPUPUP působí divně.

Slovo PÁPÁPÁP působí divně.

Slovo PÉPÉPÉP působí divně.

Slovo PÍPÍPÍP působí divně.

Slovo PÓPÓPÓP působí divně.

Slovo PŮPŮPŮP působí divně.

Slovo TATATAT působí divně.

Slovo TETETET působí divně.

Slovo TYTYTYT působí divně.

Slovo TOTOTOT působí divně.

Slovo TUTUTUT působí divně.

Slovo TÁTÁTÁT působí divně.

Slovo TÉTÉTÉT působí divně.

Slovo TÝTÝTÝT působí divně.

Slovo TÓTÓTÓT působí divně.

Slovo TŮTŮTŮT působí divně.

Slovo KAKAKAK působí divně.

Slovo KEKEKEK působí divně.

Slovo KYKYKYK působí divně.

Slovo KOKOKOK působí divně.

Slovo KUKUKUK působí divně.

Slovo KÁKÁKÁK působí divně.

Slovo KÉKÉKÉK působí divně.

Slovo KÝKÝKÝK působí divně.

Slovo KÓKÓKÓK působí divně.

Slovo KŮKŮKŮK působí divně.

Slovo HAHAAAAH působí divně.

Slovo HEHEHEH působí divně.

Slovo HIIIIIIH působí divně.
 Slovo HOHOHOH působí divně.
 Slovo HUHUHUH působí divně.
 Slovo HÁHÁHÁH působí divně.
 Slovo HÉHÉHÉH působí divně.
 Slovo HÝHÝHÝH působí divně.
 Slovo HÓHÓHÓH působí divně.
 Slovo HŮHŮHŮH působí divně.

Logiciel Visuvo

Le résultat du chapitre 14 a montré que les non-natifs produisaient des contrastes vocaliques en langue étrangère (LE) qui n'étaient pas toujours correctement discriminés par les natifs. Pour cette raison, les enseignants de LE estiment que leurs élèves échouent dans l'acquisition de certains contrastes entre les sons étrangers. Ainsi, les chercheurs intéressés à l'apprentissage phonétique, comme nous, ont besoin de recourir à des analyses de données phonétiques plus fines et la meilleure façon de comprendre les résultats est ensuite leur visualisation. La représentation des voyelles au travers d'un triangle acoustique est classique mais la génération des images à partir de grandes bases de données est souvent lente.

Pour cette raison, et afin de générer en temps réel également d'autres types d'interprétations graphiques sur une base de données acoustiques, nous avons conçu le logiciel VisuVo (Visualisation des Voyelles). Nous précisons ci-dessous quelques formules utilisées par VisuVo.

Le calcul de l'écart type d'un formant utilise la formule commune donnée à la Figure 1.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Figure 1 : Formule pour calculer l'écart type

Le calcul de l'écart type du côté Serveur est ensuite illustré à la Figure 2. Notons la valeur d'écart type finale est arrondie à l'entier le plus proche.

```
private void calculateEcartType()
{
    double somme=0.0;
    double mean = (getFreq(0)+getFreq(1)+getFreq(2))/3;
    int size = 0;
    for (int i=0 ; i<3 ; i++)
    {
        size += freqs[i].size();
        for(double d:freqs[i])
        {
            double e=d-mean;
            somme+=e*e;
        }
    }
    ecartType = new Long(Math.round(Math.sqrt(somme/size))).intValue();
}
```

Figure 2 : Calcul de l'écart type dans la partie Serveur du logiciel VisuVo

Annexe du chapitre 6

Le serveur effectue également la conversion des valeurs brutes (Hertz) en unités Bark ou ERB. La conversion de type Bark utilise la formule de Zwicker and Fastl (1990) et elle est précisée à la Figure 3.

$$Bark = 13 \arctan(0.00076f) + 3.5 \arctan\left(\left(\frac{f}{7500}\right)^2\right)$$

Figure 3 : Formule pour la conversion de type Bark (Zwicker and Fastl, 1990)

Le calcul du côté Serveur est illustré à la Figure 4.

```
public static int getBark100(int freq)
{
    Double bark = 13*Math.atan(0.00076*freq) + 3.5*Math.atan(Math.pow(freq/7500, 2));
    bark *= 100;
    return bark.intValue();
}
```

Figure 4 : Transformation des valeurs brutes (Hz) en Bark dans la partie Serveur du logiciel VisuVo

Notons que la multiplication finale par 100 est faite uniquement pour une question de précision et d'équivalence fréquence. Les valeurs sont ensuite divisées par 100 lors du rendu final sur les graphes. Ensuite, la conversion de type ERB-rate utilise la formule de Moore and Glasberg (1983) donnée à la Figure 5.

$$ERBS(f) = 11.17 \ln\left(\frac{f + 0.312}{f + 14.675}\right) + 43.0$$

Figure 5 : Formule pour la conversion de type ERB-rate de Moore et Glasberg (1983)

Le calcul de la partie Serveur est représenté à la Figure 6.

```
public static int getERB100(int freq)
{
    Double F = new Double(freq)/1000;
    Double erb = 11.17*Math.log((F+0.312)/(F+14.675))+43;
    erb *= 100;
    return erb.intValue();
}
```

Figure 6 : Transformation des valeurs brutes (Hz) en ERB dans la partie Serveur du logiciel VisuVo

Enfin VisuVo est intégré dans la solution Collaborative Open Source eXo Platform (<http://www.exoplatform.com>) qui permet de travailler et d'échanger en équipe autour d'un document en entrée.

Test d'identification des voyelles du français avant et après suppression des formants supérieurs

Annexe du chapitre 6

Afin de montrer que l'identification des voyelles postérieures peut se faire sur la seule base de la valeur de leur deux premiers formants, et que la présence de trois premiers formants est suffisante pour l'identification du timbre des voyelles phonologiquement antérieures et enfin que le timbre de la voyelle [i] cardinale est mieux définie en terme des quatre premiers formants (le rapprochement de F3 et F4 étant nécessaire pour créer une concentration d'énergie vers 3200 Hz), nous avons préparé cinq séries de dix voyelles isolées du français prononcées par cinq Françaises natives non-méridionales où seuls les formants jugés a priori nécessaires ont été conservés. Les suppressions de formants ont été effectuées grâce au logiciel WinSnorri. WinSnorri est un logiciel libre de l'analyse de la parole développé en 1987 par Yves Laprie de l'équipe Parole du laboratoire Loria à Nancy (<http://www.loria.fr/~laprie/WinSnorri/>) et mis dès son origine à la disposition du laboratoire LPP.

Les formants supérieurs à F2 pour [u, o, ɔ], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F4 pour [i] a ont été supprimés. Le spectrogramme de la Figure 7 illustre les voyelles d'origine (1) et les voyelles modifiées (2) prononcées par une des cinq françaises : F4 a été supprimé pour toutes les voyelles sauf pur le [i], et F3 pour toutes les voyelles postérieures. La question est la suivante : a) les voyelles sont elles toutes bien identifiées malgré la suppression de certains formants, b) la qualité de la voyelle est elle affectée ?

V_fr_sansFsup

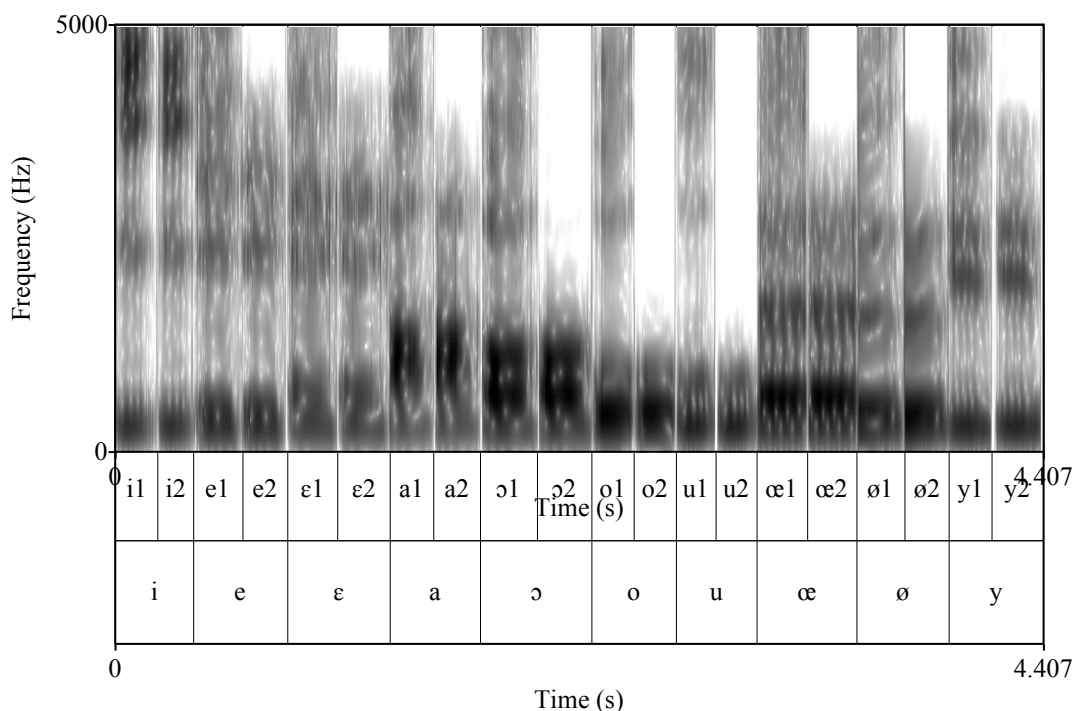


Figure 7 : Spectrogramme des voyelles orales isolées [i, e, ε, a, ɔ, o, u, œ, ø, y] prononcée par une Française native avant modification (1) et après suppression (2) de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]. Pour la voyelle [a], notons qu'il s'agit ici du timbre [a] avec une réalisation pharyngale (comme c'est souvent le cas lorsque les Français prononcent cette voyelle en isolation)

Les 50 sons vocaliques modifiés (10 voyelles orales*5 locutrices différentes) de même que les sons d'origine ont été ensuite identifiés et leur qualité évaluée par cinq Français natifs non-méridionaux dans deux tests d'identification séparés. Ces derniers ont été effectués grâce au logiciel libre Praat. Praat a été élaboré à l'institut de sciences phonétiques de l'université d'Amsterdam par Paul Boersma et David Weenink et qui est régulièrement mis à jour (Boersma and Weenink, 1992-2011). La construction des tests et les conditions de passation sont récapitulées dans le Tableau 1.

Type de test	Identification
Stimuli	10 voyelles orales isolées du français, 5 séries de sons d'origine et 5 séries après suppression de formants

Annexe du chapitre 6

	supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]
Auditeurs	5 Français natifs
Locuteurs	5 Françaises natives
Nb total de stimuli par test	50
Nb de stimuli d'entraînement par test	10 (une série)
Nb de stimuli distracteurs par test	0
Echelle de justesse	1 - 5 1 pas sûr(e) du tout 3 moyennement sûr(e) 5 sûr(e)

Tableau 1 : Construction et passation du test d'identification des 10 voyelles isolées du français après suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]

L'interface graphique des tests indiquant la consigne et contenant les dix boutons de réponse est illustrée à la Figure 8. Les mots proposés sont « ville » pour [i], « sûr » pour [y], « bébé » pour [e], « mer » pour [ε], « peu » pour [ø], « fleur » pour [œ], « papa » pour [a], « où » pour [u], « photo » pour [o] et « robe » pour [ɔ]. Le niveau de confiance de l'auditeur était quantifié sur une échelle de 1 à 5 où 1 correspondait à « Pas sûr(e) du tout », 5 à « Sûr(e) » et 3 à « Moyennement sûr(e) ».

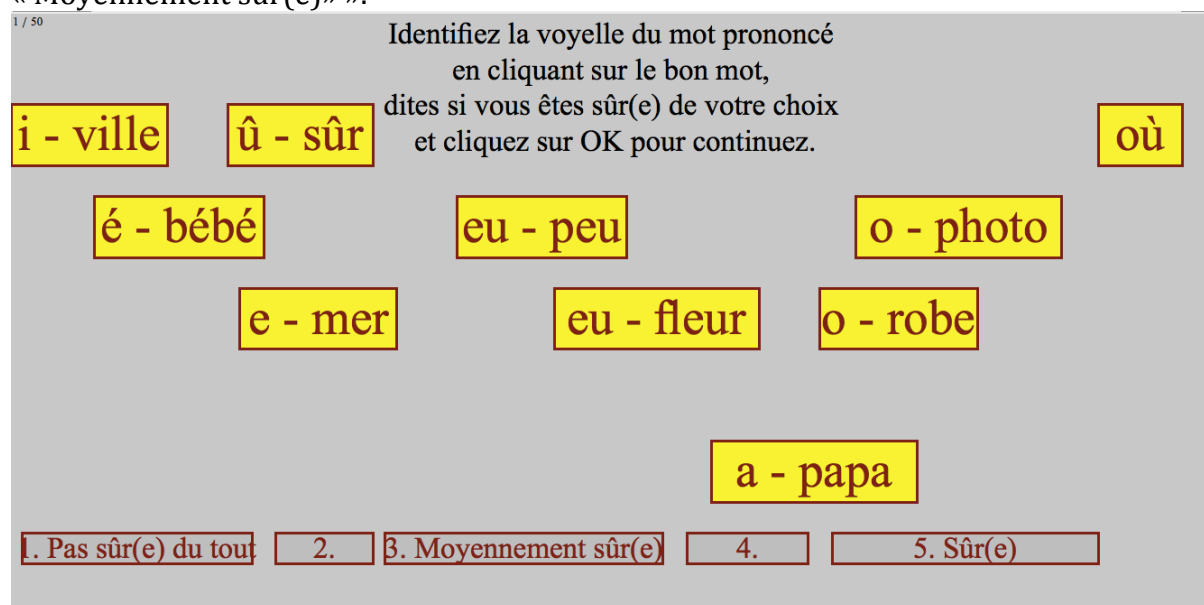


Figure 8 : Interface graphique du test d'identification des 10 voyelles isolées du français après suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ]

Le résultat des tests est indiqué dans la matrice de confusion du Tableau 2 qui renseigne sur le pourcentage de l'identification et la note moyenne accordée sans suppression de formants et après suppression de formants (en italique).

	i	e	ε	y	ø	œ	a	u	o	ɔ
i	100%									
e	5									
ε	<i>100%</i>									
y	<i>4,9</i>									
ø										
œ										
a										
u										
o										
ɔ										

Annexe du chapitre 6

e		100%								
		5								
		<i>100%</i>								
		5								
ε			100%							
			5							
			<i>100%</i>							
			4,2							
y				100%						
				5						
				<i>100%</i>						
				5						
ø					100%	<i>10%</i>				
						<i>3,5</i>				
					4,8					
					<i>100%</i>					
					4,8					
œ						100%				
						4,4				
						<i>90%</i>				
						<i>4,1</i>				
a							100%			
							5			
							<i>100%</i>			
							5			
u								100%		
								5		
								<i>100%</i>		
								4,9		
o									100%	
									5	
									<i>100%</i>	
									4,9	
ɔ										100%
										4,8
										<i>100%</i>
										4,2

Tableau 2 : Matrice de confusion indiquant le pourcentage de l'identification par 5 Français natifs des dix voyelles orales du français sans et après suppression (en italique) de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ] et la note de qualité globale (échelle de 1 = très mal prononcée à 5 = très bien prononcée)

Annexe du chapitre 6

Le Tableau 2 indique que les voyelles avant modification avaient été identifiées par cinq Français natifs à 100% avec une note de 5 sur 5 mis à part le [ɔ] identifié une fois avec la note de 4, le [œ] identifié une fois avec la note de 2 et le [ø] identifié une fois avec la note de 4. Concernant les voyelles après suppression de formants supérieurs, elles ont été identifiées à 100% sauf le [œ] qui a été identifié dans 90% car l'un des auditeurs a confondu deux stimuli sur quatre avec /ø/. Le résultat diffère en revanche par le niveau de confiance: les voyelles extrêmes [i, a, u], le [y] et les voyelles moyennes mi-fermées [e, o, ø] sont notées globalement entre 4,8 – 5 sur 5. A l'inverse, les auditeurs hésitent davantage lorsqu'il s'agit d'identifier les voyelles moyennes mi-ouvertes [ɛ, ɔ, œ] ce qui se traduit par une note de confiance plus faible, à savoir de 4,2, 4,2 et 4,1 respectivement. Nous relierons ce niveau de confiance plus faible dans la catégorisation des voyelles mi-ouvertes en isolation à la loi de position qui gouverne de plus en plus la perception et production des voyelles moyennes du français plutôt qu'à la suppression des formants supérieurs à F3 dans le cas de [ɛ, œ] et à F2 dans le cas [ɔ].

Le graphe de la Figure 9 montre la différence entre l'identification des voyelles d'origine (condition avant) et de celles amputées de formants supérieurs (condition après). La proportion d'identification y est multipliée par la note obtenue pour refléter le niveau de confiance qui est souvent inférieur en perception de voyelles modifiées.

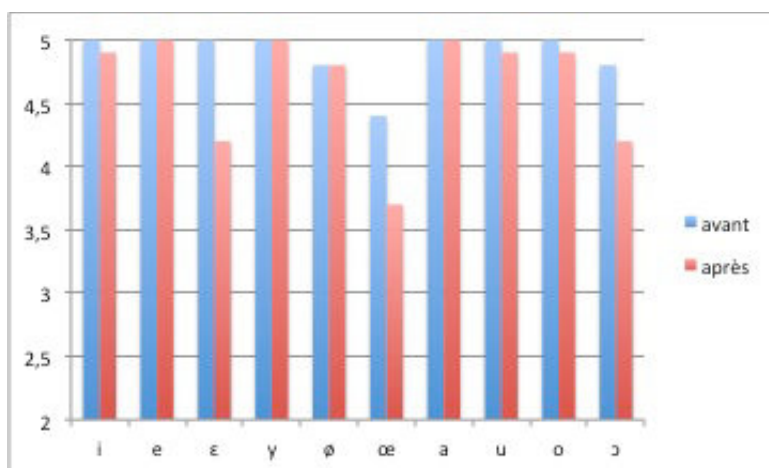


Figure 9 : Score d'identification (proportion x note d'évaluation : 1-5) des 10 voyelles orales du français prononcées par quatre Français natives (avant - en bleu- et après - en rouge - suppression de formants supérieurs à F4 pour [i], à F3 pour [e, ε, a, y, ø, œ] et à F2 pour [u, o, ɔ].) 20 réponses par voyelle (5 auditeurs français natifs x 4 séries)

Nous remarquons à la Figure 9 que les voyelles mi-ouvertes en isolation sont généralement identifiées avec un niveau de confiance plus faible. Cette difficulté peut s'expliquer dans le cas des sons d'origine par la loi de position qui influence de plus en plus la production et la perception des voyelles moyennes du français.

Le résultat du test confirme que la définition des voyelles antérieures en terme de leurs trois premiers formants, du [i] en terme de ses quatre premiers formants et des voyelles postérieures en terme de leurs deux premiers formants est suffisante pour leur identification.

Dans le but de définir la similarité acoustique des voyelles des deux langues, nous avons donc comparé les valeurs des formants et la durée des dix voyelles orales du français actuel ainsi que des dix voyelles monophthongues du tchèque de Bohême dans les mêmes contextes (en isolation et en contextes labial, dental et palato-vélaire). Les formants F1 et F2 sont comparés pour les voyelles postérieures, les formants F1, F2 et F3 pour les voyelles antérieures et enfin les quatre premiers formants pour les voyelles [i], [ɪ] ou [i:].

Annexe du chapitre 8

Valeurs extrêmes des voyelles isolées

Valeurs formantiques minimales et maximales des voyelles orales isolées du français

Les valeurs formantiques minimales et maximales, calculées à partir de productions de dix natives, sont comparées avec celles de la locutrice F2 dans le [Tableau 3](#).

Formants min et max	Voyelles	Valeurs moyennes (10 locutrices)	Locutrice 2
F1 min	[i]	273 (25, 9,2%)	238
	[y]	273 (25, 9,2%)	235
F1 max	[a]	805 (130, 16,1%)	688
F2 min	[u]	770 (70, 9,1%)	572
F2 max	[i]	2524 (271, 10,7%)	2326
	[e]	2504 (205, 8,2%)	2362
F3 min	[y]	2460 (190, 7,7%)	2205
F3 max	[i]	3787 (227, 6%)	3611

Tableau 3 : Voyelles orales du français avec des valeurs minimales et maximales des formants F1, F2 et F3 (écarts types entre parenthèses), calculées à partir de productions de 10 Françaises, 4 répétitions (valeurs moyennes) et pour la locutrice F2

Les valeurs formantiques des voyelles prononcées par une Française native suivent les mêmes tendances que les formants moyens calculés à partir de productions de dix locutrices, sauf pour le deuxième formant qui est plus élevé pour [e] que pour [i] chez la locutrice deux, ce qui n'est pas réellement surprenant car la cible de [i] en français est vise le F3 le plus élevé possible (et non F2).

Valeurs formantiques minimales et maximales des voyelles monophthongue isolées du tchèque

Le Tableau 4 montre que les valeurs formantiques extrêmes des voyelles tchèques produites par la locutrice T5 suivent les mêmes tendances que les formants moyens, calculés à partir de productions de 20 natives.

Formants min et max	Voyelles cibles	Valeurs moyennes (20 locutrices)	Locutrice T5
F1 min	i:	260 (37, 14,2%)	204
F1 max	a :	930 (82, 8,8%)	830
F2 min	u:	660 (79, 12%)	629
F2 max	i:	2734 (153, 5,6%)	2707
F3 min	a	2726 (164, 6%)	2516
F3 max	i:	3599 (185, 5,1%)	3494

Tableau 4 : Voyelles orales du tchèque avec des valeurs minimales et maximales des formants F1, F2 et F3 (avec l'écart type entre parenthèses), calculées à partir de productions de 20 Tchèques, 4 répétitions (valeurs moyennes) et pour la locutrice T5

Similarité entre les voyelles isolées du français et du tchèque : test-t

Sans le Tableau 5, la première colonne indique le contexte (ici 0 car les voyelles ont été prononcées isolément), la deuxième et troisième colonne renseigne sur les moyennes et écarts types des formants comparés au niveau de chaque paire de comparaison (la paire des voyelles comparée est en gras) et enfin la quatrième colonne indique le résultat du test-t. Les différences non significatives ($p > 0,05$) sont en gras.

Contexte 0	[i] FR - M (ET)	[i:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	273 (25)	260 (37)	0,0004
F2	2524 (271)	2734 (153)	< 0,0001
F3	3787 (227)	3599 (185)	< 0,0001
F4	4428 (195)	4264 (217)	< 0,0001
Contexte 0	[e] FR - M (ET)	[i] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	400 (40)	403 (52)	0,527
F2	2504 (205)	2545 (133)	0,015
F3	3364 (165)	3087 (138)	< 0,0001
Contexte 0	[ɛ] FR - M (ET)	[ɛ] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	624 (50)	708 (45)	< 0,0001
F2	2244 (136)	2040 (145)	< 0,0001
F3	3066 (165)	2913 (143)	< 0,0001
Contexte 0	[ɛ] FR - M (ET)	[ɛ:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	624 (50)	701 (60)	< 0,0001
F2	2244 (136)	2094 (140)	< 0,0001
F3	3066 (165)	2936 (155)	< 0,0001
Contexte 0	[a] FR - M (ET)	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	805 (130)	869 (76)	< 0,0001
F2	1301 (178)	1344 (101)	0,002
F3	2832 (167)	2726 (164)	< 0,0001
Contexte 0	[o] FR - M (ET)	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	417 (36)	540 (65)	< 0,0001
F2	791 (80)	945 (94)	< 0,0001
Contexte 0	[ɔ] FR - M (ET)	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	577 (80)	540 (65)	< 0,0001
F2	1063 (89)	945 (94)	< 0,0001
Contexte 0	[u] FR - M (ET)	[u:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	288 (28)	292 (39)	0,226
F2	770 (70)	660 (79)	< 0,0001
Contexte 0	[œ] FR - M (ET)	[ɛ] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	585 (72)	708 (45)	< 0,0001
F2	1579 (154)	2040 (145)	< 0,0001
F3	2751 (229)	2913 (143)	< 0,0001
Contexte 0	[o] FR - M (ET)	[u] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	417 (36)	341 (45)	< 0,0001
F2	791 (80)	718 (80)	< 0,0001
Contexte 0	[ɔ] FR - M (ET)	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	577 (80)	869 (76)	< 0,0001
F2	1063 (89)	1344 (101)	< 0,0001

Tableau 5 : Résultat du test-t bilatéral (p - colonne 4) de comparaison des voyelles du français (colonne 2) et celles du tchèque (colonne 3)

Test d'identification de voyelles isolées du tchèque abrégées à 150 ms

Le spectrogramme de la Figure 10 illustre les dix sons vocaliques abrégés à 150 ms qui servent de stimuli dans un test d'identification.

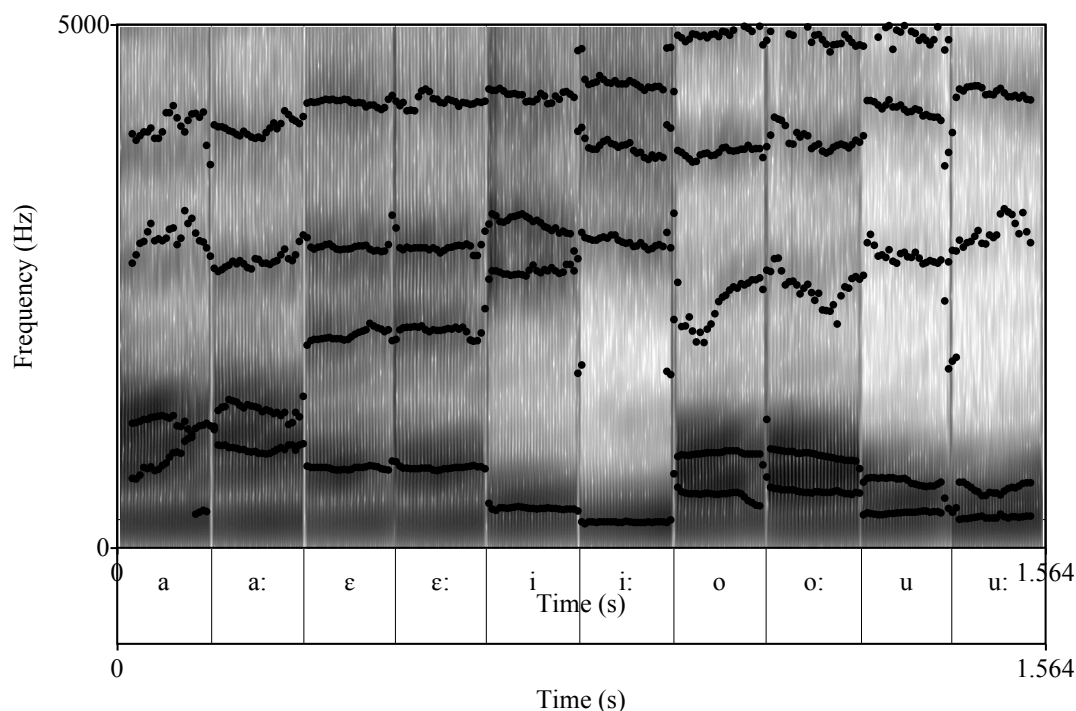


Figure 10 : Le spectrogramme de 150 ms de la partie centrale des voyelles monophthongues du tchèque prononcées en isolation par une Tchèque native

Les 110 sons ainsi créés ont servi de stimuli pour un test d'identification des voyelles tchèques par cinq auditeurs tchèques natifs (dix stimuli ont servi dans la phase d'entraînement). La construction du test est récapitulée dans le Tableau 6.

Type de test	Identification
Stimuli	10 voyelles orales isolées du tchèque [a:, ε:, i:, o:, u:, a, ε, ɪ, o, u] 10 séries, toutes ayant une durée égale de 150 ms
Auditeurs	5 Tchèques monolingues
Locuteurs	5 Tchèques natives de Bohème, 2 répétitions par locutrice
Nb total de stimuli	110
Nb de stimuli d'entraînement	10
Nb de stimuli distracteurs	0
Echelle de justesse	1 – 5 1 très mal prononcée 2 plutôt mal prononcée 3 entre les deux 4 plutôt bien prononcée 5 très bien prononcée

Tableau 6 : Informations sur la construction et passation du test d'identification des 10 voyelles isolées du tchèque, raccourcies à 150 ms

Cinq auditeurs ont identifié les 110 voyelles en cliquant sur l'un des 11 boutons de réponse comportant le symbole phonétique de la voyelle (qui correspond en tchèque au graphème que les auditeurs connaissent parfaitement) et le mot dans lequel la voyelle apparaît. Le onzième bouton offrait la possibilité de choisir la réponse « aucune des voyelles ». La construction de ce test est largement inspirée par le test de perception interlangue de Bohn and Flege (1990).

L'interface graphique du test est illustrée à la Figure 11. La consigne du test était la suivante : « Choisissez la bonne voyelle, cliquez sur le mot qui contient la voyelle que vous

Annexe du chapitre 8

entendez. Dites comment la voyelle est selon vous prononcée et cliquez sur OK. ». La qualité de la voyelle prononcée était estimée sur une échelle de 1 à 5 où 1 correspondait à « très mal prononcée », 5 à « très bien prononcée » et 3 à « entre les deux ».

1 / 110

Vyberte spravnou samohlasku,
kliknete na slovo, ktere obsahuje samohlasku,
co slysite.
Reknete, jak je samohlaska vyslovena a
kliknete na OK.

ZADNA ZE SAMOHLASEK

a - had e - ven i - šil o - hop u - fuk

á - páv é - péct í - šít ó - pól ů - pŭl

1. Velmi špatne 2. Spis špatne 3. Neco mezi 4. Spis dobre 5. Vyborne vyslovena

Figure 11 : Interface graphique du test d'identification des 10 voyelles isolées du tchèque, raccourcies à 150 ms

Le résultat du test est indiqué dans la matrice de confusion du Tableau 7 qui renseigne sur le pourcentage de l'identification et la note moyenne accordée.

Stimuli / Réponses	a	a:	ε	ε:	i	i:	o	o:	u	u:
a	88% 4,2	60% 4,1								
a:	12% 2,7	40% 3,2								
ε			88% 4,3	64% 4,6	8% 1,5					
ε:			12% 2,8	36% 3,6	2% 1					
i					82% 4,1					
i:					4% 3,5	100% 3,9				
o							70% 4,2	64% 4,4		
o:							30% 3,5	36% 3,4		
u									94% 4,2	60% 4
u:									6% 3	40% 3,8
NC					4%					

Tableau 7 : Matrice de confusion indiquant le pourcentage de l'identification par 5 Tchèques natifs des dix voyelles monophthongues du tchèque (toutes de durée égale de 150 ms, produites par 5 Tchèques natives différentes*2 répétitions=10 répétitions au total) et la note de qualité globale (échelle de 1 = très mal prononcée à 5 = très bien prononcée). 50 réponses par stimulus (10 répétitions*5 auditeurs)

Le Tableau 7 indique que les voyelles brèves sont, comme attendu, majoritairement identifiées en terme de la bonne catégorie : [a] est alors identifié comme /a/ dans 88% avec une note de 4,2 sur 5, [ε] comme /ε/ dans 88% également et avec une note de 4,3 sur 5, [i] comme

Annexe du chapitre 8

/ɪ/ dans 82% avec une note de 4,1 sur 5, [o] comme /o/ dans 70% avec une note de 4,2 et enfin [u] est le mieux catégorisée de toutes les voyelles brèves car il est correctement identifié dans 92% avec une note de 4,2 sur 5. Selon les réponses restantes, les voyelles brèves [a], [ɛ], [o] et [u] sont confondues exclusivement avec leurs homologues longs, à savoir le /a:/, /ɛ:/, /o:/ et /u:/ respectivement. La voyelle [ɪ] est confondue au total deux fois avec /i:/ (soit 4%) mais également avec le timbre vocalique /ɛ/ (4 fois, soit 8%) ou le /ɛ:/ (une fois, soit 2%) et deux stimuli non pas été identifiés (soit 4%).

Ensuite, les voyelles longues [a:], [ɛ:], [o:] et [u:] raccourcies à 150 ms sont majoritairement interprétées en termes de leurs homologues brèves ce qui prouve que les voyelles de la même paire possèdent un timbre vocalique identique. [a:] est alors identifié comme /a/ dans 60% avec une note de 4,1 sur 5, [ɛ:] comme /ɛ/ dans 64% également et avec une note de 4,6 sur 5, [o:] comme /o/ dans 64% avec une note de 4,4 et enfin [u:] est identifié comme /u/ dans 60% avec une note de 4 sur 5. Les réponses restantes indiquent l'identification en terme de la bonne catégorie vocalique, à savoir le /a:/, /ɛ:/, /o:/ et /u:/ respectivement. Aucune de ces voyelles longues n'est alors confondue avec un autre timbre vocalique. La voyelle [i:] est la seule à être correctement identifiée en tant que /i:/ long dans 100% avec une note de 3,9 sur 5. Ainsi, contrairement aux couples a:/a, ɛ:/ɛ, o:/o et u:/u, la paire i:/ɪ se caractérise par deux timbres vocaliques distincts. Le graphe de la Figure 12 reflète ce résultat.

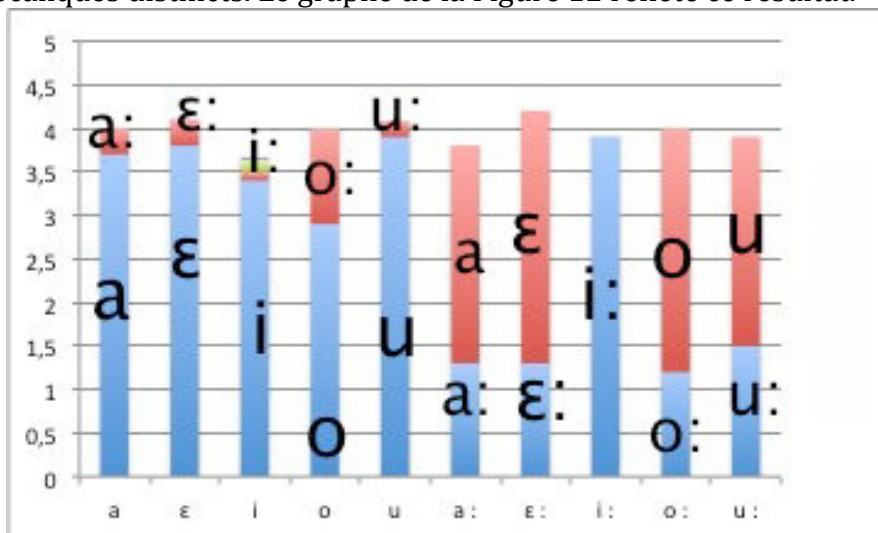


Figure 12 : Score d'identification (proportion*note allant de 1 à 5, en ordonnée) des voyelles monophthongues du tchèque (en abscisse), toutes de durée égale de 150 ms (produites par 5 Tchèques natives différentes*2 répétitions=10 répétitions au total). 50 réponses par stimulus (10 répétitions*5 auditeurs)

La Figure 12 montre que lorsque les voyelles tchèques (brèves et longues) sont abrégées à 150 ms, les auditeurs natifs présentent une plus grande facilité à identifier les voyelles brèves que les voyelles longues (sauf [i:]) en terme de la catégorie visée. Ainsi les voyelles longues [a:], [ɛ:], [o:] et [u:] sont difficilement identifiées comme telles sur la seule base du timbre : lorsqu'elles sont abrégées, leur catégorisation se fait majoritairement en terme de leur homologue bref, comme attendu. La voyelle [i:] est une exception : même raccourcie, elle n'est jamais confondue par les auditeurs natifs avec son homologue bref. Ainsi, la perception de deux voyelles distinctes dans le couple i:/ɪ s'appuie non seulement sur la durée, comme dans les autres couples, mais également sur le timbre.

Similarité acoustique des voyelles isolées, exprimée en termes d'écart types

Voyelles isolées similaires (similarité ++)

Les voyelles du français [ɔ, u] sont similaires aux voyelles tchèques [o, u/u:] respectivement car leurs formants comparés F1 et F2 se trouvent à 1,5 écart types ou moins les uns des autres, comme visible à la Figure 13.

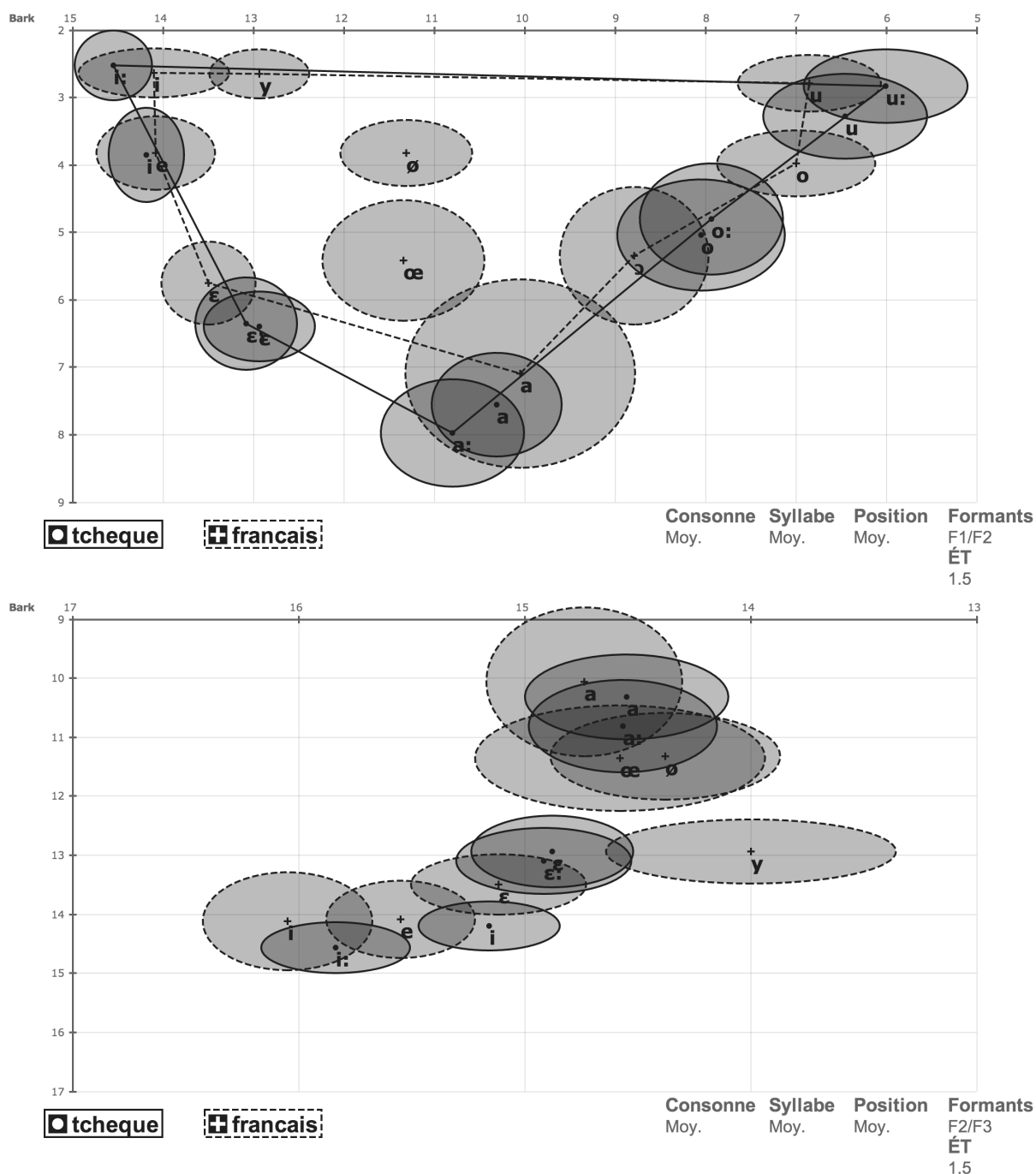


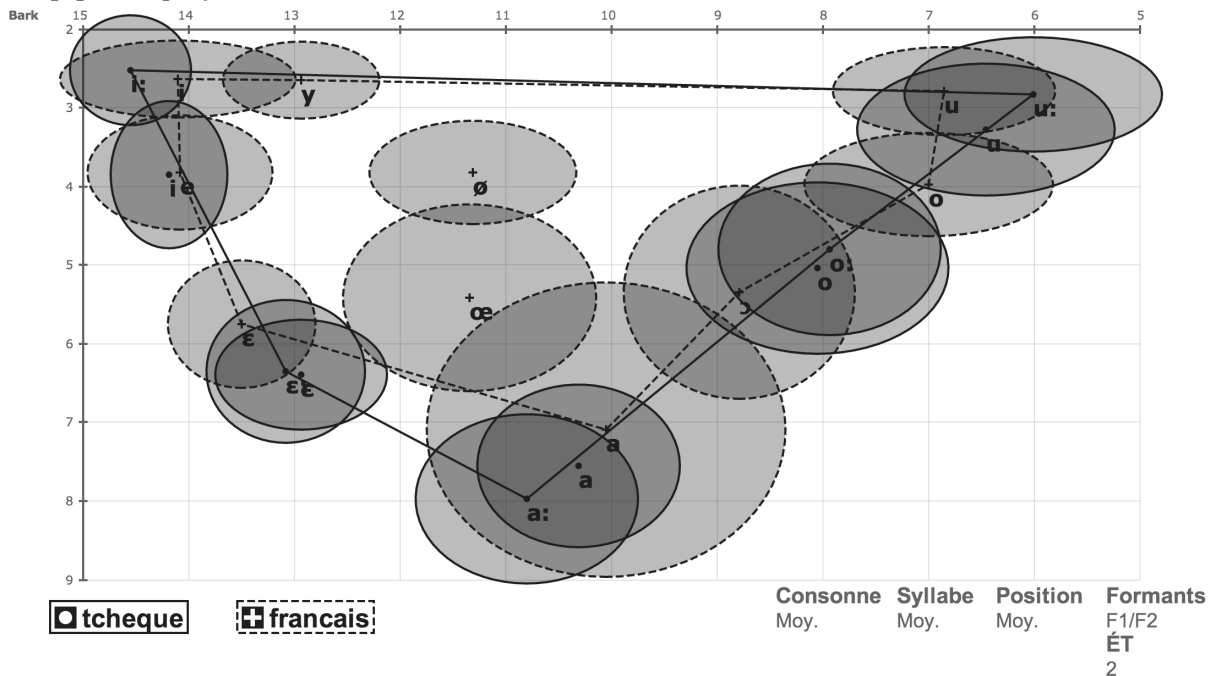
Figure 13 : Triangle vocalique des voyelles orales isolées du français (en pointillé) et du tchèque (en trait plein) sur le plan F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas). Les ellipses de dispersion sont tracées à 1,5 écart type de la moyenne calculée à partir de productions de 10 Françaises/ 20 Tchèques*4 répétitions*3valeurs par voyelle

Il est à noter que le [o] bref tchèque se rapproche du [ɔ] mi-ouvert français alors que le [o:] long tchèque tend vers le [o] mi-fermé français ce qui correspond à une tendance générale

des voyelles brèves à s'ouvrir, comme par exemple dans le passage du « novum » en latin au « neuf » en français (consulter Vaissière (2001) pour une revue de littérature sur les changements phonétiques du latin vers le français).

Voyelles isolées similaires (similarité +)

Comme indiqué à la Figure 14, les voyelles [ɛ] et [o] du français se trouvent au niveau de tous les formants comparés (F1-F3 pour [ɛ] et F1-F2 pour [o]) à moins de deux écarts types des voyelles tchèques [ɛ] et [u] respectivement. Il s'agit ainsi des voyelles similaires avec similarité +. Le [e] français qui se trouve à moins d'un écart type de la voyelle [i] tchèque sur le plan F1/F2, s'en éloigne par la valeur de son troisième formant. En effet, la distance acoustique F3-F2 du [i] tchèque (avec une valeur de 2545 Hz pour le F2 et de 3087 Hz pour le F3) est inférieure à celle du [e] français qui écarte davantage les formants F3-F2 (ils atteignent alors la valeur de 2504 Hz et 3365 Hz respectivement). Ainsi, le [e] est considéré comme similaire (avec similarité +) au [i] tchèque en isolation. De même, alors que le [i] français se trouve entre un et 1,5 écart type du [i:] long tchèque au niveau des formants F1, F2, son F3 s'en éloigne (il est entre 1,5 – 2 écarts types du [i:] tchèque) et il est ainsi considéré comme similaire avec similarité +.



Annexe du chapitre 8

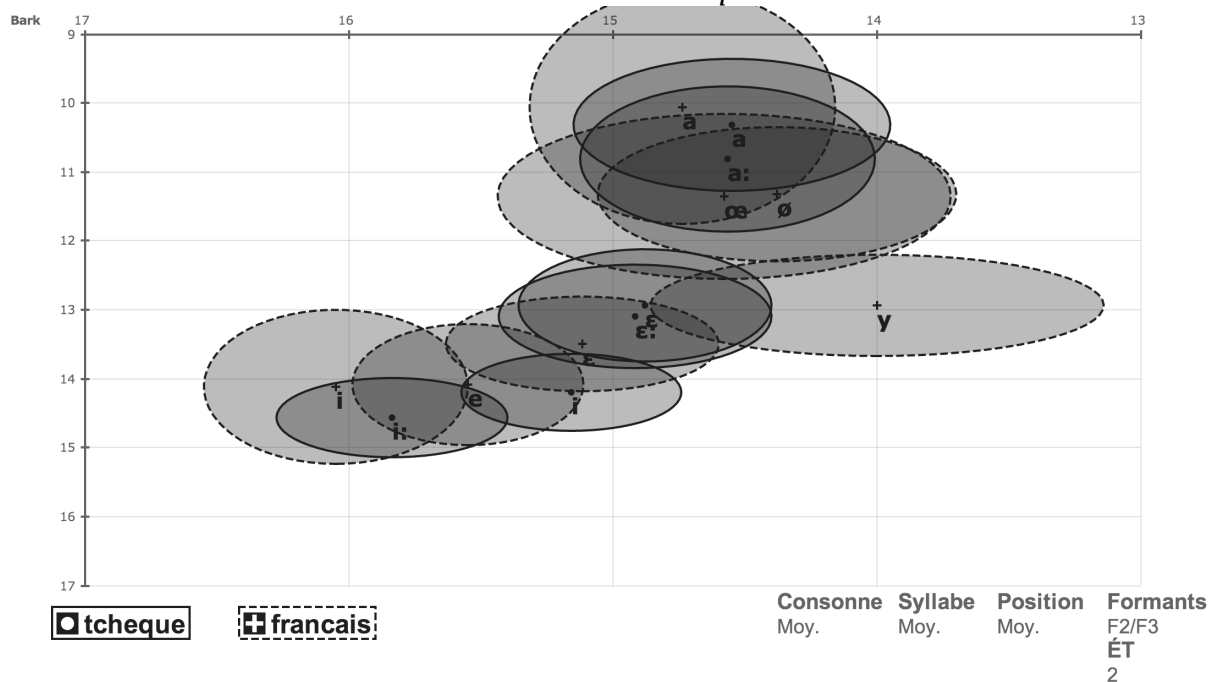


Figure 14 : Triangle vocalique des voyelles orales isolées du français (en pointillé) et du tchèque (en trait plein) sur le plan F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas). Les ellipses de dispersion sont tracées à 2 écarts types de la moyenne calculée à partir de productions de 10 Françaises/ 20 Tchèques*4 répétitions*3valeurs par voyelle

Notons ici une divergence entre les symboles phonétiques utilisés pour deux sons acoustiquement proches : le [o] français, qui peut être représenté par le graphème <o> comme dans le mot *photo*, ressemble au niveau des deux premiers formants au [u] tchèque. Nous supposons que cette divergence pourrait distraire l'apprenant qui tentera de prononcer ce son par la voyelle [o] tchèque qui correspond au graphème <o> comme dans le mot *foto* et qui est acoustiquement plus ouverte que le [o] français. De même, une difficulté de l'apprentissage du [e] français pourrait venir du fait que cette voyelle est retranscrite par un autre symbole phonétique et par conséquent un autre graphème dans la langue maternelle de l'apprenant, qui est respectivement le phonème [ɪ] et les graphèmes <i> ou <y>. Ainsi, malgré similarité acoustique (forte au niveau des deux premiers formants), l'apprenant pourrait être trompé par la graphie qui, elle, diverge.

Voyelles isolées nouvelles (similarité 0)

Enfin, les voyelles antérieures arrondies du français [y, ø, œ], prononcées en isolation, se trouvent complètement en dehors de la zone de dispersion de n'importe quelle voyelle tchèque sur le plan F1-F2, comme visible à la Figure 14. Il s'agit ainsi de voyelles acoustiquement nouvelles.

Annexe du chapitre 9

Prédictions à partir d'un modèle articulatoire (modèle Maeda)

Nous avons établi des prédictions sur les changements formantiques des voyelles extrêmes [i, a, u] et de la voyelle labiale [y] dus au contexte consonantique en utilisant VTDemo (Huckvale, 2009), programme de synthèse articulatoire décrit dans le chapitre 4 de l'introduction. Les paramètres articulatoires utilisés pour synthétiser les cibles vocaliques sont ceux de VTCalcs (Maeda, 1982) : la hauteur de la mâchoire (JW), la position du dos de la langue (TP), la forme de la langue (TS), l'apex de la langue (TA), l'aire aux lèvres (LA) et la protrusion des lèvres (LP). Les valeurs de ces paramètres pour les voyelles cibles sont indiquées dans le Tableau 8. Notons que les valeurs s'étendent sur une échelle de - 3 à + 3 pour chacun des paramètres.

Voyelles	Mâchoire	Langue			Lèvres	
	JW hauteur	TP position	TS forme	TA apex	LA aire	LP protrusion
i	Fermée 0,5	Antérieure -2	1	-2	Très étirée 1	Très étirée -1
y					Arrondie - 0,5	Protruse 1
u		Postérieure 2	1,5		Très arrondie -1	Très protruse 1,5
a	Ouverte -1,5		0	-0,5	Etirée 0,5	Etirée - 0,5

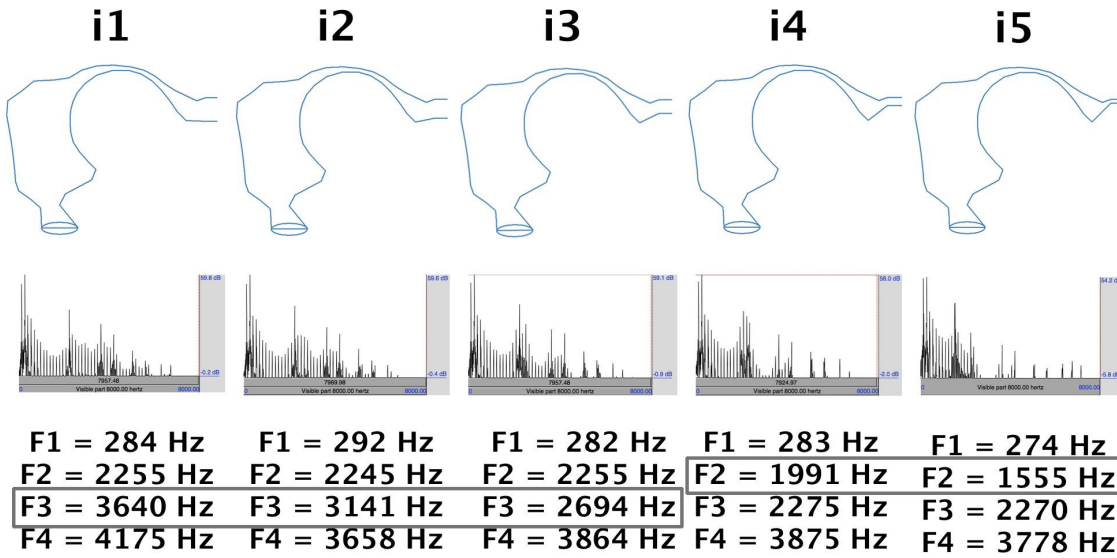
Tableau 8 : Paramètres articulatoires JW (jaw = mâchoire), TP (tongue position = position de la langue), TS (tongue shape = forme de la langue), TA (tongue apex = position de l'apex), LA (Lip Area = aire aux lèvres), LP (lip protrusion = protrusion des lèvres) des voyelles françaises [i, y, u, a] utilisés dans VTCalcs (Maeda, 1982)

Labialisation

Afin de simuler la labialisation des voyelles non arrondies [i] et [a], nous avons manipulé le paramètre LA (lip area : aire aux lèvres) en partant de +1 pour [i] et de +0,5 pour [a] par pas de 0,5 pour atteindre la valeur égale à -1 qui caractérise la voyelle arrondie [u]. Les profils des conduits vocaux résultants ainsi que les conséquences acoustiques (valeurs des formants) sont indiqués et illustrés par des spectrogrammes et spectres dans les figures ci-dessous.

Labialisation de /i/

	Time	ms	Jw	TP	TS	TA	LA	LP	LH	GA	FX	NS
i1	0.00	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
i2	0.30	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	0.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
i3	0.60	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
i4	0.90	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	-0.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
i5	1.20	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0



i_labialisation

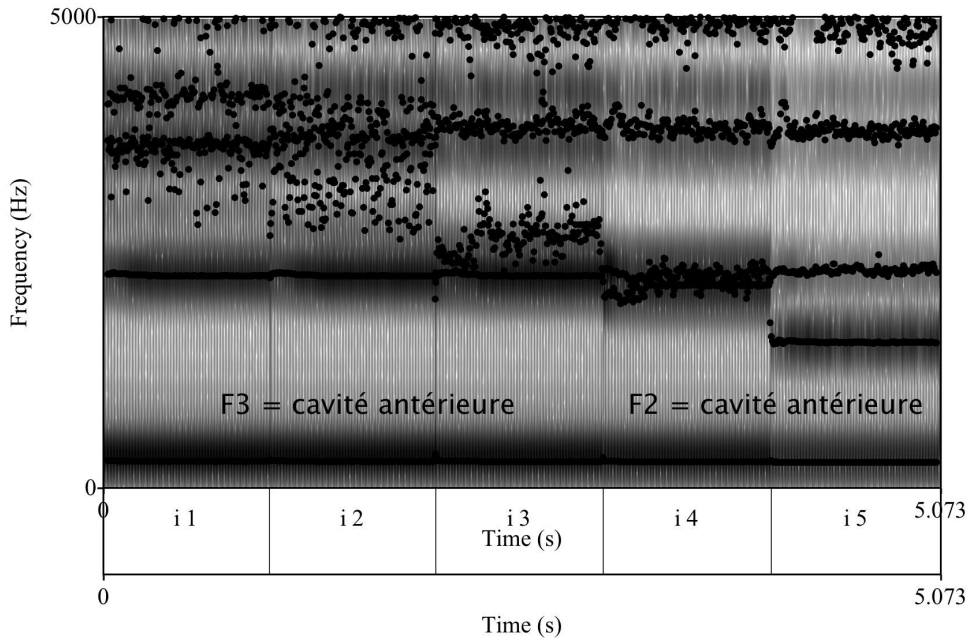


Figure 15 : Simulation de la labialisation de [i] par manipulation du paramètre LA (Lip Area = aire aux lèvres) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 5 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas. On remarque le changement d'affiliation de cavités dans le passage du i3 à i4

Labialisation de /a/

	Time	ms	JW	TP	TS	TA	LA	LP	LH	GA	FX	NS
a1	0.00	300	-1.5	2.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a2	0.30	300	-1.5	2.0	0.0	-0.5	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a3	0.60	300	-1.5	2.0	0.0	-0.5	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a4	0.90	300	-1.5	2.0	0.0	-0.5	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0

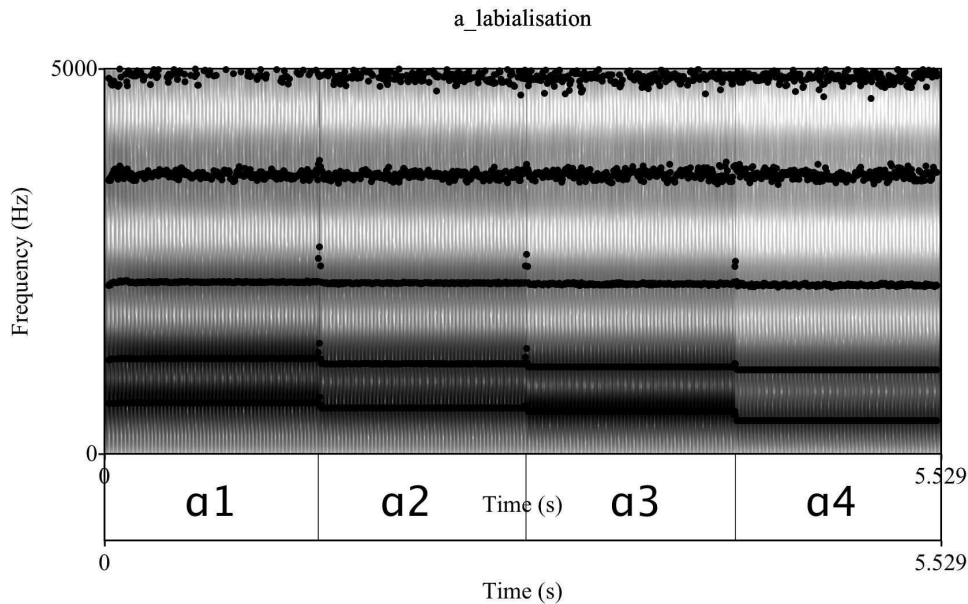
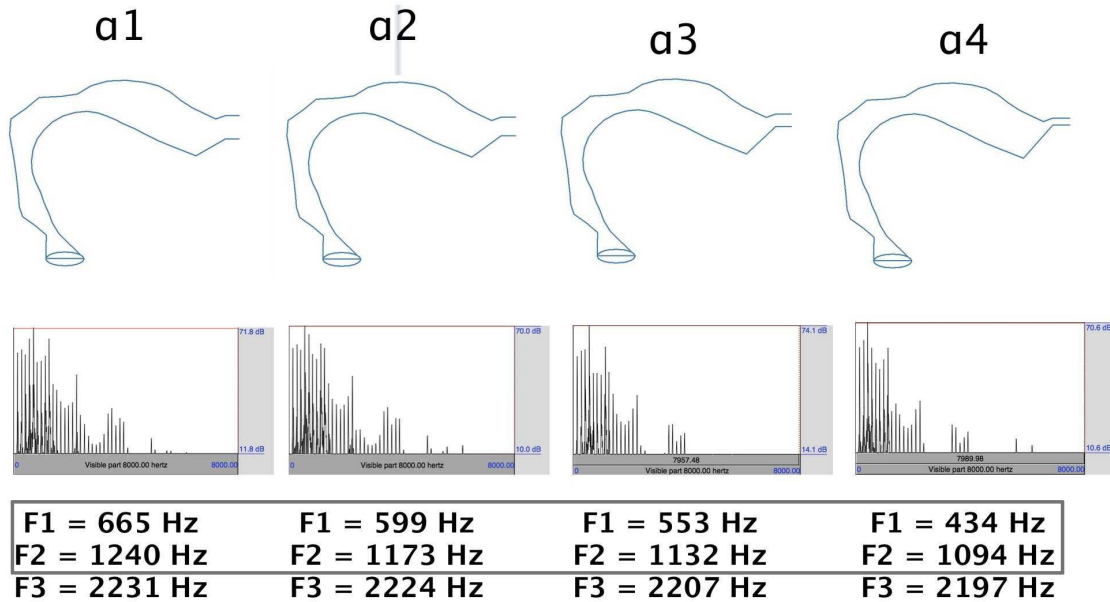


Figure 16 : Simulation de la labialisation de [a] par manipulation du paramètre LA (Lip Area = aire aux lèvres) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 4 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas

La Figure 15 nous fait remarquer que la labialisation engendre une baisse des formants. Dans le cas de [i], la manipulation du paramètre « aire aux lèvres » qui vise une plus grande fermeture des lèvres provoque une baisse du troisième formant des stimuli [i]1 (3640 Hz), [i]2

Annexe du chapitre 9

(3141 Hz), [i]3 (2694 Hz). Pour ces stimuli, le F3 dépend de la cavité antérieure car elle est plus courte que la cavité postérieure. Durant le passage du [i]3 à [i]4, il se produit un changement d'affiliation de cavité, visible sur le spectrogramme (en bas de la Figure 15). Désormais, la cavité antérieure est plus longue que la cavité postérieure et elle détermine alors le deuxième formant. De cette façon, la baisse formantique ne concerne plus le F3 mais le F2 qui est de 1991 Hz pour [i]4 et de 1555 Hz pour [i]5.

Alors que dans le cas de la cible [i], le premier formant est déjà maximale bas, la labialisation de la voyelle ouverte [ɑ], caractérisée par un premier formant élevé, engendre une baisse de ce dernier. La fermeture progressive des lèvres provoque également une légère baisse du deuxième formant qui passe de 1240 Hz pour [ɑ]1 à 1094 Hz pour [ɑ]4, comme visible à la Figure 16.

Conclusion : une labialisation par une plus grande fermeture des lèvres provoque la baisse du formant essentiellement relié à la cavité antérieure, donc F3 de [i] et F2 de [ɑ] ainsi que la baisse de F1 de la voyelle ouverte [ɑ].

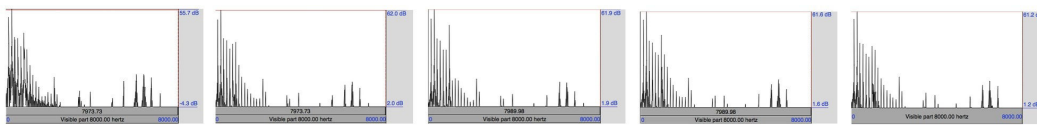
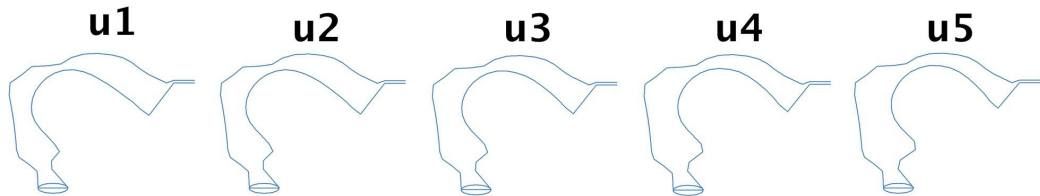
Palatalisation

Afin de simuler la palatalisation des voyelles postérieures [u] et [ɑ], nous avons modifié progressivement le paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 pour atteindre la valeur égale à moins deux qui caractérise les voyelles antérieures [i] et [y].

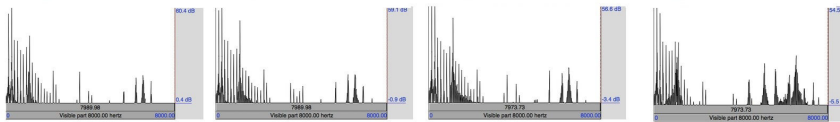
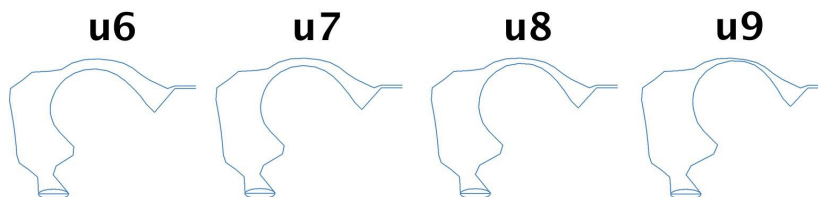
Les profils des conduits vocaux résultants ainsi que les conséquences acoustiques (valeurs des formants) sont indiqués et illustrés par des spectrogrammes et spectres dans les figures ci-dessous.

Palatalisation de /u/

	Time	ms	JW	TP	TS	TA	LA	LP	LH	GA	FX	NS
u1	0.00	300	0.5	2.0	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u2	0.30	300	0.5	1.5	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u3	0.60	300	0.5	1.0	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u4	0.90	300	0.5	0.5	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u5	1.20	300	0.5	0.0	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u6	1.50	300	0.5	-0.5	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u7	1.80	300	0.5	-1.0	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u8	2.10	300	0.5	-1.5	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
u9	2.40	300	0.5	-2.0	1.5	-2.0	-1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0



F1 = 300 Hz	F1 = 307 Hz	F1 = 296 Hz	F1 = 295 Hz	F1 = 298 Hz
F2 = 875 Hz	F2 = 971 Hz	F2 = 985 Hz	F2 = 1017 Hz	F2 = 1107 Hz



F1 = 290 Hz	F1 = 286 Hz	F1 = 272 Hz	F1 = 254 Hz
F2 = 1129 Hz	F2 = 1125 Hz	F2 = 1130 Hz	F2 = 1069 Hz

u_palatalisation

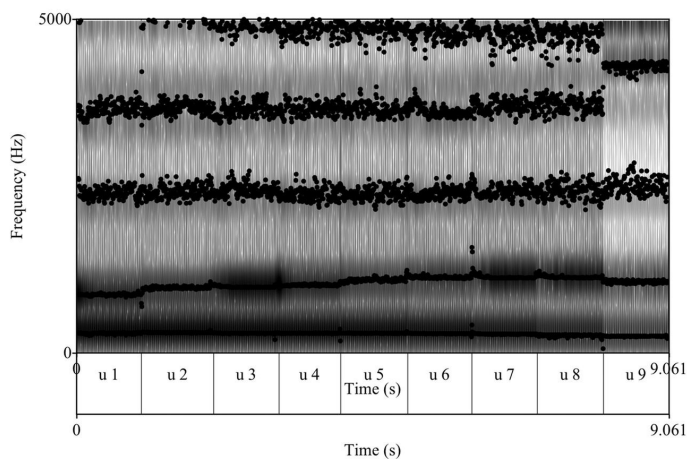
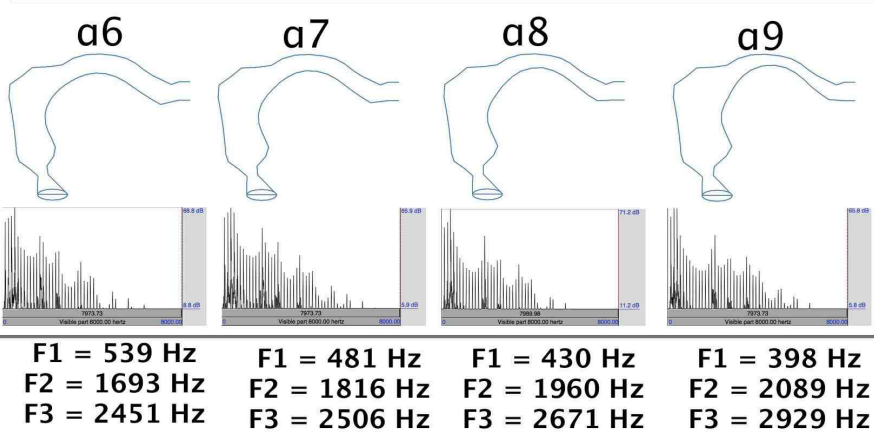
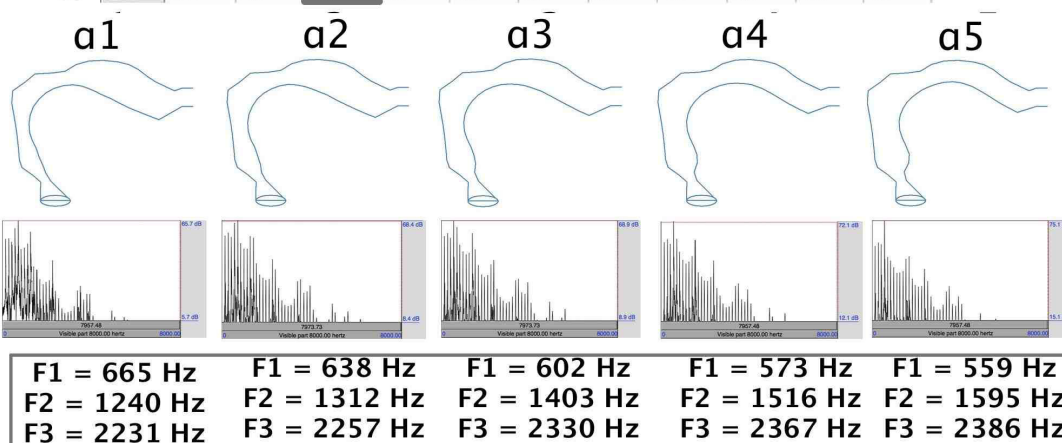


Figure 17 : Simulation de la palatalisation de [u] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas

Palatalisation de /a/

	Time	ms	JW	TP	TS	TA	LA	LP	LH	GA	FX	NS
a1	0.00	300	-1.5	2.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a2	0.30	300	-1.5	1.5	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a3	0.60	300	-1.5	1.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a4	0.90	300	-1.5	0.5	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a5	1.20	300	-1.5	0.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a6	1.50	300	-1.5	-0.5	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a7	1.80	300	-1.5	-1.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a8	2.10	300	-1.5	-1.5	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
a9	2.40	300	-1.5	-2.0	0.0	-0.5	0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0



a_palatalisation

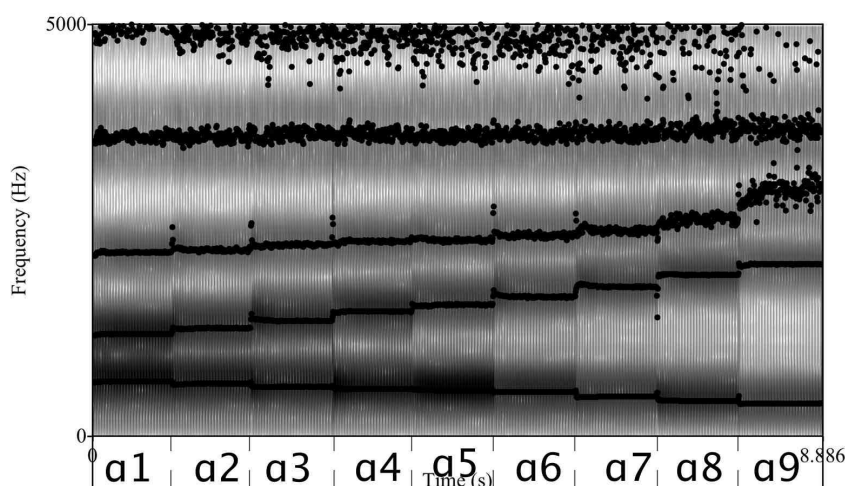


Figure 18 : Simulation de la palatalisation de [a] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas

Dans le cas de la palatalisation de la voyelle fermée [u] (Figure 17), caractérisée par un premier formant bas, le changement concerne d'abord exclusivement le deuxième formant qui passe de 875 Hz pour [u]1 à 1107 Hz pour [u]5. Le F2 augmente alors au fur et à mesure que la

Annexe du chapitre 9

cavité antérieure qui le détermine se raccourcit. Dans le cas des stimuli [u]6 à [u]9, la cavité antérieure devient plus courte que la cavité postérieure et elle détermine désormais le troisième formant qui n'est pas étudié pour [u] comme expliqué dans la partie méthodologique. Le deuxième formant de [u]6 à [u]9, dépendant alors de la cavité postérieure, ne rencontre pas de changements notables (il passe de 1129 Hz à 1069 Hz). En revanche, le premier formant baisse légèrement car il passe de 290 Hz pour [u]6 à 254 Hz pour [u]9.

Durant la simulation de la palatalisation de la voyelle ouverte [ɑ] (Figure 18), caractérisée par un premier formant élevé, l'avancement du dos de la langue provoque une baisse de ce dernier (qui est de 665 Hz pour [ɑ]1 et de 398 Hz pour [ɑ]9) en même temps qu'une élévation importante du deuxième formant (qui passe de 1240 Hz pour [ɑ]1 à 2089 Hz pour [ɑ]9), majoritairement dépendant de la cavité antérieure. Une légère élévation du troisième formant (allant de 2231 Hz pour [ɑ]1 à 2671 Hz pour [ɑ]8) en partie dépendant de la cavité antérieure est également observée. Il est intéressant à noter que dans le cas du passage de [ɑ]8 à [ɑ]9, le changement principal concerne le troisième formant qui passe de 2671 Hz à 2929 Hz (contre l'élévation du F2 qui passe de 1960 Hz à 2089 Hz). Ainsi, dans le cas du stimulus [ɑ]9, la cavité antérieure devient plus courte que la cavité postérieure et elle détermine alors principalement le troisième formant.

Conclusion : une palatalisation par avancement du dos de la langue provoque une élévation du formant majoritairement relié à la cavité antérieure, donc le F2 dans le cas de [u] et [ɑ]. Notons que le F1 de la voyelle ouverte [ɑ] baisse.

Vélarisation

Pour simuler la vélarisation des voyelles antérieures [i] et [y], nous avons de nouveau manipulé le paramètre TP par pas de 0,5 pour atteindre la valeur de deux qui caractérise les voyelles postérieures [u] et [ɑ].

Les profils des conduits vocaux résultants ainsi que les conséquences acoustiques (valeurs des formants) sont indiqués et illustrés par des spectrogrammes et spectres dans les figures ci-dessous.

Vélarisation de /i/

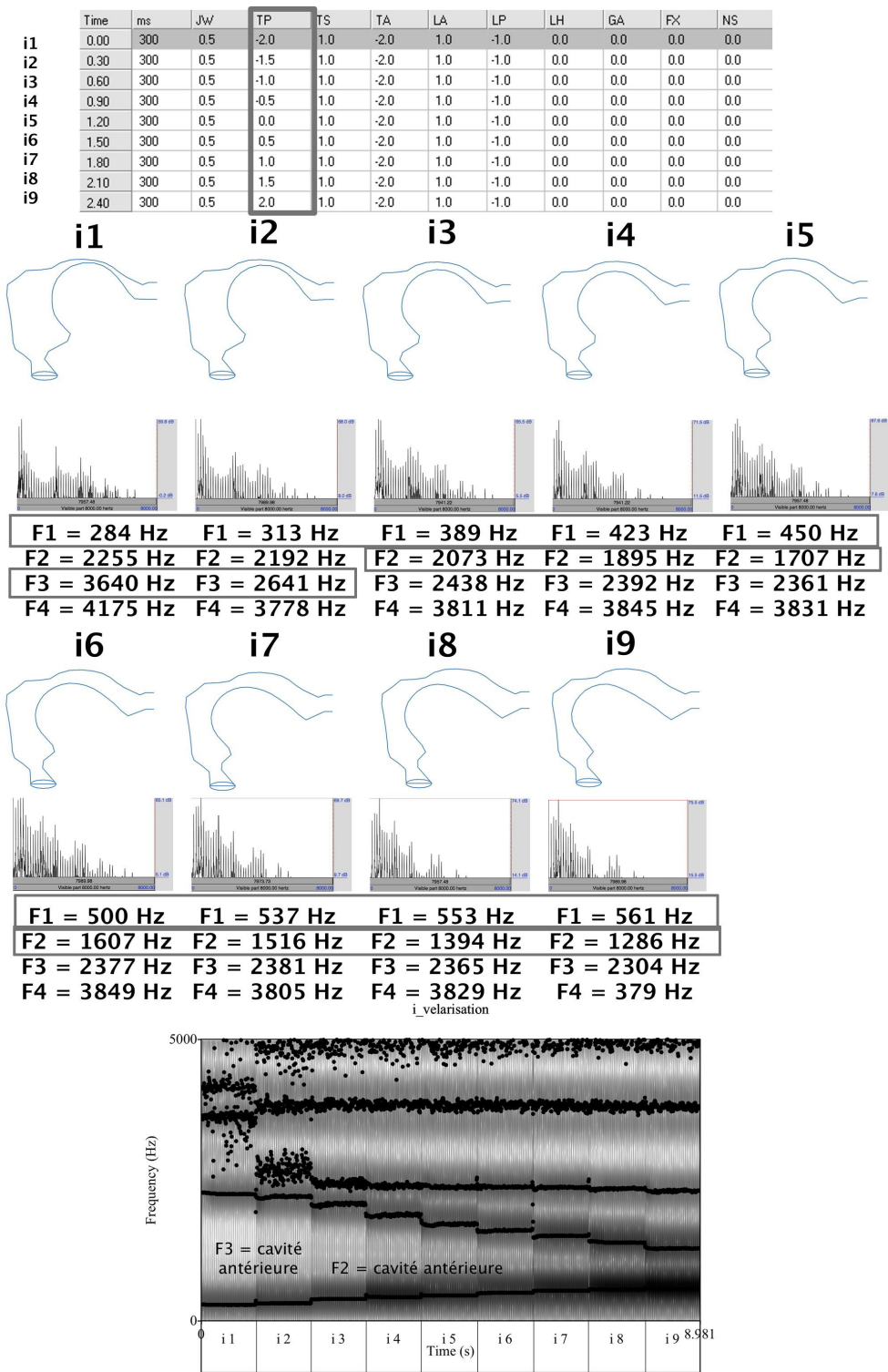


Figure 19 : Simulation de la vélarisation de [i] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas. Il est à noter que la cavité antérieure agit essentiellement sur le F3 des 2 premiers sons, et essentiellement sur le F2 des autres sons

Vélarisation de /y/

	Time	ms	JW	TP	TS	TA	LA	LP	LH	GA	FX	NS
y1	0.00	300	0.5	-2.0	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y2	0.30	300	0.5	-1.5	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y3	0.60	300	0.5	-1.0	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y4	0.90	300	0.5	-0.5	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y5	1.20	300	0.5	0.0	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y6	1.50	300	0.5	0.5	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y7	1.80	300	0.5	1.0	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y8	2.10	300	0.5	1.5	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
y9	2.40	300	0.5	2.0	1.0	-2.0	-0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

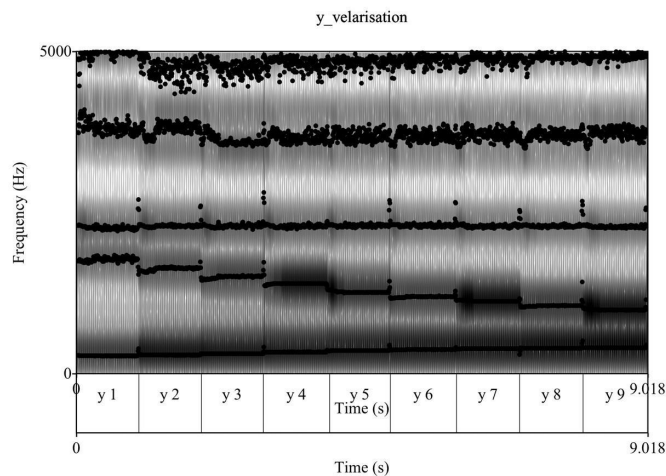
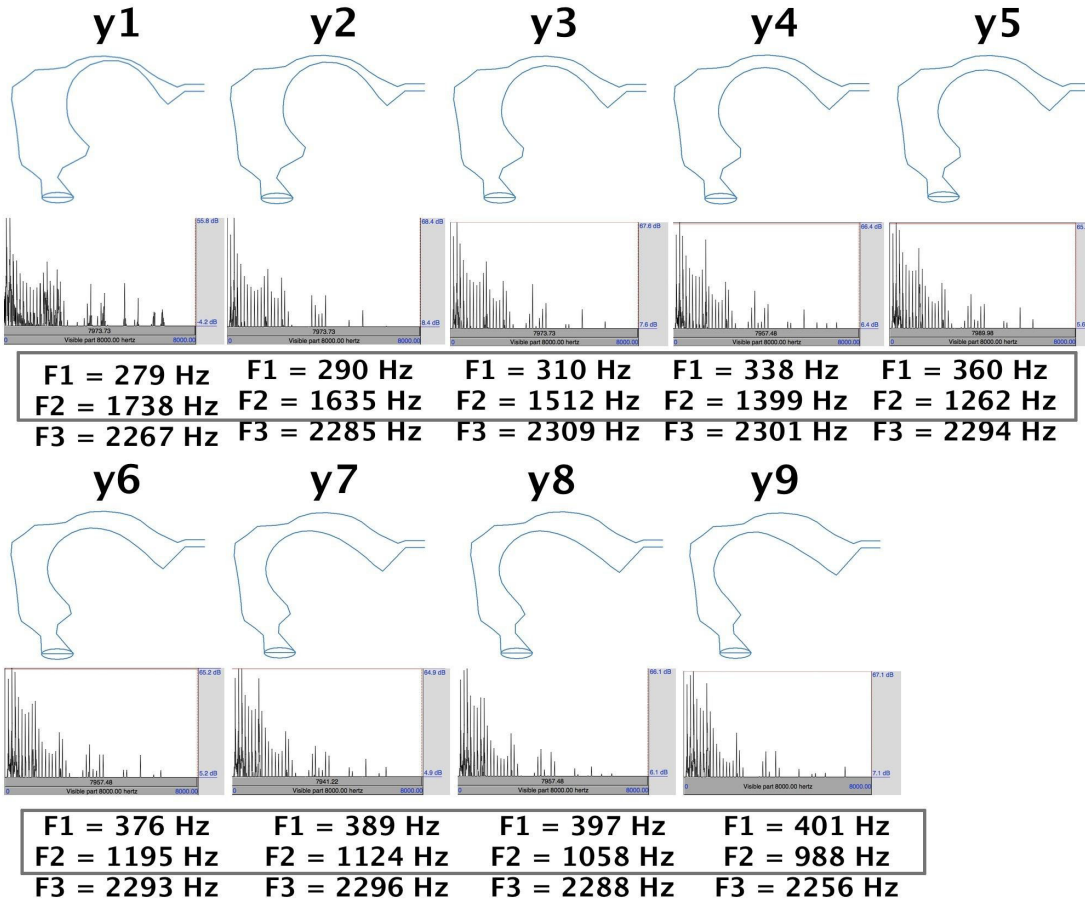


Figure 20 : Simulation de la vélarisation de [y] par manipulation du paramètre TP (tongue position = position du dos de la langue) par pas de 0,5 (tableau du haut). Les conduits vocaux, les spectres et les formants des 9 sons résultants sont au milieu (les changements importants sont encadrés), le spectrogramme est en bas

Enfin, la vélarisation des voyelles antérieures provoque une augmentation du premier formant ainsi qu'une baisse du deuxième (ou troisième) formant.

Annexe du chapitre 9

Durant le mouvement en arrière du dos de la langue des stimuli [i]1 à [i]9 (Figure 19), le premier formant augmente progressivement (de 284 Hz pour [i]1 à 561 Hz pour [i]9). Dans le cas des deux premiers stimuli [i]1 et [i]2, la cavité antérieure, plus courte que la cavité postérieure, détermine essentiellement le troisième formant qui baisse de manière importante (de 3640 à 2641 Hz). Le deuxième formant, dépendant en partie de la cavité antérieure, baisse de manière moins importante (de 2255 Hz à 2192 Hz). En revanche, dans le cas des stimuli [i]3 à [i]9, la cavité antérieure s'allonge, elle détermine désormais le deuxième formant qui porte alors des changements plus importants que le troisième formant. Ainsi, le F2 baisse progressivement de 2073 Hz pour [i]3 à 1286 Hz pour [i]9 et le F3 baisse de 2438 Hz à 2304 Hz.

Enfin, le recul de la langue durant la voyelle antérieure fermée labiale [y], caractérisée par un premier et troisième formant bas, déclenche de nouveau une augmentation du F1, qui passe alors de 279 Hz pour [y]1 à 401 Hz pour [y]9. Contrairement au [i], la cavité antérieure, plus longue que la cavité postérieure (allongée par la fermeture et protrusion labiale) détermine essentiellement le deuxième formant. Ce dernier baisse alors progressivement de 1738 Hz pour [y]1 à 988 Hz pour [y]9. Le troisième formant, essentiellement dû à la cavité postérieure, évolue minimalement et de manière irrégulière.

Conclusion : une vélarisation par recul du dos de la langue provoque une baisse du formant relié essentiellement à la cavité antérieure, donc F3 pour [i] et F2 pour [y]. Notons que le premier formant des deux voyelles fermées augmente.

Formants moyens, ET des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R (toutes syllabes confondues)

Valeurs moyennes des formants

Le Tableau 9 fournit les valeurs formantiques moyennes des voyelles orales du français, produites en contextes symétriques p, t, k, R par 10 Françaises natives (4 répétitions* 3 positions dans les logatomes CVCVCVC* valeur prise à la moitié de la durée vocalique).

	487,9261423	1694,602128	2869,148133	4326,174004		634,0395833	1264,502083	2784,522917
▼ 2_mid					▼ o			
▼ a	787,5104167	1693,814583	2797,997917		k	616,325	1267,575	2614,658333
k	726,8416667	1976,475	2689,375		p	642,4916667	1230,633333	2762,808333
p	816,9824561	1571,359649	2791,447368		R	662,5583333	1110,4	2890,016667
R	838,0238095	1426,269841	2796,34127		t	614,7833333	1449,4	2870,608333
t	767,1416667	1808,408333	2914,583333		▼ u	307,2672234	908,5553236	2770,02714
▼ e	439,4291667	2322,4875	3060,808333		k	297,0916667	847,7166667	2685,5
k	416,15	2431,875	3141,716667		p	302,8083333	853,875	2653,2
p	426,875	2306,808333	3040,5		R	335,4705882	718,9327731	2985,87395
R	485,175	2270,333333	3005,725		t	293,9333333	1212,116667	2757,333333
t	429,5166667	2280,933333	3055,291667		▼ y	308,2557652	1961,492662	2602,809224
▼ ε	629,4958333	2139,697917	2962,470833		k	284,1880342	2053,08547	2479,222222
k	564,75	2336,883333	2958,133333		p	280,1833333	2027,258333	2534,058333
p	645,5166667	2097,175	2929,416667		R	379,7166667	1693,35	2732,833333
R	700,05	2004,525	2961,091667		t	288,3333333	2074,566667	2662,033333
t	607,6666667	2120,208333	3001,241667		▼ 2_mid	467,0075188	1629,694236	2895,042607
▼ i	309,4779874	2453,828092	3478,381551	4326,174004	▼ a	823,425	1293,45	2828,875
k	275,5083333	2535,541667	3683,516667	4366,141667	o	823,425	1293,45	2828,875
p	272,725	2373,333333	3500,725	4364,091667	▼ e	404,0769231	2509,025641	3364,641026
R	399,2393162	2495,888889	3291,128205	4234,153846	o	404,0769231	2509,025641	3364,641026
t	292,6833333	2411,6	3433,475	4338,008333	▼ ε	628,9	2248,8	3057,2
▼ o	435,5604167	948,4895833	2820,277083		o	628,9	2248,8	3057,2
k	440,5916667	935,1833333	2672,475		▼ i	263,3947368	2525,947368	3799,026316
p	434,8083333	882,5	2774,066667		o	263,3947368	2525,947368	3799,026316
R	440,9583333	800,866667	2967,541667		▼ o	419,925	782,125	2776,85
t	425,8833333	1175,408333	2867,025		o	419,925	782,125	2776,85
▼ ø	427,8074534	1596,180124	2669,186335		▼ ø	406,0731707	1572,878049	2618,02439
k	415,9920635	1724,547619	2495,746032		o	406,0731707	1572,878049	2618,02439
p	422,1333333	1604,525	2650,008333		▼ œ	589,425	1587,6	2747,85
R	460,2735043	1317,957265	2787,504274		o	589,425	1587,6	2747,85
t	414,2333333	1724,316667	2755,116667		▼ o	585,75	1060,375	2878,125
▼ œ	598,8721174	1662,161426	2747,425577		o	585,75	1060,375	2878,125
k	552,3859649	1827,72807	2545,175439		▼ u	277,5365854	772,1219512	2501,780488
p	607,4166667	1634,133333	2774,416667		o	277,5365854	772,1219512	2501,780488
R	651,0569106	1429,780488	2806,747967		▼ y	266,075	2034,275	2451,75
t	581	1771,091667	2851,766667		o	266,075	2034,275	2451,75

Tableau 9 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique)

Écarts types des moyennes formantiques

Le Tableau 10 fournit les écarts types des valeurs formantiques moyennes des voyelles orales du français, produites en contextes symétriques p, t, k, R par 10 Françaises natives (4 répétitions* 3 positions dans les logatomes CVCVCVC* valeur prise à la moitié de la durée vocalique).

2_mid	172,4379227	550,6464376	323,4063937	229,2874996	o	74,30030259	162,2322879	254,611316
a	109,4993727	248,2134347	212,8996107		k	73,44101417	100,9868668	275,7118059
k	103,3740045	159,4326581	204,8784047		p	78,14541453	99,66801476	202,625137
p	87,00076111	109,4316069	167,3298947		R	60,74880029	79,50798279	231,3416108
R	108,8597971	129,9999023	225,7471564		t	73,81093077	141,0652391	205,138334
t	101,3769317	97,38664998	186,2932352		u	36,3695524	213,4992689	287,1073985
e	55,27240553	188,123865	164,561468		k	29,69508797	76,22502989	204,2927542
k	41,90598722	158,4600558	139,1629951		p	29,02340285	77,27442776	221,1498066
p	42,68303394	189,9747129	135,6458563		R	40,47887575	90,57562914	350,8843441
R	59,07034156	172,9684157	199,031688		t	29,41266329	165,9794046	225,0768061
t	48,11610316	185,8446868	146,6882246		y	55,3200542	222,6657122	204,6290538
ε	87,82797752	177,8607816	166,4243488		k	34,28680545	167,948092	196,8679371
k	80,47613039	135,4830253	143,5939029		p	31,02018409	136,1053408	133,9037843
p	68,52184628	135,7084531	131,2839365		R	46,41033341	165,2923893	189,1057831
R	69,15660586	124,7701054	210,0052018		t	32,6358398	164,2278461	188,8181702
t	71,47642655	123,1048536	163,9852932		2_mid	185,6463852	650,4820916	430,1991074
i	63,31007823	243,3932647	257,2920493	229,2874996	a	119,3494949	167,1403448	164,1869147
k	25,70452526	223,4049681	166,0562314	168,8124759	o	119,3494949	167,1403448	164,1869147
p	25,66721825	249,8931648	245,2770672	188,2979936	e	40,80336971	202,3612568	158,918133
R	52,94607692	205,4519315	215,0769926	309,2487453	o	40,80336971	202,3612568	158,918133
t	35,33607753	258,1738519	229,180783	203,9267662	ε	53,41122517	137,3431413	173,7609912
o	49,44679872	176,0689153	219,2748352		o	53,41122517	137,3431413	173,7609912
k	48,15494876	113,072148	203,354059		i	21,82056986	277,3463	236,9088645
p	47,31324114	83,70496406	177,1179037		o	21,82056986	277,3463	236,9088645
R	58,86494953	83,04923449	184,2063556		o	39,15412511	83,07493914	144,9653451
t	40,85518252	140,0832583	196,5378687		o	39,15412511	83,07493914	144,9653451
ø	53,08888447	215,2851401	199,6229913		ø	33,99293327	136,5031493	170,4708902
k	51,42100676	113,2846755	185,4008818		o	33,99293327	136,5031493	170,4708902
p	47,49647193	149,7787703	133,6981736		œ	74,84441555	148,0183287	219,2011779
R	53,27249791	150,5369924	164,6592419		o	74,84441555	148,0183287	219,2011779
t	47,04936319	139,7916206	166,0233447		ɔ	80,34405184	98,84945495	176,5850108
œ	81,80591911	192,2308692	196,2026724		o	80,34405184	98,84945495	176,5850108
k	68,28499735	114,3040724	153,051917		u	22,50566324	61,0607055	235,5453791
p	76,96529648	104,3003044	145,2891399		o	22,50566324	61,0607055	235,5453791
R	73,58270699	136,190232	177,0518861		y	23,76313402	128,1779587	191,9620355
t	74,73853584	103,3245678	154,7725212		o	23,76313402	128,1779587	191,9620355

Tableau 10 : Écarts types des valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique)

F2 des voyelles en contexte dans les études de Stevens and House (1963) et de Hillenbrand et al. (2001)

Voyelle/contexte		F2 Hillenbrand, Clarke et al.			F2 Stevens et House		
		labial	alvéolaire	vélaire	labial	alvéolaire	vélaire
i	Voyelles antérieures	(↓)	--	--	(↓)	--	--
ɪ		↓(↓)	↓	(↑)	↓↓	↓↓	--
ε		↓	--	(↑)	↓↓	↓↓	--
æ		(↓)	--	--	↓(↓)	↓	--
u	Voyelles postérieures	--	↑↑↑↑↑	↑	↑	↑↑↑↑↑	↑↑
ʊ		(↓)	↑↑(↑)	↑	--	↑↑	(↑)
ʌ		--	↑↑	↑(↑)	(↓)	(↑)	--
ɑ		--	↑	(↑)	--	(↑)	--

Tableau 11 : Les mouvements de F2 des voyelles antérieures et postérieures de l'anglais, insérées en contextes labial, alvéolaire et vélaire, estimés par rapport aux formants des voyelles isolées. ↑ signifie une augmentation de la valeur et ↓ indique sa baisse. Le nombre de flèches indique l'ampleur des mouvements formantiques (1 flèche par tranche de 100 Hz). Une flèche entre parenthèse correspond à une variation entre 50-100 Hz. Tableau comparant les résultats de (Stevens and House, 1963) et (Hillenbrand et al., 2001). Les résultats différents entre les deux études sont en rouge

Annexe du chapitre 9

En ce qui concerne le sens de mouvements formantiques occasionnés par le contexte consonantique symétrique labial, alvéolaire et coronal, calculés par rapport aux valeurs prototypiques de la voyelle prononcée en isolation (la cible), le Tableau 11 récapitule les travaux classiques de (Hillenbrand *et al.*, 2001; Stevens and House, 1963) sur les voyelles de l'anglais américain. Le sens du mouvement est exprimé par le sens de la flèche (montant ou descendant) et l'ampleur par le nombre de flèches : une flèche correspond alors à un changement d'environ 100 Hz par rapport à la cible, une flèche entre parenthèse représente un changement inférieur à 100 Hz.

En comparant les résultats des deux études sur la coarticulation des voyelles de l'anglais américain [i, ɪ, ε, æ, u, ʊ, ʌ, ɑ] en contextes symétriques labial, alvéolaire et vélaire (les contextes exacts précisés dans le chapitre un), nous remarquons que Stevens et House notent de plus amples mouvements formantiques des voyelles antérieures insérées en contextes labial et alvéolaire (se traduisant par une baisse de F2) que Hillenbrand et al. En revanche, ces derniers notent une élévation de F2 (inférieure à 100 Hz) pour [ɪ, ε] insérées en contexte vélaire alors que Stevens et House n'observent pas de changements de valeurs de F2 des voyelles antérieures en contexte vélaire par rapport à la cible. Concernant les voyelles postérieures, les deux études reportent une forte élévation du F2 en contexte alvéolaire par rapport à la cible, quoique chez Hillenbrand et al. cette augmentation est encore plus importante, notamment dans le cas de [u] dont le F2 augmente par rapport à la cible en moyenne de 500 Hz contre 400 Hz chez Stevens et House. En contexte vélaire, ces derniers observent une plus forte augmentation du F2 de [u] : il passe alors de 800 Hz en isolation à 1000 Hz environ contre un passage de 1000 Hz à 1100 Hz chez Hillenbrand et al. Toujours en contexte vélaire, ces derniers reportent des mouvements formantiques importants pour [ʌ, ɑ] (élévation d'une centaine de Hertz par rapport à la cible) alors que Stevens et House n'observent pas de changements acoustiques.

Effet global des facteurs **Voyelle** et **Contexte** sur les formants vocaliques en français : Test a posteriori de Fisher

F1

Pour vérifier à quels groupes est du l'effet global combiné des deux facteurs **Voyelle*Contexte** sur le F1, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 12 indique que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F1	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-a *contexte-0 vs voyelle-a *contexte-k	96,583	8,715	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-0 vs voyelle-a *contexte-t	56,283	5,079	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *contexte-R vs voyelle-ε *contexte-0	71,150	6,420	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-R vs voyelle-ε *contexte-0	33,658	3,037	1,960	0,002
voyelle-œ *contexte-R vs voyelle-œ *contexte-0	61,632	5,578	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-p vs voyelle-œ *contexte-0	53,067	4,789	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-k	64,150	5,789	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-k vs voyelle-ɔ *contexte-0	30,575	2,759	1,960	0,006
voyelle-ɔ *contexte-t vs voyelle-ɔ *contexte-0	29,033	2,620	1,960	0,009
voyelle-œ *contexte-0 vs voyelle-œ *contexte-k	37,039	3,321	1,960	0,001
voyelle-e *contexte-R vs voyelle-e *contexte-0	81,098	7,249	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-R vs voyelle-ø *contexte-0	54,200	4,920	1,960	< 0,0001

Annexe du chapitre 9

voyelle-e *contexte-t vs voyelle-e *contexte-0	25,440	2,274	1,960	0,023
voyelle-e *contexte-p vs voyelle-e *contexte-0	22,798	2,038	1,960	0,042
voyelle-i *contexte-R vs voyelle-i *contexte-0	135,845	11,986	1,960	< 0,0001
voyelle-y *contexte-R vs voyelle-y *contexte-0	113,642	10,255	1,960	< 0,0001
voyelle-u *contexte-R vs voyelle-u *contexte-0	57,934	5,271	1,960	< 0,0001
voyelle-i *contexte-t vs voyelle-i *contexte-0	29,289	2,592	1,960	0,010
voyelle-y *contexte-t vs voyelle-y *contexte-0	22,258	2,009	1,960	0,045
voyelle-u *contexte-p vs voyelle-u *contexte-0	25,272	2,302	1,960	0,021

Tableau 12 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (français)

F2

Pour vérifier à quels groupes est du l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Contexte sur le F2, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 13 indique que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F2	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-p	152,614	5,600	1,960	< 0,0001
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-t	114,347	4,196	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-R	238,692	8,845	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-t	228,092	8,452	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-p	202,217	7,494	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-k	77,151	2,859	1,960	0,004
voyelle-ε *contexte-k vs voyelle-ε *contexte-0	88,083	3,295	1,960	0,001
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-R	244,275	9,139	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-p	151,625	5,673	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-t	128,592	4,811	1,960	< 0,0001
voyelle-y *contexte-0 vs voyelle-y *contexte-R	340,925	12,755	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-k vs voyelle-a *contexte-0	683,025	25,553	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *contexte-k vs voyelle-œ *contexte-0	240,128	8,925	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-t vs voyelle-a *contexte-0	514,958	19,265	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *contexte-t vs voyelle-œ *contexte-0	183,492	6,865	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-k vs voyelle-ø *contexte-0	151,670	5,762	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-t vs voyelle-ø *contexte-0	151,439	5,718	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *contexte-0 vs voyelle-œ *contexte-R	157,820	5,922	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-0 vs voyelle-ø *contexte-R	254,921	9,594	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-p vs voyelle-a *contexte-0	277,910	10,329	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-t vs voyelle-ɔ *contexte-0	389,025	14,554	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-R vs voyelle-a *contexte-0	132,820	4,999	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-k vs voyelle-ɔ *contexte-0	207,200	7,752	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *contexte-p vs voyelle-ɔ *contexte-0	170,258	6,370	1,960	< 0,0001
voyelle-u *contexte-t vs voyelle-u *contexte-0	439,995	16,614	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-t vs voyelle-o *contexte-0	393,283	14,713	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-k vs voyelle-o *contexte-0	153,058	5,726	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-p vs voyelle-o *contexte-0	100,375	3,755	1,960	0,000

Annexe du chapitre 9

voyelle-u *contexte-p vs voyelle-u *contexte-0	81,753	3,087	1,960	0,002
voyelle-u *contexte-k vs voyelle-u *contexte-0	75,595	2,854	1,960	0,004
voyelle-u *contexte-0 vs voyelle-u *contexte-R	53,189	2,006	1,960	0,045

Tableau 13 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (français)

F3

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Contexte sur le F3, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 14 indique que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F3	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-R	507,898	14,034	1,960	< 0,0001
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-t	365,551	10,132	1,960	< 0,0001
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-p	298,301	8,268	1,960	< 0,0001
voyelle-i *contexte-0 vs voyelle-i *contexte-k	115,510	3,202	1,960	0,001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-R	358,916	10,046	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-p	324,141	9,073	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-t	309,349	8,659	1,960	< 0,0001
voyelle-e *contexte-0 vs voyelle-e *contexte-k	222,924	6,240	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-p	127,783	3,611	1,960	0,000
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-k	99,067	2,799	1,960	0,005
voyelle-ε *contexte-0 vs voyelle-ε *contexte-R	96,108	2,716	1,960	0,007
voyelle-u *contexte-R vs voyelle-u *contexte-0	484,093	13,792	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-R vs voyelle-o *contexte-0	190,692	5,389	1,960	< 0,0001
voyelle-a *contexte-t vs voyelle-a *contexte-0	85,708	2,422	1,960	0,015
voyelle-ɔ̃ *contexte-0 vs voyelle-ɔ̃ *contexte-p	115,317	3,259	1,960	0,001
voyelle-ɔ̃ *contexte-0 vs voyelle-ɔ̃ *contexte-k	263,467	7,445	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-t vs voyelle-o *contexte-0	90,175	2,548	1,960	0,011
voyelle-œ *contexte-t vs voyelle-œ *contexte-0	103,917	2,936	1,960	0,003
voyelle-a *contexte-0 vs voyelle-a *contexte-k	139,500	3,942	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-R vs voyelle-ø *contexte-0	169,480	4,818	1,960	< 0,0001
voyelle-o *contexte-0 vs voyelle-o *contexte-k	104,375	2,949	1,960	0,003
voyelle-u *contexte-t vs voyelle-u *contexte-0	255,553	7,288	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-t vs voyelle-ø *contexte-0	137,092	3,910	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *contexte-0 vs voyelle-œ *contexte-k	202,675	5,690	1,960	< 0,0001
voyelle-y *contexte-R vs voyelle-y *contexte-0	281,083	7,943	1,960	< 0,0001
voyelle-u *contexte-k vs voyelle-u *contexte-0	183,720	5,240	1,960	< 0,0001
voyelle-y *contexte-t vs voyelle-y *contexte-0	210,283	5,942	1,960	< 0,0001
voyelle-u *contexte-p vs voyelle-u *contexte-0	151,420	4,319	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *contexte-0 vs voyelle-ø *contexte-k	122,278	3,509	1,960	0,000
voyelle-y *contexte-p vs voyelle-y *contexte-0	82,308	2,326	1,960	0,020

Tableau 14 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (français)

Caractère focal des voyelles du français : comparaison avec les données de Gendrot and Adda-Decker (2005)

Nous avons comparé les distances acoustiques F2-F1 des voyelles postérieures et du [a] et F3-F2 du [y] avec les données de (Gendrot and Adda-Decker, 2005) sur la parole radiophonique (tout contexte consonantique confondu) avec celles calculées à partir de nos données (également tout contexte consonantique confondu) et le résultat se trouve dans le Tableau 15.

	F2-F1	
	Nos données	G&A
o	544	702
ɔ	549	819
u	616	749
a	669	992
F3-F2		
y	691	682

Tableau 15 : Distance acoustique (en Hertz) F2-F1 pour les voyelles postérieures [u, o, ɔ] et [a] et F3-F2 pour la voyelle [y] selon (Gendrot and Adda-Decker, 2005) .

Le Tableau 15 montre que le caractère focal des voyelles postérieures du français est davantage réduit en parole radiophonique que dans la production de logatomes (nos données), ce qui est un résultat attendu. La voyelle [a] est de nouveau maximale impactée ce qui s'explique par son articulation antérieure dès qu'elle apparaît en contexte (tendance des Français natifs déjà observée par Vaissière).

Formants moyens, ET des voyelles monophthongues du tchèque produites en contextes p, t, k, h (toutes syllabes confondues)

Valeurs moyennes des formants

Le Tableau 16 fournit les valeurs formantiques moyennes des voyelles orales du tchèque produites en contextes symétriques p, t, k, h par 20 Tchèques natives (4 répétitions* 3 positions dans les logatomes CVCVCVC* valeur prise à la moitié de la durée vocalique).

Annexe du chapitre 9

▼ a	782,4341979	1403,528338	2741,393852	▼ i:	268,8431184	2710,114533	3530,657363	4243,382098
o	866,9	1336,275	2720,8	o	258,4125	2741,275	3609,15	4260,6375
h	833,4481328	1356,190871	2801,170124	h	281,125	2711,2	3479,45	4226,8875
k	753,1541667	1520,716667	2522,370833	k	264,3583333	2743,945833	3576,083333	4243,033333
p	762,8791667	1302,741667	2778,441667	p	263,5941423	2682,338912	3536,142259	4257,782427
t	751,8875	1457,079167	2870,208333	t	269,75	2692,470833	3504,8125	4240,133333
▼ a:	892,6881617	1532,9923	2739,67565	▼ o:	483,785645	996,3588749	2799,848691	
o	931,55	1442,8625	2740,3625	o	539,4375	938,45	2754,9125	
h	896,1715481	1477,560669	2797,945607	h	493,991453	988,8931624	2833,944444	
k	880,45	1618,15	2595,3	k	474,2320675	986,907173	2610,670886	
p	894,9666667	1481,966667	2770,716667	p	470,5916667	928,0125	2793,208333	
t	886,225	1584,104167	2794,754167	t	477,9125	1100,620833	2975,0375	
▼ E	614,4416586	2014,004822	2883,947927	▼ o:	518,3126787	986,7616778	2821,959009	
o	708,6	2036,5625	2917,425	o	509,825	918,3	2753,95	
h	692,8860759	2021,050633	2918,565401	h	519,8170732	993,0934959	2869,158537	
k	516,2375	2255,075	2822,675	k	517,4032922	990,4485597	2669,411523	
p	633,6083333	1865,675	2851,795833	p	519,65	950,2041667	2846,404167	
t	584,6291667	1906,7875	2932,029167	t	519,1833333	1035,916667	2926,258333	
▼ E:	672,6065259	2069,606526	2936,152591	▼ u:	341,0634615	831,0298077	2794,597115	
o	702,725	2098,2	2936,925	o	340,6	714,7375	2737,6625	
h	704,3292181	2060,300412	2942,662551	h	350,7625	813,6916667	2779,7875	
k	611,2	2214,758333	2891,041667	k	335,75	766,9666667	2742,675	
p	703,9330544	1994,075314	2942,640167	p	348,6166667	757,3416667	2804,095833	
t	660,6583333	1999,5625	2967,954167	t	329,2791667	1024,883333	2870,808333	
▼ i	393,3832853	2428,09318	3018,386167	4185,048991	▼ u:	296,4028846	770,3259615	2746,065385
o	401,9	2555,9125	3094,8875	4185,425	o	289,2875	657,8625	2627,525
h	389,2708333	2510,9125	3052,525	4177,779167	h	302,6666667	749,3	2765,4375
k	360,2166667	2607,725	3110,641667	4214,966667	k	298,8875	737,1291667	2722,379167
p	417,4688797	2276,605809	2906,813278	4120,008299	p	295,2291667	726,9666667	2753,466667
t	403,6375	2275,154167	2978,529167	4227,5875	t	291,2	905,3958333	2782,491667

Tableau 16 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles monophongues du tchèque produites en contextes p, t, k, h, calculées à partir de 4 répétitions* 20 Tchèques natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique)

Écarts types des valeurs moyennes des formants

Le Tableau 17 fournit les écarts types des valeurs formantiques moyennes des voyelles orales du tchèque produites en contextes symétriques p, t, k, h par 20 Tchèques natives (4 répétitions* 3 positions dans les logatomes CVCVCVC* valeur prise à la moitié de la durée vocalique).

▼ a	89,39503806	161,3440227	226,2323612	▼ i:	34,22389486	201,650806	201,9935424	243,3277627
o	76,10212991	92,98618041	176,5323795	o	36,56715471	152,5554454	184,4048312	214,3570453
h	86,25344444	127,386996	146,7503553	h	40,71712037	198,3739168	182,0148667	256,0363628
k	79,92007765	123,9967055	247,1422777	k	29,14048955	206,5678315	208,1471391	245,3260296
p	83,12025608	182,7834531	176,9628614	p	28,92279144	197,4957669	198,0016675	232,6045684
t	69,99324422	121,2198027	168,6209086	t	32,68673422	213,2773725	207,365529	248,4968512
▼ a:	88,04428823	147,7001074	178,5863502	▼ o:	81,56226776	118,6081221	262,7963743	
o	78,28007167	122,8857392	145,6369896	o	62,80144394	90,81444429	215,6523335	
h	106,1186502	133,5393888	163,3265828	h	97,00648142	92,42030157	218,6676813	
k	90,49841997	137,8412251	175,8600195	k	78,505431	89,31519026	262,4716799	
p	70,91558224	130,4976912	130,4594509	p	75,46852217	88,33657967	258,5193403	
t	80,57948725	132,8709758	169,2704317	t	70,51096127	130,4655086	180,604409	
▼ E	99,96927965	212,8275921	170,0201419	▼ o:	80,82788141	108,5842113	257,6148474	
o	39,67258404	143,0153434	141,7323003	o	65,21508232	83,24348912	244,1138404	
h	72,89520933	158,865141	189,8616383	h	84,13164534	97,48295193	219,6409576	
k	80,21157854	163,7275092	176,0062124	k	86,04069951	103,0713888	241,4041812	
p	76,55389392	142,9145903	144,225982	p	78,73472755	94,04091952	224,42143	
t	72,41217436	158,7944932	150,3194756	t	79,12571252	121,143166	271,0340341	
▼ E:	76,29328538	184,9797473	163,721492	▼ u:	46,87872474	153,9415788	289,7563913	
o	59,33918273	147,7439969	156,8531342	o	46,53693239	83,28550009	303,8290219	
h	68,88191064	158,9972331	164,5190377	h	51,67445014	100,7253439	307,7784494	
k	71,54319291	162,6360002	153,279595	k	46,54871026	86,9455592	290,1987679	
p	60,89386444	153,9507267	149,0368103	p	42,30457078	80,95160968	275,8565724	
t	65,84506931	184,4561503	180,1533807	t	43,49088761	155,9863841	263,635789	
▼ i	51,07630104	212,2053431	162,2982735	284,1006026	▼ u:	42,26740339	130,3075746	287,4223962
o	53,00671082	134,2428551	133,0256465	223,7139208	o	38,65039465	80,81495409	267,095203
h	48,70246941	149,2771868	143,4287812	268,3853417	h	46,20788633	100,3106973	277,076497
k	50,44093166	143,9586158	164,5166266	254,903097	k	40,36361729	95,42117595	299,1453831
p	44,41499449	158,0772959	132,9913311	339,0400418	p	40,20691232	88,08738846	284,1039333
t	41,1060198	174,6597085	132,4739778	274,239444	t	42,43441408	136,8909928	285,5685219

Tableau 17 : Écarts types des valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 des voyelles monophongues du tchèque produites en contextes p, t, k, h, calculées à partir de 4 répétitions* 20 Tchèques natives* 3 positions (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique)

Effet global des facteurs Voyelle et Contexte sur les formants vocaliques en tchèque : Test a posteriori de Fisher

F1

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Contexte sur le F1, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 18 indique

Annexe du chapitre 9

que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F1	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-a:*contexte-0 vs voyelle-a:*contexte-k	51,100	5,974	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-0 vs voyelle-a:*contexte-t	45,325	5,299	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-0 vs voyelle-a:*contexte-p	36,583	4,277	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-0 vs voyelle-a:*contexte-h	35,378	4,134	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-0 vs voyelle-a*contexte-t	115,013	13,446	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-0 vs voyelle-a*contexte-k	113,746	13,298	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-0 vs voyelle-a*contexte-p	104,021	12,161	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-0 vs voyelle-a*contexte-h	33,452	3,913	1,960	< 0,0001
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-p	74,992	8,767	1,960	< 0,0001
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-t	123,971	14,494	1,960	< 0,0001
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-k	192,362	22,490	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-0 vs voyelle-E:*contexte-k	91,525	10,700	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-0 vs voyelle-E:*contexte-t	42,067	4,918	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-0 vs voyelle-o*contexte-p	68,846	8,049	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-0 vs voyelle-o*contexte-k	65,205	7,611	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-0 vs voyelle-o*contexte-t	61,525	7,193	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-0 vs voyelle-o*contexte-h	45,446	5,296	1,960	< 0,0001
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-k	41,683	4,873	1,960	< 0,0001
voyelle-i:*contexte-h vs voyelle-i:*contexte-0	22,713	2,655	1,960	0,008

Tableau 18 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (tchèque)

F2

Pour vérifier à quels groupes est du l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Contexte sur le F2, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 19 indique que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F2	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-i:*contexte-0 vs voyelle-i:*contexte-p	58,936	3,262	1,960	0,001
voyelle-i:*contexte-0 vs voyelle-i:*contexte-t	48,804	2,702	1,960	0,007
voyelle-i*contexte-k vs voyelle-i*contexte-0	51,813	2,869	1,960	0,004
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-t	280,758	15,545	1,960	< 0,0001
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-p	279,307	15,473	1,960	< 0,0001
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-h	45,000	2,492	1,960	0,013
voyelle-E*contexte-k vs voyelle-E*contexte-0	218,513	12,099	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-k vs voyelle-E:*contexte-0	116,558	6,454	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-0 vs voyelle-E:*contexte-p	104,125	5,762	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-0 vs voyelle-E:*contexte-t	98,638	5,461	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*contexte-0 vs voyelle-E:*contexte-h	37,900	2,102	1,960	0,036
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-p	170,887	9,462	1,960	< 0,0001
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-t	129,775	7,185	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-k vs voyelle-a:*contexte-0	175,287	9,705	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-t vs voyelle-a:*contexte-0	141,242	7,820	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-k vs voyelle-a*contexte-0	184,442	10,212	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-p vs voyelle-a:*contexte-0	39,104	2,165	1,960	0,030
voyelle-a*contexte-t vs voyelle-a*contexte-0	120,804	6,689	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-t vs voyelle-o*contexte-0	162,171	8,979	1,960	< 0,0001

Annexe du chapitre 9

voyelle-o:*contexte-t vs voyelle-o:*contexte-0	117,617	6,512	1,960	< 0,0001
voyelle-u*contexte-t vs voyelle-u*contexte-0	310,146	17,172	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*contexte-h vs voyelle-o:*contexte-0	74,793	4,154	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-h vs voyelle-o*contexte-0	50,443	2,784	1,960	0,005
voyelle-o*contexte-k vs voyelle-o*contexte-0	48,457	2,679	1,960	0,007
voyelle-u:*contexte-t vs voyelle-u:*contexte-0	247,533	13,706	1,960	< 0,0001
voyelle-u*contexte-h vs voyelle-u*contexte-0	98,954	5,479	1,960	< 0,0001
voyelle-u*contexte-p vs voyelle-u*contexte-0	42,604	2,359	1,960	0,018
voyelle-u:*contexte-h vs voyelle-u:*contexte-0	91,437	5,063	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*contexte-k vs voyelle-u:*contexte-0	79,267	4,389	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*contexte-p vs voyelle-u:*contexte-0	69,104	3,826	1,960	0,000
voyelle-o:*contexte-k vs voyelle-o:*contexte-0	72,149	4,001	1,960	< 0,0001

Tableau 19 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (tchèque)

F3

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Contexte sur le F3, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher. Le résultat du Tableau 20 indique que les valeurs moyennes formantiques des voyelles en isolation et en contexte sont significativement différentes au niveau du premier formant ($p < 0,05$).

Effet combiné Voyelle*Contexte : F3	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-i:*contexte-0 vs voyelle-i:*contexte-h	129,700	4,746	1,960	< 0,0001
voyelle-i:*contexte-0 vs voyelle-i:*contexte-t	104,338	3,818	1,960	0,000
voyelle-i:*contexte-0 vs voyelle-i:*contexte-p	73,008	2,670	1,960	0,008
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-t	116,358	4,258	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-t vs voyelle-o*contexte-0	221,087	8,090	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*contexte-t vs voyelle-o:*contexte-0	172,308	6,305	1,960	< 0,0001
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-p	65,629	2,402	1,960	0,016
voyelle-E*contexte-0 vs voyelle-E*contexte-k	94,750	3,467	1,960	0,001
voyelle-u*contexte-t vs voyelle-u*contexte-0	133,146	4,872	1,960	< 0,0001
voyelle-a*contexte-t vs voyelle-a*contexte-0	149,408	5,467	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*contexte-h vs voyelle-o:*contexte-0	115,209	4,229	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*contexte-p vs voyelle-o:*contexte-0	92,454	3,383	1,960	0,001
voyelle-o*contexte-h vs voyelle-o*contexte-0	79,032	2,883	1,960	0,004
voyelle-u*contexte-p vs voyelle-u*contexte-0	66,433	2,431	1,960	0,015
voyelle-a*contexte-h vs voyelle-a*contexte-0	80,370	2,942	1,960	0,003
voyelle-a:*contexte-h vs voyelle-a:*contexte-0	57,583	2,106	1,960	0,035
voyelle-a:*contexte-t vs voyelle-a:*contexte-0	54,392	1,990	1,960	0,047
voyelle-u:*contexte-t vs voyelle-u:*contexte-0	154,967	5,671	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*contexte-h vs voyelle-u:*contexte-0	137,913	5,047	1,960	< 0,0001
voyelle-o*contexte-0 vs voyelle-o*contexte-k	144,242	5,270	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*contexte-0 vs voyelle-o:*contexte-k	84,538	3,098	1,960	0,002
voyelle-u:*contexte-p vs voyelle-u:*contexte-0	125,942	4,609	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*contexte-0 vs voyelle-a:*contexte-k	145,063	5,308	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*contexte-k vs voyelle-u:*contexte-0	94,854	3,471	1,960	0,001
voyelle-a*contexte-0 vs voyelle-a*contexte-k	198,429	7,261	1,960	< 0,0001
voyelle-i*contexte-0 vs voyelle-i*contexte-p	188,074	6,886	1,960	< 0,0001

Tableau 20 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Contexte avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (tchèque)

Annexe du chapitre 10

Effet combiné des facteurs **Voyelle*Syllabe** sur le **F1** des voyelles orales du français : Test a posteriori de Fisher

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs **Voyelle*Syllabe** sur le **F1** en français, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher dont les résultats se trouvent dans le Tableau 21.

Effet combiné Voyelle*Syllabe : F1	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-a *syllabe-BEG vs voyelle-a *syllabe-MID	34,306	4,494	1,960	< 0,0001
voyelle-ɔ *syllabe-BEG vs voyelle-ɔ *syllabe-MID	42,256	5,536	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *syllabe-BEG vs voyelle-ε *syllabe-FIN	16,538	2,167	1,960	0,030
voyelle-ɔ *syllabe-FIN vs voyelle-ɔ *syllabe-MID	28,644	3,753	1,960	0,000
voyelle-ε *syllabe-FIN vs voyelle-ε *syllabe-MID	29,863	3,912	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *syllabe-BEG vs voyelle-œ *syllabe-MID	44,277	5,783	1,960	< 0,0001
voyelle-œ *syllabe-FIN vs voyelle-œ *syllabe-MID	41,170	5,377	1,960	< 0,0001
voyelle-e *syllabe-FIN vs voyelle-e *syllabe-MID	23,788	3,116	1,960	0,002
voyelle-ø *syllabe-FIN vs voyelle-ø *syllabe-MID	23,075	3,032	1,960	0,002
voyelle-i *syllabe-FIN vs voyelle-i *syllabe-MID	17,723	2,315	1,960	0,021
voyelle-a *syllabe-FIN vs voyelle-a *syllabe-MID	68,831	9,018	1,960	< 0,0001
voyelle-a *syllabe-FIN vs voyelle-a *syllabe-BEG	34,525	4,523	1,960	< 0,0001
voyelle-ε *syllabe-BEG vs voyelle-ε *syllabe-MID	46,400	6,079	1,960	< 0,0001
voyelle-ø *syllabe-FIN vs voyelle-ø *syllabe-BEG	20,882	2,744	1,960	0,006

Tableau 21 : PLSD de Fisher pour **Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le **F1** (français)**

Effet combiné des facteurs **Voyelle*Syllabe** sur la durée des voyelles monophthongues du tchèque : Test a posteriori de Fisher

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs **Voyelle*Syllabe** sur la durée vocalique en tchèque, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher dont les résultats se trouvent dans le Tableau 22.

Effet combiné Voyelle*Syllabe : durée	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-a:*syllabe-FIN vs voyelle-a:*syllabe-BEG	69,257	21,860	1,960	< 0,0001
voyelle-a:*syllabe-FIN vs voyelle-a:*syllabe-MID	68,220	21,532	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*syllabe-FIN vs voyelle-o:*syllabe-BEG	66,851	21,215	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*syllabe-FIN vs voyelle-o:*syllabe-MID	63,929	20,288	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*syllabe-FIN vs voyelle-E:*syllabe-BEG	64,813	20,505	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*syllabe-FIN vs voyelle-E:*syllabe-MID	62,503	19,759	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*syllabe-FIN vs voyelle-u:*syllabe-BEG	58,450	18,463	1,960	< 0,0001
voyelle-u:*syllabe-FIN vs voyelle-u:*syllabe-MID	53,013	16,745	1,960	< 0,0001
voyelle-i:*syllabe-FIN vs voyelle-i:*syllabe-BEG	52,661	16,595	1,960	< 0,0001
voyelle-i:*syllabe-FIN vs voyelle-i:*syllabe-MID	46,563	14,674	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*syllabe-FIN vs voyelle-o:*syllabe-BEG	47,728	14,993	1,960	< 0,0001

Annexe du chapitre 10

voyelle-o*syllabe-FIN vs voyelle-o*syllabe-MID	42,185	13,252	1,960	< 0,0001
voyelle-E*syllabe-FIN vs voyelle-E*syllabe-BEG	42,777	13,491	1,960	< 0,0001
voyelle-E*syllabe-FIN vs voyelle-E*syllabe-MID	40,013	12,619	1,960	< 0,0001
voyelle-a*syllabe-FIN vs voyelle-a*syllabe-BEG	46,164	14,593	1,960	< 0,0001
voyelle-a*syllabe-FIN vs voyelle-a*syllabe-MID	41,505	13,120	1,960	< 0,0001
voyelle-u*syllabe-FIN vs voyelle-u*syllabe-BEG	35,713	11,281	1,960	< 0,0001
voyelle-u*syllabe-FIN vs voyelle-u*syllabe-MID	33,009	10,427	1,960	< 0,0001
voyelle-i*syllabe-FIN vs voyelle-i*syllabe-BEG	34,375	10,310	1,960	< 0,0001
voyelle-i*syllabe-FIN vs voyelle-i*syllabe-MID	31,507	9,450	1,960	< 0,0001

Tableau 22 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour la durée (tchèque)

Effet global des facteurs Voyelle et Syllabe sur les formants vocaliques en tchèque : Test a posteriori de Fisher

F1

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Syllabe sur le F1 en tchèque, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher dont les résultats se trouvent dans le Tableau 23.

Effet combiné Voyelle*Syllabe : F1	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-a:*syllabe-BEG vs voyelle-a:*syllabe-MID	12,738	2,287	1,960	0,022
voyelle-a:*syllabe-FIN vs voyelle-a:*syllabe-MID	11,947	2,144	1,960	0,032
voyelle-a*syllabe-FIN vs voyelle-a*syllabe-MID	45,781	8,228	1,960	< 0,0001
voyelle-a*syllabe-FIN vs voyelle-a*syllabe-BEG	31,540	5,669	1,960	< 0,0001
voyelle-E:*syllabe-FIN vs voyelle-E:*syllabe-MID	17,218	3,095	1,960	0,002
voyelle-E:*syllabe-BEG vs voyelle-E:*syllabe-MID	16,100	2,894	1,960	0,004
voyelle-E*syllabe-FIN vs voyelle-E*syllabe-MID	61,367	11,003	1,960	< 0,0001
voyelle-E*syllabe-FIN vs voyelle-E*syllabe-BEG	54,335	9,743	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*syllabe-FIN vs voyelle-o:*syllabe-MID	24,551	4,430	1,960	< 0,0001
voyelle-o*syllabe-FIN vs voyelle-o*syllabe-MID	69,612	12,443	1,960	< 0,0001
voyelle-o*syllabe-FIN vs voyelle-o*syllabe-BEG	64,073	11,452	1,960	< 0,0001
voyelle-o:*syllabe-BEG vs voyelle-o:*syllabe-MID	18,139	3,273	1,960	0,001
voyelle-i*syllabe-FIN vs voyelle-i*syllabe-MID	31,460	5,654	1,960	< 0,0001
voyelle-i*syllabe-FIN vs voyelle-i*syllabe-BEG	25,557	4,593	1,960	< 0,0001
voyelle-u*syllabe-FIN vs voyelle-u*syllabe-BEG	30,766	5,525	1,960	< 0,0001
voyelle-u*syllabe-FIN vs voyelle-u*syllabe-MID	21,325	3,830	1,960	0,000
voyelle-a*syllabe-BEG vs voyelle-a*syllabe-MID	14,241	2,557	1,960	0,011

Tableau 23 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F1 (tchèque)

F2

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Syllabe sur le F2 en tchèque, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher dont les résultats se trouvent dans le Tableau 24.

Effet combiné Voyelle*Syllabe : F2	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-i:*syllabe-FIN vs voyelle-i:*syllabe-BEG	26,369	1,974	1,960	0,048

Annexe du chapitre 10

voyelle-E:*syllabe-MID vs voyelle-E:*syllabe-BEG	27,776	2,083	1,960	0,037
voyelle-a:*syllabe-BEG vs voyelle-a:*syllabe-FIN	37,789	2,829	1,960	0,005
voyelle-a:*syllabe-BEG vs voyelle-a:*syllabe-MID	34,419	2,579	1,960	0,010
voyelle-a:*syllabe-BEG vs voyelle-a:*syllabe-FIN	30,909	2,318	1,960	0,020
voyelle-u:*syllabe-BEG vs voyelle-u:*syllabe-FIN	37,678	2,823	1,960	0,005

Tableau 24 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F2 (tchèque)

F3

Pour vérifier à quels groupes est dû l'effet global combiné des deux facteurs Voyelle*Syllabe sur le F3 en tchèque, nous avons procédé au test a posteriori de Fisher dont les résultats se trouvent dans le Tableau 25.

Effet combiné Voyelle*Syllabe : F3	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr>Diff
voyelle-o:*syllabe-MID vs voyelle-o:*syllabe-BEG	44,731	2,516	1,960	0,012
voyelle-o*sylabe-MID vs voyelle-o*sylabe-BEG	63,861	3,559	1,960	0,000
voyelle-u*sylabe-FIN vs voyelle-u*sylabe-BEG	67,816	3,797	1,960	0,000
voyelle-u*sylabe-MID vs voyelle-u*sylabe-BEG	37,384	2,093	1,960	0,036
voyelle-u:*syllabe-FIN vs voyelle-u:*syllabe-BEG	53,906	3,018	1,960	0,003
voyelle-u:*syllabe-MID vs voyelle-u:*syllabe-BEG	35,653	1,996	1,960	0,046
voyelle-a*sylabe-BEG vs voyelle-a*sylabe-FIN	48,238	2,703	1,960	0,007
voyelle-a*sylabe-MID vs voyelle-a*sylabe-FIN	44,669	2,503	1,960	0,012

Tableau 25 : PLSD de Fisher pour Voyelle*Syllabe avec niveau de significativité de 5% pour le F3 (tchèque)

Caractère focal des voyelles du tchèque : comparaison avec les données de Skarnitzl and Volin (2012)

La réduction du caractère focal des voyelles postérieures et de [a] du tchèque en contexte est en accord avec les résultats de Skarnitzl and Volin (2012). A partir des valeurs formantiques indiquées par les auteurs, nous avons calculé les distance F2-F1 de [u, u:, o, o:, a, a:] et nous les avons comparés avec les distances observées dans nos données (tout contexte confondu). Le résultat de comparaison de se trouve dans le Tableau 26 et les valeurs sont ordonnées des plus petites aux plus grandes distances F2-F1.

	F2-F1	
	Nos données	S&V
u:	505	465
o:	509	544
u	520	577
o	546	597
a	663	637
a:	698	507

Tableau 26 : Distance acoustique F2-F1 des voyelles tchèques [u, u:, o, o:, a, a:], calculée à partir de nos données (tout contexte consonantique confondu) et des données de (Skarnitzl and Volin, 2012). Le résultat différent est marqué en rouge

Annexe du chapitre 10

Le Tableau 26 indique que l'atténuation du caractère focal des voyelles [u, u:, o, o:, a, a:] non produites en isolation est sensiblement le même dans les deux études, sauf pour [a:] dont la distance moyenne F2-F1 est plus élevée selon nos données. Ce fort éloignement des deux premiers formants dans notre étude est occasionné notamment par le contexte dental et palato-vélaire. Pour interpréter cette différence, il faudrait vérifier quel est la proportion exacte de l'apparition de [a:] en contexte [t, k] dans le texte lu de Skarnitzl and Volin (2012).

Similarité entre les voyelles du français et du tchèque en contextes p, t, k : test-t

Le Tableau 27 indique les valeurs moyennes formantiques, calculées à partir de productions de dix Françaises natives (colonne 2) et 20 Tchèques natives (colonne 3) (voyelles insérées dans des logatomes trisyllabiques, répétés 4 fois, valeurs prises au début, au milieu et à la fin vocalique) ainsi que le résultat du test-t bilatéral (colonne 4). Les résultats non significatifs (avec $p > 0,05$) sont grisés (gris clair).

Contexte p	[i] FR - M (ET)	[i:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	269 (26)	262 (28)	< 0, 0001
F2	2368 (250)	2670 (200)	< 0, 0001
F3	3466 (241)	3480 (214)	0,351
F4	4337 (194)	4223 (237)	< 0, 0001
Contexte t	[i] FR - M (ET)	[i:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	288 (34)	268 (32)	< 0, 0001
F2	2402 (258)	2670 (201)	< 0, 0001
F3	3419 (232)	3462 (205)	0,002
F4	4348 (204)	4238 (239)	< 0, 0001
Contexte k	[i] FR - M (ET)	[i:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	272 (27)	261 (28)	< 0, 0001
F2	2537 (222)	2750 (206)	< 0, 0001
F3	3697 (170)	3562 (209)	< 0, 0001
F4	4385 (174)	4246 (247)	< 0, 0001
Contexte p	[e] FR - M (ET)	[i] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	419 (43)	409 (46)	0,001
F2	2279 (191)	2241 (149)	0,0003
F3	2979 (148)	2876 (132)	< 0, 0001
Contexte t	[e] FR - M (ET)	[i] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	414 (51)	398 (44)	< 0, 0001
F2	2260 (186)	2251 (172)	0,458
F3	3049 (149)	2968 (132)	< 0, 0001
Contexte k	[e] FR - M (ET)	[i] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	399 (46)	351 (49)	< 0, 0001
F2	2454 (173)	2618 (149)	< 0, 0001
F3	3156 (149)	3111 (168)	< 0, 0001
Contexte p	[ontexte patéra]	[ontexte patéral]	Test-t bilatéral
F1	615 (76)	606 (80)	0,073
F2	2064 (133)	1838 (148)	< 0, 0001
F3	2891 (142)	2824 (174)	< 0, 0001
Contexte t	[ontexte tatéra]	[ontexte tatéral]	Test-t bilatéral
F1	569 (77)	555 (76)	0,006
F2	2105 (124)	1894 (154)	< 0, 0001
F3	3013 (167)	2929 (151)	< 0, 0001
Contexte k	[ontexte katéra]	[ontexte katéral]	Test-t bilatéral
F1	527 (84)	488 (76)	< 0, 0001
F2	2377 (138)	2283 (153)	< 0, 0001
F3	2974 (152)	2819 (173)	< 0, 0001
Contexte p	[ontexte patéra]	[ontexte patéralT]	Test-t bilatéral
F1	615 (76)	668 (71)	< 0, 0001
F2	2064 (133)	1962 (160)	< 0, 0001
F3	2891 (142)	2911 (153)	< 0, 0001

Annexe du chapitre 10

Contexte t	[ontexte tatéra	[ontexte tatéralT)	Test-t bilatéral
F1	569 (77)	622 (72)	< 0,0001
F2	2105 (124)	1985 (169)	< 0,0001
F3	3013 (167)	2967 (173)	< 0,0001
Contexte k	[ontexte katéra	[ontexte katéralT)	Test-t bilatéral
F1	527 (84)	565 (81)	< 0,0001
F2	2377 (138)	2257 (190)	< 0,0001
F3	2974 (152)	2883 (164)	< 0,0001
Contexte p	[a] FR - M (ET)	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	778 (88)	734 (87)	< 0,0001
F2	1546 (114)	1284 (167)	< 0,0001
F3	2782 (172)	2777 (178)	0,633
Contexte t	[a] FR - M (ET)	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	716 (98)	724 (71)	0,121
F2	1820 (109)	1474 (127)	< 0,0001
F3	2936 (192)	2881 (164)	< 0,0001
Contexte k	[a] FR - M (ET)	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	672 (105)	712 (87)	< 0,0001
F2	2039 (181)	1539 (122)	< 0,0001
F3	2718 (219)	2547 (243)	< 0,0001
Contexte p	[o] FR - M (ET)	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	411 (56)	446 (74)	< 0,0001
F2	868 (82)	914 (91)	< 0,0001
Contexte t	[o] FR - M (ET)	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	406 (43)	459 (69)	< 0,0001
F2	1260 (158)	1125 (130)	< 0,0001
Contexte k	[o] FR - M (ET)	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	417 (54)	444 (79)	< 0,0001
F2	921 (112)	974 (90)	< 0,0001
Contexte p	[ontexte patéra	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	596 (91)	447 (74)	< 0,0001
F2	1200 (104)	914 (91)	< 0,0001
Contexte t	[ontexte tatéra	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	571 (76)	459 (69)	< 0,0001
F2	1509 (139)	1125 (130)	< 0,0001
Contexte k	[ontexte katéra	[o] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	564 (89)	444 (79)	< 0,0001
F2	1251 (103)	974 (90)	< 0,0001
Contexte p	[u] FR - M (ET)	[u:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	298 (30)	293 (41)	0,045
F2	842 (79)	718 (99)	< 0,0001
Contexte t	[u] FR - M (ET)	[u:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	291 (30)	289 (42)	0,357
F2	1291 (163)	977 (160)	< 0,0001
Contexte k	[u] FR - M (ET)	[u:] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	297 (32)	295 (39)	0,413
F2	850 (81)	736 (95)	< 0,0001
Contexte p	[œ] FR - M (ET)	[œ] FR - M (ET)l	Test-t bilatéral
F1	564 (85)	606 (80)	< 0,0001
F2	1614 (108)	1838 (148)	< 0,0001
F3	2752 (148)	2824 (147)	< 0,0001
Contexte t	[œ] FR - M (ET)	[œ] FR - M (ET)l	Test-t bilatéral
F1	539 (79)	555 (76)	0,001
F2	1781 (109)	1894 (154)	< 0,0001
F3	2881 (155)	2929 (151)	< 0,0001
Contexte k	[œ] FR - M (ET)	[œ] FR - M (ET)l	Test-t bilatéral
F1	505 (75)	488 (76)	0,001
F2	1863 (136)	2283 (183)	< 0,0001
F3	2543 (155)	2819 (173)	< 0,0001
Contexte p	[o] FR - M (ET)	[u] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	411 (56)	336 (44)	< 0,0001
F2	868 (82)	750 (82)	< 0,0001
Contexte t	[o] FR - M (ET)	[u] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	406 (43)	323 (43)	< 0,0001
F2	1260 (158)	1061 (162)	< 0,0001
Contexte k	[o] FR - M (ET)	[u] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	417 (54)	325 (45)	< 0,0001
F2	921 (112)	763 (86)	< 0,0001
Contexte p	[ontexte patéra	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	596 (91)	734 (87)	< 0,0001
F2	1200 (104)	1284 (197)	< 0,0001
Contexte t	[ontexte tatéra	[a] TCH - M (ET)	Test-t bilatéral
F1	571 (76)	724 (71)	< 0,0001

Annexe du chapitre 10

F2	1509 (139)	1474 (127)	< 0, 0001
Contexte k	ontexte katéra	[a] TCH – M (ET)	Test-t bilatéral
F1	564 (89)	712 (87)	< 0, 0001
F2	1251 (103)	1539 (122)	< 0, 0001

Tableau 27 : Résultat du test-t bilatéral (p – colonne 4) de comparaison des formants moyens F1, F2 (F3) des voyelles du français (FR, colonne 2) et celles du tchèque (TCH, colonne 3) en contexte [p, t, k] (précisé dans la colonne 1). Ecart-type est entre parenthèses. Les valeurs de p > 0,05 sont en gris clair

Similarité acoustique des voyelles en contexte, exprimée en termes d'écart types

Contexte labial

	FR	TCH	≤ 1 ET	1 - 1,5 ET	1,5 - 2 ET	> 2 ET
Similarité acoustique + contexte p	e	ɪ	F1/F2 F2/F3			
	a	a:	F1/F2 F2/F3			
	ɛ	ɛ:	F1/F2 F2/F3			
	o	o	F1/F2			
	i	i:		F1/F2 F2/F3		
	u	u/ u:		F1/F2		
	ɔ	a			F1/F2	
	œ	ɛ			F1/F2 F2/F3	
-	ø	/				✓
	y	/				✓

Tableau 28 : Similarité acoustique entre les voyelles du français (fr) et du tchèque (tch) prononcées en contexte pVp, exprimée en termes d'écart types. -/= 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 - 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 - 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0

La première colonne du Tableau 28 indique les voyelles du français (FR) acoustiquement proches des voyelles du tchèque (TCH, deuxième colonne) et la dernière colonne renseigne sur la similarité acoustique des deux voyelles, en précisant si les formants F1/F2, parfois F2/F3 des voyelles du français se trouvent à un écart type ou moins (similarité +++), entre un et 1,5 écart type (similarité ++), entre 1,5 et deux écarts types (similarité +) ou à plus de deux écarts types (similarité 0) des formants de la voyelle tchèque. Ainsi, en contexte pVp, les voyelles acoustiquement les plus proches sont le [e, a] (leur F1, F2 et F3 se trouvent à moins d'un écart type des formants du [ɪ, a:] tchèques) comme en contexte nul, mais également le [ɛ, o] (à un écart type du F1/F2 du [ɛ:, o] et F2/F3 du [ɛ:] tchèque) qui en contexte nul étaient des voyelles similaires avec similarité + (elles se trouvaient entre 1,5 et deux écarts types de la moyenne formantique F1, F2 et F3 de [ɛ, u] tchèque). Les voyelles [i, u] sont comme en contexte nul similaires avec similarité ++ aux [i:, u/u:] tchèques, car leurs formants se trouvent entre un et 1,5 écart type des formants F1/F2 du [i:, u/u:] et des formants F2/F3 du [i:]. Le [ɔ] et le [œ] sont des voyelles similaires avec similarité + car elles se situent acoustiquement entre 1,5 et deux écarts types de [a] et [ɛ] tchèques et enfin seules les voyelles [ø, y] sont véritablement nouvelles en contexte pVp du point de vue acoustique.

La Figure 21 est un triangle F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles du français (trait pointillé) et du tchèque (trait plein), prononcées en contexte labial par 20 Tchèques et dix Françaises (quatre répétitions par locuteur* trois positions*trois valeurs par voyelle). Les

Annexe du chapitre 10

valeurs sont transformées en Bark et les ellipses de dispersion sont tracées à un écart type de la moyenne.

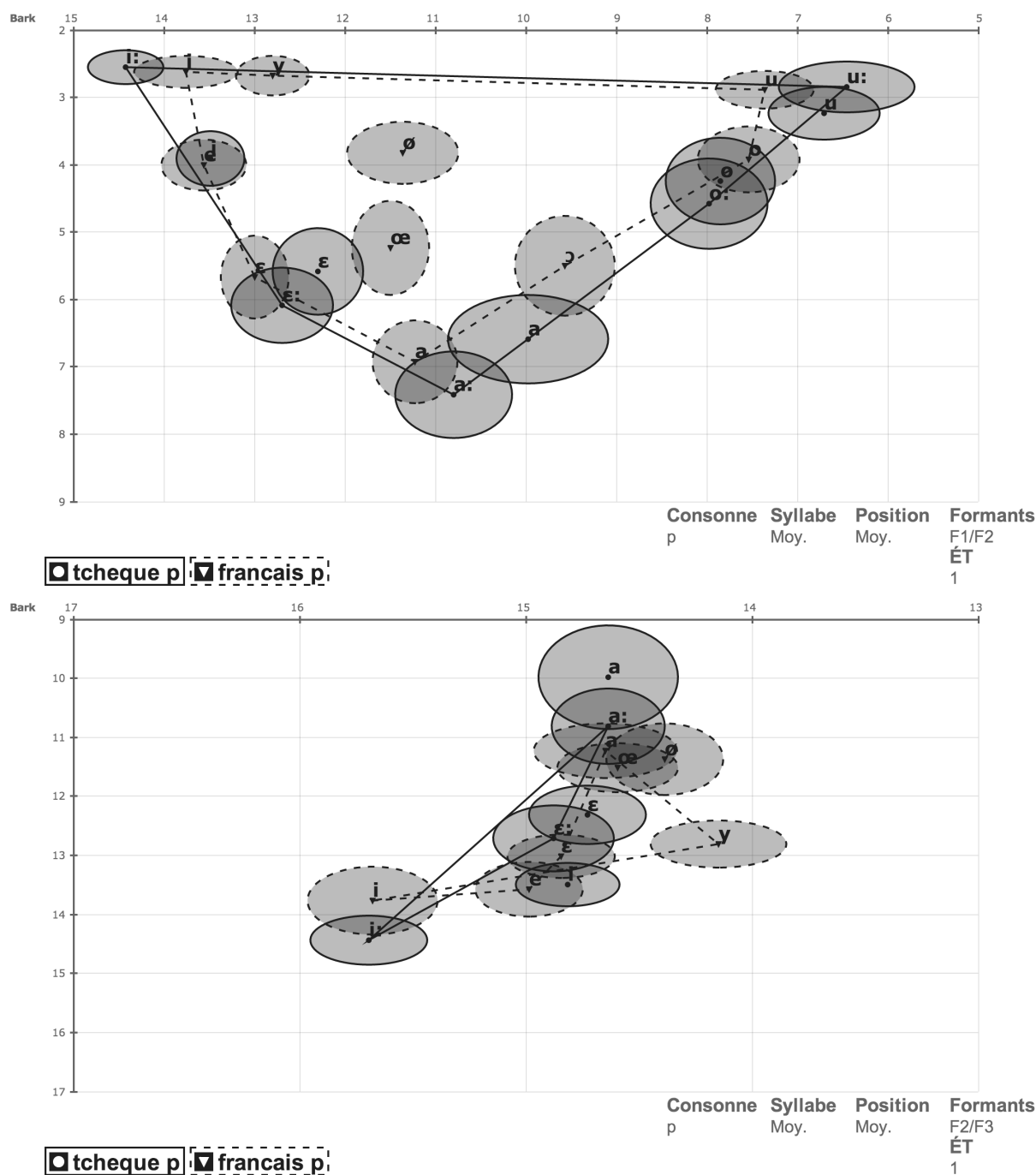


Figure 21 : Triangle F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles orales du français (trait pointillé) et du tchèque (trait plein) prononcées par 10 Françaises natives et 20 Tchèques natives dans un logatome CVCVCVC où C = p, répétées 4 fois. Les moyennes sont calculées à partir de valeurs prises au début, milieu et fin vocalique et transformées en Bark. Les ellipses de dispersion sont tracées à 1 écart type de la moyenne

Les triangles vocaliques F1/F2 et F2/F3 de la Figure 21 montrent la similarité entre les voyelles du français, marquées par un triangle et trait pointillé, et les voyelles du tchèque, marquées par une croix et trait plein. Nous remarquons une quasi superposition de valeurs de F1 et F2 du [e] français et [ɪ] tchèque ainsi qu'une distance acoustique importante qui sépare les voyelles françaises [y, ø] de n'importe quelle voyelle tchèque.

Le spectrogramme de la Figure 22 met en contraste des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcée par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte labial. La voyelle extraite vient de la syllabe finale des

Annexe du chapitre 10

logatomes pVpVpVp. Nous y remarquons que malgré une similarité des valeurs formantiques, les voyelles ne sont jamais identiques sauf pour la paire [u-u:]. En général, les voyelles du tchèque rencontrent des valeurs de F1, F2 et F3 plus basses que les voyelles françaises similaires.

similarite_p

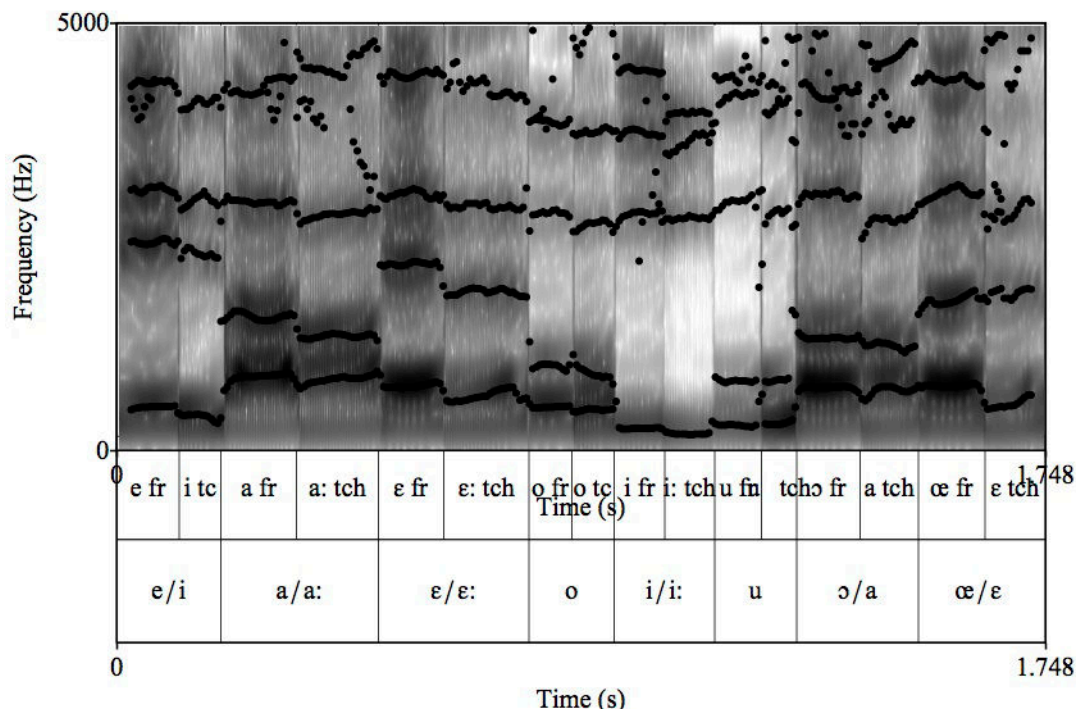


Figure 22 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte pVp : [e-i], [a-a:], [ε-ε:], [o-o], [i-i:], [u-u:], [ɔ-a], [œ-ε]

Contexte dental

Similarité acoustique + contexte t	FR	TCH	≤ 1 ET	1 - 1,5 ET	1,5 - 2 ET	> 2 ET
	e	ɪ	F1/F2 F2/F3			
ε	ε:	F1/F2 F2/F3				
œ	ε	F1/F2 F2/F3				
o	o			F1/F2		
i	i:			F1/F2 F2/F3		
u	u/u:			F1/F2		
a	a:/ ε:				F1/F2 F2/F3	
ɔ	/					✓
ø	/					✓
y	/					✓

Tableau 29 : Similarité acoustique entre les voyelles du français et du tchèque prononcées en contexte tVt, exprimée en termes d'écart type. -/= 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 - 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 - 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0

En contexte dental, comme l'indique le Tableau 29, les voyelles françaises hautement similaires sont le [e, ε, œ] car elles se trouvent à moins d'un écart type de la moyenne de F1, F2 et F3 de [ɪ, ε:, ε] du tchèque respectivement. Les voyelles [o, u, i] du français, sont similaires avec

Le spectrogramme de la Figure 24 représente des paires de voyelles acoustiquement proches en contexte dental. Les voyelles du français (fr) sont prononcées par une Française native et les voyelles du tchèque (tch) par une Tchèque native.

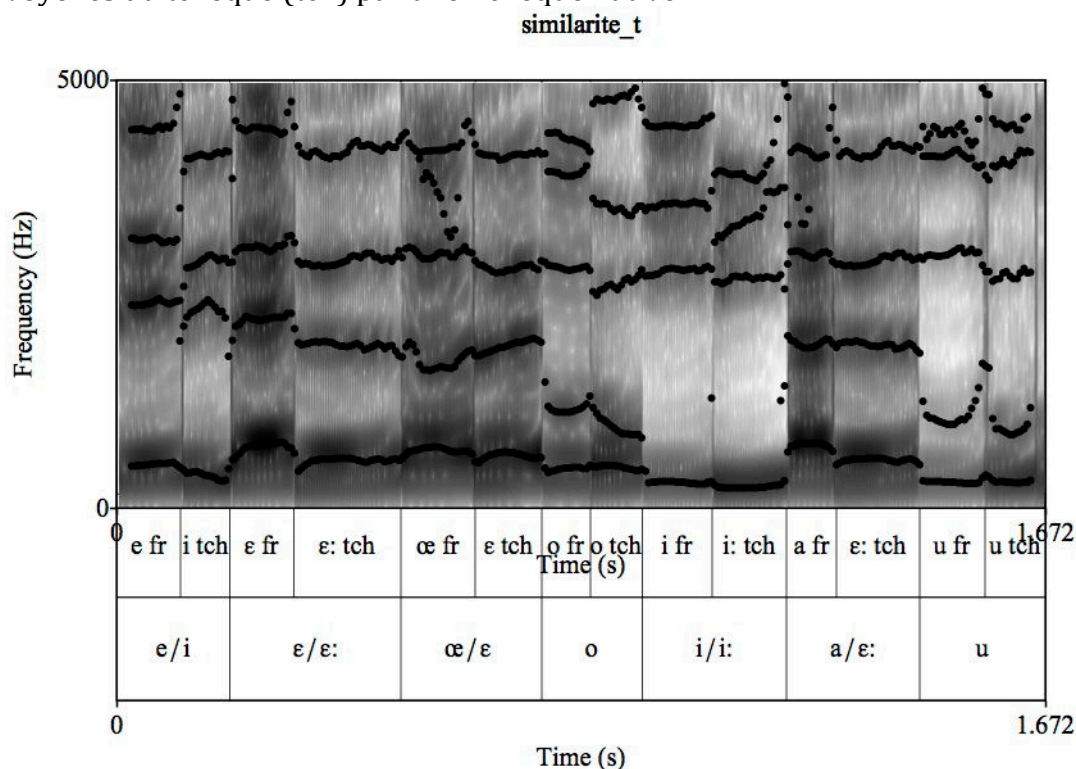


Figure 24 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte tVt : [e-i], [ε, ε:], [œ-ε], [o-o], [i-i:], [a-ε:], [u-u]

Contexte palato-vélaire

	FR	TCH	≤ 1 ET	1 - 1,5 ET	1,5 - 2 ET	> 2 ET
Similarité acoustique contexte k	ε	ε/ε:	F1/F2 F2/F3			
	o	o/o:	F1/F2			
	e	i		F1/F2 F2/F3		
	i	i:		F1/F2 F2/F3		
	u	u:		F1/F2		
	a	ε:			F1/F2 F2/F3	
	œ	ε:			F1/F2	✓ (F3)
	ɔ	/				✓
	ø	/				✓
	y	/				✓

Tableau 30 : Similarité acoustique entre les voyelles du français et du tchèque prononcées en contexte kV, exprimée en termes d'écart type. -/ = 1 ET = Similarité +++ (gris foncé), 1 - 1,5 ET = Similarité ++ (gris moyen), 1,5 - 2 ET = Similarité + (gris clair), 2 et + ET = Similarité 0

Enfin, en contexte palato-vélaire, comme indiqué dans le Tableau 30, la similarité acoustique entre les voyelles des deux langues change encore. Les voyelles hautement similaires sont le [ε, o] du français, acoustiquement proches des voyelles [ε:, ε] et [o/o:] tchèque

Annexe du chapitre 10

4 fois. Les moyennes sont calculées à partir de valeurs prises au début, milieu et fin vocalique et transformées en Bark. Les ellipses de dispersion sont tracées à 1 écart type de la moyenne

Le triangle vocalique F1/F2 de la Figure 25 nous fait remarquer une forte palatalisation du [a] français en contexte palato-vélaire qui l'éloigne du [a, a:] tchèque et le rapproche du [ɛ:] tchèque. La similarité du [e] français et [i] tchèque est moindre que dans le contexte labial ou dental. Les voyelles françaises [y, ø, œ, ɔ] sont acoustiquement très éloignées de n'importe quelle voyelle tchèque même si [œ] se trouvent à deux écarts types du [ɛ:] au niveau du premier et deuxième formant.

Le spectrogramme de la Figure 26 illustre les formants des voyelles du français (fr), prononcées par une Française native et les voyelles tchèques (tch), prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches. Notons que malgré une similarité des valeurs formantiques de voyelles comparées, les voyelles [ɛ-ɛ:], [o-o], [e-i], [i-i:], [u-u:], [a-ɛ:] du français et du tchèque ne sont jamais identiques.

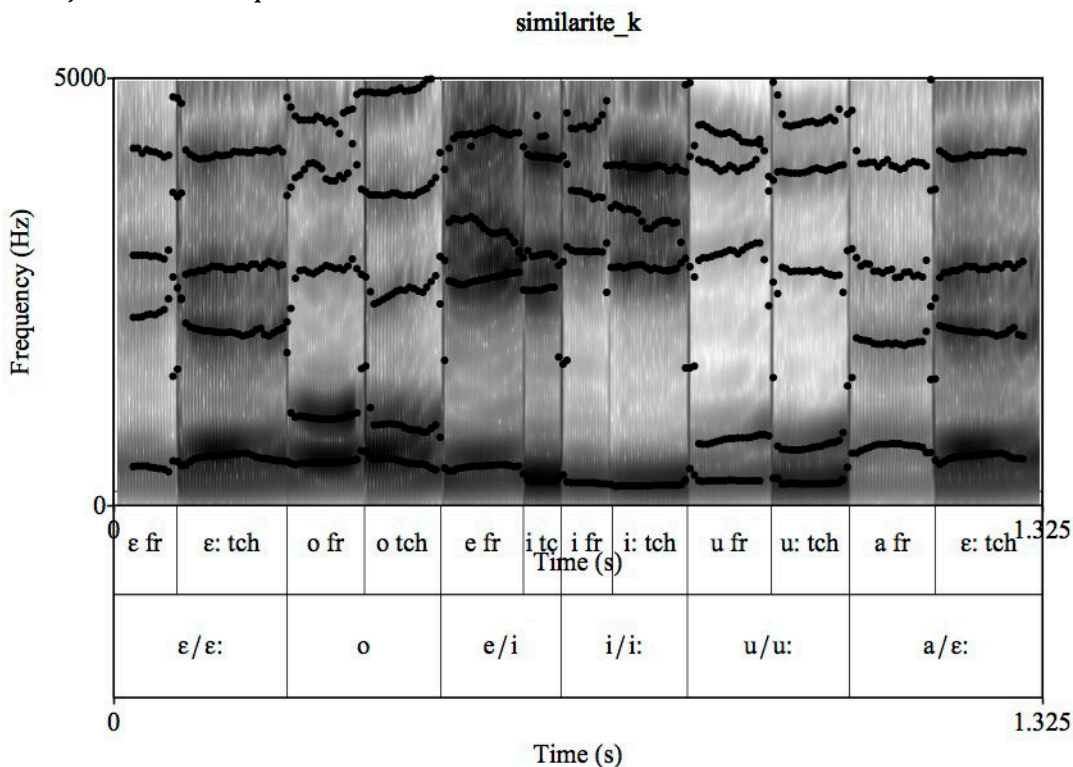


Figure 26 : Spectrogramme des paires de voyelles du français, prononcées par une Française native, et du tchèque, prononcées par une Tchèque native, qui sont acoustiquement proches en contexte kV_k : [ɛ-ɛ:], [o-o], [e-i], [i-i:], [u-u:], [a-ɛ:]

Annexe du chapitre 11

Tests d'identification des voyelles orales du français en contexte par un natif

Le test d'identification des voyelles orales du français en contextes p, t, k a été accompli, pour contrôle, par un Français natif.

Le test a été traduit en français en précisant qu'il s'agissait des voyelles du français et en changeant les boutons de réponses qui contenaient les graphèmes et les mots de référence pour chaque voyelle : « a – papa », « é – bébé », « i – pipi », « ô – beau », « O – bol », « E – belle », « u – pull », « ou – pou », « eu – peu », « oeu – poeur ».

Contexte labial

Le résultat n'est plus le même que dans le cas de la perception des voyelles isolées qui étaient identifiées par le même auditeur dans 100% et avec la note de 5. Ainsi, le résultat de l'identification des voyelles en contexte pVp est indiqué dans le Tableau 31.

Voyelles du français : contexte p	Voyelles identifiées par un FR natif	Pourcentage de l'identification	Echelle de confiance	Fit index
a	a	100	5	5
i	i	100	5	5
u	u	100	5	5
y	y	100	5	5
o	o	100	5	5
ø	ø	100	5	5
ε	ε	100	5	5
ɔ	ɔ	100	5	5
œ	œ	100	4,8	4,8
e	e	75	3	2,3
	i	25	2	0,05

Tableau 31 : Identification des voyelles du français en contexte pVp par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion *et al.*, 2000)

Le Tableau 31 indique que toutes les voyelles, sauf [e], sont identifiées à 100%. Alors que les voyelles [a, i, u, y, o, ø, ε, ɔ] ont une note moyenne de 5, ce qui veut dire qu'elles sont très bien prononcées selon l'auditeur, la voyelle [œ] a une note moyenne de 4,8 et donc un fit index de 4,8. La voyelle [e] en contexte labial est en revanche correctement catégorisée dans 3 cas sur 4 seulement et avec une note moyenne de 3. Le fit index de l'identification du [e] n'est donc que de 2,3. Ainsi, le [e] en contexte labial est plus difficilement identifiable par le Français natif que les autres voyelles dans le même contexte.

Contexte dental

Le résultat de l'identification des voyelles françaises en contexte symétrique dental tVt par un Français natif est donné dans le Tableau 32.

Annexe du chapitre 11

Voyelles du français : contexte t	Voyelles identifiées par un FR natif	Pourcentage de l'identification	Echelle de confiance	Fit index
a	a	100	5	5
i	i	100	5	5
u	u	100	5	5
y	y	100	5	5
o	o	100	5	5
ø	ø	100	5	5
ɛ	ɛ	100	4,8	4,8
ɔ	ɔ	100	4,8	4,8
œ	œ	100	4,5	4,5
e	e	100	2,8	2,8

Tableau 32 : Identification des voyelles du français en contexte tVt par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion *et al.*, 2000)

En contexte dental, toutes les voyelles sont identifiées à 100% mais deux autres voyelles, en plus du [e] et [œ] comme en contexte labial, sont moins bien notées (donc moins bien prononcées selon l'auditeur français) que les six voyelles restantes ; il s'agit du [ɛ] et [ɔ]. Alors que les voyelles [a, i, u, y, o, ø] ont la note de 5 (note maximale), le [ɛ] et le [ɔ] sont notés en moyenne de 4,8, le [œ] de 4,5 et finalement le [e] de 2,8. Le [e] en contexte dental est donc de nouveau loin derrière les autres voyelles en terme de notation ce qui indique que dans ce contexte, il est perçu comme « plutôt mal prononcé ».

Contexte palato-vélaire

Enfin, le Tableau 33 indique le résultat de l'identification des voyelles françaises en contexte symétrique palato-vélaire kVk par un Français natif.

Voyelles du français : contexte k	Voyelles identifiées par un FR natif	Pourcentage de l'identification	Echelle de confiance	Fit index
a	a	100	5	5
i	i	100	5	5
u	u	100	5	5
y	y	100	5	5
o	o	100	5	5
ø	ø	100	5	5
ɔ	ɔ	100	5	5
ɛ	ɛ	100	4,5	4,5
œ	œ	100	3,8	3,8
e	e	100	3,8	3,8

Tableau 33 : Identification des voyelles du français en contexte kVk par un Français natif, 4 répétitions. Les résultats sont classés selon le fit index, calculé selon (Guion *et al.*, 2000)

Le Tableau 33 montre que toutes les voyelles sont identifiées à 100% en contexte kVk. Alors que les voyelles [a, i, u, y, o, ø, ɔ] ont la note maximale qui est de 5, la voyelle [ɛ] est notée de 4,5 et les voyelles [œ] et [e] de 3,8.

Annexes du chapitre 12

Formants moyens et écarts types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R (syllabe finale, 4 répétitions) par 10 futures enseignantes de FLE de LM tchèque

Le Tableau 34 fournit les valeurs formantiques moyennes avec les écarts types des voyelles orales du français, produites en contextes symétriques p, t, k, R par 10 futures enseignantes tchèques de FLE (4 répétitions* valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Observons les valeurs formantiques en position finale dans les logatomes CVCVCVC.

10 futures enseignantes de FLE : Formants :
4 répétitions* valeur centrale* syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	73	571	174	2041	175	2985	0	-1
E	kVk	75	559	201	2255	175	2893	0	-1
E	pVp	85	620	201	2031	181	2957	0	-1
E	RVR	83	658	176	1963	224	2937	0	-1
2	tVt	61	434	153	1636	185	2769	0	-1
2	kVk	58	430	255	1580	187	2600	0	-1
2	pVp	81	457	233	1576	167	2764	0	-1
2	RVR	86	511	158	1472	186	2763	0	-1
u	tVt	40	300	200	1074	0	-1	0	-1
u	kVk	36	306	82	777	0	-1	0	-1
u	pVp	33	303	74	727	0	-1	0	-1
u	RVR	44	364	128	787	0	-1	0	-1
e	tVt	81	552	179	2125	184	3007	0	-1
e	kVk	73	521	223	2373	213	2978	0	-1
e	pVp	91	592	194	2132	206	2983	0	-1
e	RVR	73	659	171	2053	187	2985	0	-1
a	tVt	87	764	167	1635	156	2913	0	-1
a	kVk	95	775	209	1665	212	2594	0	-1
a	pVp	77	806	172	1476	160	2766	0	-1
a	RVR	98	799	172	1564	179	2810	0	-1
o	tVt	75	471	149	1045	0	-1	0	-1
o	kVk	65	473	116	952	0	-1	0	-1
o	pVp	57	464	91	896	0	-1	0	-1
o	RVR	93	500	133	1021	0	-1	0	-1
9	tVt	58	460	188	1634	149	2784	0	-1
9	kVk	59	474	338	1655	222	2632	0	-1
9	pVp	73	484	210	1630	134	2773	0	-1
9	RVR	106	566	218	1565	180	2826	0	-1
O	tVt	60	504	145	1090	0	-1	0	-1
O	kVk	61	511	114	1033	0	-1	0	-1
O	pVp	60	521	96	987	0	-1	0	-1
O	RVR	93	552	105	1062	0	-1	0	-1
y	tVt	33	278	134	2117	185	2762	0	-1
y	kVk	33	283	246	2082	221	2685	0	-1
y	pVp	34	279	195	2204	205	2772	0	-1
y	RVR	56	387	269	1918	166	2712	0	-1
i	tVt	23	270	190	2621	163	3441	264	4383
i	kVk	24	268	219	2697	219	3597	232	4379
i	pVp	28	264	223	2616	161	3553	275	4364
i	RVR	64	379	147	2516	248	3254	240	4264

Tableau 34 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 et écarts types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 futures enseignantes de FLE* position finale (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique). 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ

Formants moyens et écarts types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R (syllabe finale) par 10 Françaises natives

Le Tableau 35 fournit les valeurs formantiques moyennes avec les écarts types des voyelles orales du français, produites en contextes symétriques p, t, k, R par 10 Françaises natives (4 répétitions* valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Observons les valeurs formantiques en position finale dans les logatomes CVCVCVC.

10 Françaises natives : Formants : 4 répétitions* valeur centrale* syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	68	608	133	2125	167	2965	0	-1
E	kVk	70	579	125	2312	150	2930	0	-1
E	pVp	70	647	142	2120	137	2941	0	-1
E	RVR	79	700	142	2021	229	2965	0	-1
2	tVt	55	432	140	1734	146	2732	0	-1
2	kVk	46	432	104	1740	174	2491	0	-1
2	pVp	53	442	159	1623	147	2645	0	-1
2	RVR	62	464	168	1401	157	2721	0	-1
u	tVt	26	298	177	1176	0	-1	0	-1
u	kVk	30	295	79	825	0	-1	0	-1
u	pVp	31	299	72	845	0	-1	0	-1
u	RVR	45	333	86	726	0	-1	0	-1
e	tVt	52	439	201	2288	158	3039	0	-1
e	kVk	40	430	172	2420	151	3110	0	-1
e	pVp	46	437	192	2324	158	3059	0	-1
e	RVR	68	498	177	2279	217	3003	0	-1
a	tVt	111	817	93	1770	177	2856	0	-1
a	kVk	109	774	157	1873	198	2642	0	-1
a	pVp	95	843	112	1583	170	2797	0	-1
a	RVR	114	852	127	1412	231	2785	0	-1
o	tVt	42	432	182	1119	0	-1	0	-1
o	kVk	47	448	115	979	0	-1	0	-1
o	pVp	50	443	83	907	0	-1	0	-1
o	RVR	63	440	86	819	0	-1	0	-1
9	tVt	77	591	93	1786	149	2826	0	-1
9	kVk	74	571	114	1823	147	2538	0	-1
9	pVp	80	628	108	1666	151	2790	0	-1
9	RVR	81	651	167	1505	195	2808	0	-1
O	tVt	71	624	143	1440	0	-1	0	-1
O	kVk	84	631	95	1304	0	-1	0	-1
O	pVp	82	649	96	1261	0	-1	0	-1
O	RVR	77	650	70	1122	0	-1	0	-1
y	tVt	29	288	164	2068	179	2662	0	-1
y	kVk	32	286	157	2055	185	2484	0	-1
y	pVp	27	282	139	2026	126	2532	0	-1
y	RVR	54	385	198	1752	218	2674	0	-1
i	tVt	33	296	258	2417	240	3455	181	4334
i	kVk	23	277	215	2517	170	3686	165	4359
i	pVp	25	275	258	2360	251	3513	208	4367
i	RVR	51	431	235	2499	209	3318	335	4238

Tableau 35 : Valeurs moyennes de F1, F2, F3, F4 et écarts types des voyelles orales du français produites en contextes p, t, k, R, calculées à partir de 4 répétitions* 10 Françaises natives* position initiale/ médiane/ finale (valeurs prises à la moitié de la durée vocalique). 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ

Annexe du chapitre 13

Tests de perception

Identification de mots prononcés comme en français standard

Le Tableau 36 renseigne sur les détails de l'identification de mots prononcés comme en français standard auditeur par auditeur (1-5).

	1	2	3	4	5	total
2. jeu [œ]	✓	✓	✓	✓	✓	
4. sel [e]	✓	✓	✓	✓	✓	
6. là-haut [ɔ]	✓	✓	✓	✓	✓	
8. peux [œ]	✓	✓	✓	✓	✓	
10. chaud [ɔ]	✓	✓	✓	✓	✓	
12. belle [e]	✓	✓	✓	✓	✓	
13. beau [ɔ]	✓	✓	✓	✓	✓	
16. père [e]	✓	✓	✓	✓	✓	
18. veux [œ]	✓	--	✓	✓	✓	
20. eau [ɔ]	✓	✓	✓	✓	✓	
22. deux [œ]	✓	✓	✓	✓	✓	
24. mer [e]	✓	✓	✓	✓	✓	

Tableau 36 : Identification de mots prononcés comme en français standard par les auditeurs 1 à 5

Identification de mots dans des paires minimales

Le Tableau 37 montre quels auditeurs (de 1 à 5) n'ont pas « correctement » identifié le mot entendu.

1.	Paume – pomme	21.	Veule (adj.) – veulent	41.	Beauce – bosse
2.	Blet – blé	22.	Taupe – top	42.	Mais – mes
3.	Les – lait 3,5	23.	Saule – sol	43.	Rauque – rock
4.	Taie – thé	24.	Vautre – votre	44.	Valet – vallée 1
5.	J'aurai – j'aurais 1,2,3,4	25.	Veulent – veule (adj.)	45.	Rauque – rock
6.	Craie – créé	26.	Mais – mes 3,4,5	46.	Dé – dès
7.	Blé – blet	27.	Saule – sol	47.	Baie – B
8.	Homme – heaume	28.	Valet – vallée	48.	Etait – été 4
9.	Les – lait 4	29.	Sonne – Saône	49.	Beauce – bosse
10.	Manger – mangeais	30.	Vautre – votre	50.	Cote – côte 3,4
11.	Col – khôl	31.	Aude – ode	51.	Tournaient – tournée
12.	Thé – taie	32.	Col – khôl 3	52.	Pôle – Paul – Paule
13.	Craie – créé	33.	Os – hausse 5	53.	Molle – môle
14.	Sonne – Saône	34.	Taupe – top	54.	Dé – dès
15.	J'aurais – j'aurai	35.	Aude – ode 1,3,4	55.	Maur – mort
16.	Mangeais – manger	36.	Paul – Paule – pôle 1,4	56.	Molle – môle
17.	Fée – fait	37.	Jeûne – jeune 3,4	57.	Pôle – Paul – Paule
18.	Paume – pomme	38.	Hausse – os	58.	Baie – B
19.	Homme – heaume	39.	Fée – fait	59.	Cote – côte
20.	Jeune – jeûne	40.	Paule – Paul 4,5	60.	Etait – été
61.	Tournaient – tournée 1				

Tableau 37 : Paires minimales proposées dans le test d'identification des mots contenant une voyelle moyenne. Entre parenthèses sont notés les auditeurs (de 1 à 5) n'ayant pas « correctement » identifié le mot entendu

Identification de phrases avec sens inattendu

Le Tableau 38 renseigne sur les détails de l'identification de phrases avec sens inattendu auditeur par auditeur (1-5).

	1	2	3	4	5	Total/ 5
2. jeûne > jeune	-	-	✓	✓	✓	3
3. heaume > homme	✓	✓	✓	✓	✓	5
5. col > khôl	✓	✓	✓	✓	✓	5
7. hausse > os	✓	✓	✓	✓	✓	5
8. thé > taie	✓	✓	✓	✓	✓	5
10. paume > pomme	✓	✓	✓	✓	✓	5
12. Paul > Paule	✓	✓	-	✓	✓	4
15. Beauce > bosse	✓	✓	✓	✓	✓	5
16. taies > thés	-	-	-	-	✓	1
18. tops > taupes	✓	✓	✓	✓	✓	5
19. valets > vallées	-	✓	-	-	✓	2
20. homme > heaume	✓	✓	✓	✓	✓	5
22. pomme > paume	✓	✓	✓	✓	✓	5
23. baies > bées	-	-	-	-	✓	1
25. cote > côte	✓	✓	✓	✓	✓	5
27. Bé > baies	✓	✓	✓	✓	✓	5
29. Paule > Paul	-	✓	✓	-	-	2
31. khôl > col	✓	-	-	✓	✓	3
33. gré > grès	✓	✓	✓	✓	✓	5
35. faits > fées	-	-	-	✓	✓	2
37. veulent > veule (adj)	✓	✓	✓	✓	✓	5
39. Maurs > morts	✓	✓	-	✓	-	3
40. taupes > tops	✓	✓	✓	✓	✓	5
42. odes > Audes	✓	-	✓	-	✓	3
46. rauque > rock	✓	-	✓	✓	✓	4
47. vallées > valets	✓	-	✓	✓	✓	4
49. dés > dès	✓	✓	✓	✓	✓	5
51. fées > faits	✓	✓	✓	✓	✓	5
54. veule (adj) > veulent	✓	✓	✓	✓	✓	5
56. dès > dé	✓	✓	-	-	✓	3
58. jeunes > jeûnes	✓	✓	✓	✓	✓	5
Total/ 32	25	23	23	25	29	125

Tableau 38 : Identification de phrases avec sens inattendu par les auditeurs 1 à 5. La colonne Total renseigne sur le nombre d'auditeurs ayant identifié l'inversion du timbre, et donc un sens inattendu (engendré par la qualité ouverte - en gras, et la qualité fermée - en italique)

Annexe du chapitre 14

Formants moyens, ET des voyelles moyennes du français produites en contextes p, t, k, R (syllabe finale, 10 répétitions) par les 10 futures enseignantes de FLE

T1 à T10 : Formants : 10 répétitions de voyelles moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET
E	tVt	69	579	166	2015	160	2954	0
E	kVk	70	549	182	2263	192	2867	0
E	pVp	81	623	188	2000	182	2915	0
E	RVR	75	673	161	1964	204	2909	0
2	tVt	75	449	146	1659	183	2777	0
2	kVk	60	451	237	1563	201	2628	0
2	pVp	81	474	203	1559	163	2756	0
2	RVR	110	540	207	1500	180	2770	0
u	tVt	40	300	200	1074	0	-1	0
u	kVk	36	306	82	777	0	-1	0
u	pVp	33	303	74	727	0	-1	0
u	RVR	44	364	128	787	0	-1	0
e	tVt	85	570	164	2102	168	2972	0
e	kVk	78	538	199	2326	190	2927	0
e	pVp	92	606	188	2094	184	2953	0
e	RVR	73	669	152	2034	182	2942	0
a	tVt	87	764	167	1635	156	2913	0
a	kVk	95	775	209	1665	212	2594	0
a	pVp	77	806	172	1476	160	2766	0
a	RVR	98	799	172	1564	179	2810	0
o	tVt	73	489	148	1055	0	-1	0
o	kVk	64	488	126	974	0	-1	0
o	pVp	58	485	114	929	0	-1	0
o	RVR	100	530	138	1048	0	-1	0
9	tVt	61	473	167	1639	165	2778	0
9	kVk	54	478	285	1599	201	2616	0
9	pVp	76	497	211	1609	146	2753	0
9	RVR	106	576	217	1495	177	2787	0
O	tVt	64	502	149	1103	0	-1	0
O	kVk	62	508	125	1024	0	-1	0
O	pVp	60	517	118	987	0	-1	0
O	RVR	97	558	108	1058	0	-1	0
y	tVt	33	278	134	2117	185	2762	0
y	kVk	33	283	246	2082	221	2685	0
y	pVp	34	279	195	2204	205	2772	0
y	RVR	56	387	269	1918	166	2712	0
i	tVt	23	270	190	2621	163	3441	264
i	kVk	24	268	219	2697	219	3597	232
i	pVp	28	264	223	2616	161	3553	275
i	RVR	64	379	147	2516	248	3254	240

Tableau 39 : Formants moyens et écarts types des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 en syllabe finale pVp, tVt, kVk et RVR. Observons les moyennes pour les voyelles moyennes qui ont été calculées à partir de 10 locutrices* 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale. 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ

Le Tableau 39 indique la valeur moyenne et écart type des formants F1, F2, F3 et F4 des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 en syllabe finale

pVp, tVt, kVk et RVR. La moyenne pour les voyelles moyenne a été calculée à partir de 10 locutrices* 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale.

Formants moyens, ET des voyelles moyennes du français produites en contextes p, t, k, R (syllabe finale, 10 répétitions) par les 10 futures enseignantes de FLE individuellement

Le Tableau 40 indique la valeur moyenne et écart type des formants F1, F2, F3 et F4 des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 individuellement en syllabe finale pVp, tVt, kVk et RVR. La moyenne pour les voyelles moyenne a été calculée à partir de 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale.

T1 : Formants : 10 répétitions de voyelles moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWE	LABEL	F1 ET	F1 MII	F2 ET	F2 MII	F3 ET	F3 MII	F4 ET	F4 MID
E	tVt	54	501	120	2210	101	3022	0	-1
E	kVk	49	485	149	2297	97	2952	0	-1
E	pVp	59	527	87	2132	71	3023	0	-1
E	RVR	53	656	130	1911	125	2999	0	-1
2	tVt	30	409	147	1682	185	2808	0	-1
2	kVk	27	404	119	1626	71	2812	0	-1
2	pVp	66	387	155	1445	83	2768	0	-1
2	RVR	94	499	88	1319	85	2862	0	-1
u	tVt	12	261	91	816	0	-1	0	-1
u	kVk	24	267	90	717	0	-1	0	-1
u	pVp	20	274	106	718	0	-1	0	-1
u	RVR	25	339	89	718	0	-1	0	-1
e	tVt	32	468	63	2231	79	3046	0	-1
e	kVk	49	454	139	2336	72	3010	0	-1
e	pVp	55	522	116	2190	84	3022	0	-1
e	RVR	66	670	110	2052	108	3122	0	-1
a	tVt	62	755	55	1798	111	3098	0	-1
a	kVk	84	733	167	1844	132	2912	0	-1
a	pVp	68	797	57	1589	96	2939	0	-1
a	RVR	118	678	80	1252	82	2806	0	-1
o	tVt	67	480	162	1179	0	-1	0	-1
o	kVk	59	460	168	1139	0	-1	0	-1
o	pVp	71	534	82	1096	0	-1	0	-1
o	RVR	106	578	76	1034	0	-1	0	-1
9	tVt	26	410	136	1684	139	2789	0	-1
9	kVk	35	426	150	1664	105	2721	0	-1
9	pVp	31	394	63	1585	64	2740	0	-1
9	RVR	76	531	168	1455	120	2786	0	-1
O	tVt	41	524	141	1222	0	-1	0	-1
O	kVk	62	532	117	1234	0	-1	0	-1
O	pVp	55	530	66	1103	0	-1	0	-1
O	RVR	59	615	74	1081	0	-1	0	-1
y	tVt	14	256	48	2007	95	2886	0	-1
y	kVk	10	249	78	2055	65	2738	0	-1
y	pVp	44	277	94	2050	168	2837	0	-1
y	RVR	22	401	125	1923	239	2884	0	-1
i	tVt	12	251	100	2796	142	3542	120	4399
i	kVk	10	244	80	2766	201	3588	114	4675
i	pVp	20	252	95	2728	138	3539	108	4473
i	RVR	42	345	170	2548	106	3275	191	4312

Annexe du chapitre 14

T2 : Formants : 10 répétitions de voyelles moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	67	587	93	1916	57	2813	0	-1
E	kVk	51	523	72	2266	118	2740	0	-1
E	pVp	62	644	105	1987	77	2827	0	-1
E	RVR	70	618	99	1888	198	2727	0	-1
2	tVt	37	459	65	1569	61	2666	0	-1
2	kVk	50	447	182	1424	97	2437	0	-1
2	pVp	26	495	80	1459	61	2584	0	-1
2	RVR	71	497	58	1466	78	2539	0	-1
u	tVt	22	282	107	909	0	-1	0	-1
u	kVk	26	311	78	736	0	-1	0	-1
u	pVp	15	278	43	695	0	-1	0	-1
u	RVR	32	315	63	671	0	-1	0	-1
e	tVt	66	597	72	2106	79	2899	0	-1
e	kVk	61	578	77	2291	112	2849	0	-1
e	pVp	62	653	99	2124	63	2893	0	-1
e	RVR	51	646	65	1967	71	2822	0	-1
a	tVt	41	802	70	1694	74	2685	0	-1
a	kVk	52	747	14	1766	40	2717	0	-1
a	pVp	36	825	70	1517	106	2470	0	-1
a	RVR	51	786	74	1599	133	2796	0	-1
o	tVt	48	488	67	977	0	-1	0	-1
o	kVk	46	455	50	885	0	-1	0	-1
o	pVp	43	503	40	906	0	-1	0	-1
o	RVR	85	481	79	988	0	-1	0	-1
9	tVt	29	460	62	1542	66	2664	0	-1
9	kVk	45	445	144	1415	114	2449	0	-1
9	pVp	32	483	101	1435	50	2595	0	-1
9	RVR	69	483	111	1378	94	2536	0	-1
O	tVt	53	496	117	969	0	-1	0	-1
O	kVk	44	511	80	943	0	-1	0	-1
O	pVp	52	528	50	923	0	-1	0	-1
O	RVR	79	532	95	1000	0	-1	0	-1
y	tVt	12	253	36	2121	26	2608	0	-1
y	kVk	17	268	74	2329	52	2773	0	-1
y	pVp	11	257	74	2368	130	2867	0	-1
y	RVR	39	337	45	1723	101	2529	0	-1
i	tVt	16	250	30	2579	88	3458	120	4081
i	kVk	7	252	67	2664	127	3760	111	4036
i	pVp	11	235	15	2634	108	3534	124	4101
i	RVR	8	285	128	2539	227	3378	162	4060

Annexe du chapitre 14

T3 : Formants : 10 répétitions de voyelles moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	71	546	60	1884	91	2699	0	-1
E	kVk	79	495	87	2013	83	2622	0	-1
E	pVp	59	573	60	1789	78	2600	0	-1
E	RVR	28	667	97	1926	68	2680	0	-1
2	tVt	29	437	58	1421	110	2424	0	-1
2	kVk	35	447	79	1228	93	2258	0	-1
2	pVp	37	475	73	1288	146	2451	0	-1
2	RVR	49	570	79	1319	90	2549	0	-1
u	tVt	19	278	62	890	0	-1	0	-1
u	kVk	23	320	59	656	0	-1	0	-1
u	pVp	9	296	26	662	0	-1	0	-1
u	RVR	22	340	94	600	0	-1	0	-1
e	tVt	63	587	55	1917	62	2658	0	-1
e	kVk	65	515	74	2031	73	2647	0	-1
e	pVp	73	605	73	1853	112	2633	0	-1
e	RVR	45	666	157	1896	124	2671	0	-1
a	tVt	84	857	54	1441	125	2789	0	-1
a	kVk	70	841	47	1482	94	2352	0	-1
a	pVp	90	847	62	1281	122	2610	0	-1
a	RVR	70	806	80	1525	125	2548	0	-1
o	tVt	55	508	86	938	0	-1	0	-1
o	kVk	49	525	58	903	0	-1	0	-1
o	pVp	36	468	40	825	0	-1	0	-1
o	RVR	46	549	41	1008	0	-1	0	-1
9	tVt	42	450	73	1328	148	2442	0	-1
9	kVk	36	474	66	1258	186	2375	0	-1
9	pVp	37	503	61	1257	105	2498	0	-1
9	RVR	38	557	90	1285	87	2628	0	-1
O	tVt	47	458	60	1019	0	-1	0	-1
O	kVk	54	480	44	940	0	-1	0	-1
O	pVp	48	492	64	873	0	-1	0	-1
O	RVR	52	534	37	983	0	-1	0	-1
y	tVt	9	262	30	1943	50	2395	0	-1
y	kVk	25	271	78	1982	57	2236	0	-1
y	pVp	11	255	41	1935	70	2345	0	-1
y	RVR	33	368	185	1943	73	2552	0	-1
i	tVt	14	266	43	2175	86	3328	69	3872
i	kVk	10	255	57	2172	40	3420	150	4051
i	pVp	16	253	41	2145	48	3287	75	3850
i	RVR	40	326	55	2276	172	3112	118	3804

Annexe du chapitre 14

**T4 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale**

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	72	623	85	1912	106	2985	0	-1
E	kVk	67	616	113	2237	166	2982	0	-1
E	pVp	88	661	112	1972	101	2973	0	-1
E	RVR	48	776	152	1955	174	2953	0	-1
2	tVt	83	594	99	1823	96	2816	0	-1
2	kVk	74	560	139	1898	132	2673	0	-1
2	pVp	98	581	98	1903	77	2877	0	-1
2	RVR	94	674	151	1676	118	2773	0	-1
u	tVt	28	357	136	1113	0	-1	0	-1
u	kVk	6	302	34	766	0	-1	0	-1
u	pVp	6	302	52	783	0	-1	0	-1
u	RVR	21	373	75	687	0	-1	0	-1
e	tVt	82	653	94	1999	96	2960	0	-1
e	kVk	86	621	131	2234	118	3006	0	-1
e	pVp	64	697	104	2062	114	2994	0	-1
e	RVR	42	770	123	1985	178	2969	0	-1
a	tVt	78	881	73	1644	129	2965	0	-1
a	kVk	92	859	96	1750	159	2512	0	-1
a	pVp	51	873	105	1500	36	2731	0	-1
a	RVR	69	929	72	1647	92	2838	0	-1
o	tVt	67	583	82	1020	0	-1	0	-1
o	kVk	55	530	61	931	0	-1	0	-1
o	pVp	31	478	40	854	0	-1	0	-1
o	RVR	76	621	79	1017	0	-1	0	-1
9	tVt	71	571	95	1760	96	2809	0	-1
9	kVk	60	527	115	1829	126	2597	0	-1
9	pVp	72	637	67	1890	67	2866	0	-1
9	RVR	78	724	129	1745	136	2799	0	-1
O	tVt	43	534	138	1037	0	-1	0	-1
O	kVk	46	505	65	895	0	-1	0	-1
O	pVp	36	503	48	895	0	-1	0	-1
O	RVR	96	615	70	996	0	-1	0	-1
y	tVt	13	266	53	2064	47	2910	0	-1
y	kVk	17	260	96	2087	50	2499	0	-1
y	pVp	10	262	124	2257	101	3085	0	-1
y	RVR	35	420	168	1883	99	2684	0	-1
i	tVt	17	267	84	2442	180	3589	112	4481
i	kVk	10	287	116	2523	43	3642	164	4368
i	pVp	8	269	56	2343	104	3537	159	4332
i	RVR	15	428	135	2472	158	3700	117	4258

Annexe du chapitre 14

**T5 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale**

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	72	611	44	1893	153	2997	0	-1
E	kVk	82	608	187	2148	88	2854	0	-1
E	pVp	63	672	136	1921	75	2951	0	-1
E	RVR	62	645	74	1794	88	2880	0	-1
2	tVt	64	487	66	1539	130	2758	0	-1
2	kVk	50	485	73	1541	88	2615	0	-1
2	pVp	50	519	96	1557	118	2783	0	-1
2	RVR	87	557	141	1495	121	2747	0	-1
u	tVt	9	291	123	1000	0	-1	0	-1
u	kVk	12	289	54	871	0	-1	0	-1
u	pVp	21	291	48	725	0	-1	0	-1
u	RVR	24	368	63	868	0	-1	0	-1
e	tVt	78	656	125	1991	122	3002	0	-1
e	kVk	85	633	90	2284	72	2918	0	-1
e	pVp	61	684	143	1987	82	2977	0	-1
e	RVR	56	676	143	1957	101	2942	0	-1
a	tVt	29	720	68	1427	85	2956	0	-1
a	kVk	79	720	75	1472	89	2616	0	-1
a	pVp	52	760	51	1367	66	2840	0	-1
a	RVR	37	745	80	1446	117	2854	0	-1
o	tVt	46	487	97	1055	0	-1	0	-1
o	kVk	42	515	64	1011	0	-1	0	-1
o	pVp	51	498	102	952	0	-1	0	-1
o	RVR	52	533	71	1077	0	-1	0	-1
9	tVt	64	485	93	1511	113	2735	0	-1
9	kVk	59	529	115	1573	106	2601	0	-1
9	pVp	77	571	123	1614	100	2758	0	-1
9	RVR	113	605	151	1547	158	2765	0	-1
O	tVt	47	500	101	1081	0	-1	0	-1
O	kVk	46	517	54	1045	0	-1	0	-1
O	pVp	52	532	99	1026	0	-1	0	-1
O	RVR	69	555	75	1107	0	-1	0	-1
y	tVt	11	267	53	2063	46	2757	0	-1
y	kVk	8	273	67	2140	65	2859	0	-1
y	pVp	7	262	144	2430	108	2863	0	-1
y	RVR	21	346	155	2026	85	2725	0	-1
i	tVt	13	271	48	2722	138	3317	196	4602
i	kVk	9	259	22	2807	117	3454	86	4414
i	pVp	14	258	51	2744	110	3461	133	4452
i	RVR	31	396	54	2433	135	3143	74	4593

Annexe du chapitre 14

T6 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	57	604	99	2163	81	3103	0	-1
E	kVk	61	595	94	2439	110	3053	0	-1
E	pVp	65	683	115	2143	73	3113	0	-1
E	RVR	51	648	99	2246	102	3227	0	-1
2	tVt	36	421	115	1701	129	3004	0	-1
2	kVk	47	448	115	1388	129	2807	0	-1
2	pVp	46	446	83	1420	72	2973	0	-1
2	RVR	54	507	119	1558	90	3024	0	-1
u	tVt	24	352	92	1046	0	-1	0	-1
u	kVk	31	351	71	794	0	-1	0	-1
u	pVp	31	356	59	682	0	-1	0	-1
u	RVR	49	386	110	996	0	-1	0	-1
e	tVt	61	610	107	2165	68	3156	0	-1
e	kVk	67	560	105	2424	81	3087	0	-1
e	pVp	66	678	91	2177	124	3138	0	-1
e	RVR	69	644	107	2269	82	3228	0	-1
a	tVt	62	732	52	1715	54	2951	0	-1
a	kVk	65	734	90	1737	127	2560	0	-1
a	pVp	71	778	50	1441	80	2856	0	-1
a	RVR	55	826	100	1855	108	2901	0	-1
o	tVt	58	501	91	1182	0	-1	0	-1
o	kVk	69	540	84	1111	0	-1	0	-1
o	pVp	49	484	54	967	0	-1	0	-1
o	RVR	75	585	148	1272	0	-1	0	-1
9	tVt	40	427	88	1626	109	2965	0	-1
9	kVk	54	467	108	1384	83	2763	0	-1
9	pVp	40	459	132	1513	115	2949	0	-1
9	RVR	52	548	137	1520	120	3051	0	-1
O	tVt	68	528	97	1201	0	-1	0	-1
O	kVk	63	541	104	1106	0	-1	0	-1
O	pVp	59	537	57	1051	0	-1	0	-1
O	RVR	105	600	113	1228	0	-1	0	-1
y	tVt	10	261	80	2402	106	2937	0	-1
y	kVk	21	264	159	2357	80	2687	0	-1
y	pVp	27	273	101	2293	53	2681	0	-1
y	RVR	30	398	86	2147	103	2739	0	-1
i	tVt	22	263	30	2730	81	3547	27	4658
i	kVk	19	258	48	2784	60	4006	119	4542
i	pVp	33	268	15	2735	161	3802	68	4736
i	RVR	31	427	97	2561	109	3379	69	4479

Annexe du chapitre 14

**T7 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale**

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	49	588	126	1928	78	2894	0	-1
E	kVk	44	537	96	2153	113	2677	0	-1
E	pVp	51	610	129	1789	71	2734	0	-1
E	RVR	40	700	123	1916	81	2767	0	-1
2	tVt	52	497	93	1722	57	2821	0	-1
2	kVk	28	471	66	1639	71	2538	0	-1
2	pVp	41	511	146	1553	69	2734	0	-1
2	RVR	39	698	170	1866	77	2753	0	-1
u	tVt	24	326	126	1086	0	-1	0	-1
u	kVk	44	351	51	865	0	-1	0	-1
u	pVp	9	335	27	763	0	-1	0	-1
u	RVR	27	424	113	835	0	-1	0	-1
e	tVt	49	617	117	1962	85	2882	0	-1
e	kVk	51	581	106	2139	112	2746	0	-1
e	pVp	53	650	120	1856	113	2794	0	-1
e	RVR	32	704	120	2004	120	2856	0	-1
a	tVt	50	756	82	1424	63	2873	0	-1
a	kVk	72	807	91	1396	125	2398	0	-1
a	pVp	61	732	70	1223	51	2721	0	-1
a	RVR	43	823	86	1535	94	2754	0	-1
o	tVt	34	550	134	1077	0	-1	0	-1
o	kVk	31	539	69	1029	0	-1	0	-1
o	pVp	60	529	67	910	0	-1	0	-1
o	RVR	91	642	93	1146	0	-1	0	-1
9	tVt	47	516	90	1672	63	2838	0	-1
9	kVk	31	505	217	1604	94	2523	0	-1
9	pVp	53	531	140	1594	65	2716	0	-1
9	RVR	78	672	78	1159	165	2792	0	-1
O	tVt	39	554	117	1086	0	-1	0	-1
O	kVk	46	564	64	1035	0	-1	0	-1
O	pVp	52	549	64	928	0	-1	0	-1
O	RVR	97	626	89	1120	0	-1	0	-1
y	tVt	29	343	50	2162	69	2815	0	-1
y	kVk	30	348	49	1985	31	2624	0	-1
y	pVp	8	339	49	2283	51	2793	0	-1
y	RVR	15	492	103	2065	46	2745	0	-1
i	tVt	5	289	75	2690	77	3142	69	4293
i	kVk	12	295	43	2712	118	3325	56	4223
i	pVp	17	289	60	2768	63	3520	41	4224
i	RVR	35	477	44	2503	33	2884	56	4246

Annexe du chapitre 14

**T8 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale**

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET	F4 MID
E	tVt	35	536	101	1915	75	2879	0	-1
E	kVk	45	508	68	2296	110	2801	0	-1
E	pVp	71	575	72	1948	78	2886	0	-1
E	RVR	71	602	136	2028	125	2932	0	-1
2	tVt	45	329	65	1581	130	2745	0	-1
2	kVk	47	390	102	1466	103	2618	0	-1
2	pVp	60	381	37	1483	68	2753	0	-1
2	RVR	49	433	168	1373	106	2793	0	-1
u	tVt	8	268	70	1286	0	-1	0	-1
u	kVk	4	281	64	831	0	-1	0	-1
u	pVp	13	293	73	825	0	-1	0	-1
u	RVR	34	369	82	917	0	-1	0	-1
e	tVt	62	463	82	2095	52	2889	0	-1
e	kVk	39	464	107	2365	153	2840	0	-1
e	pVp	64	529	160	2065	101	2859	0	-1
e	RVR	85	586	140	2106	109	2950	0	-1
a	tVt	74	715	96	1623	82	2984	0	-1
a	kVk	99	775	74	1603	126	2800	0	-1
a	pVp	72	801	67	1500	134	2858	0	-1
a	RVR	70	799	101	1633	120	2857	0	-1
o	tVt	42	394	127	1050	0	-1	0	-1
o	kVk	54	413	74	954	0	-1	0	-1
o	pVp	51	426	80	947	0	-1	0	-1
o	RVR	57	424	100	1122	0	-1	0	-1
9	tVt	46	427	96	1663	102	2818	0	-1
9	kVk	43	442	131	1501	99	2537	0	-1
9	pVp	22	441	172	1677	113	2759	0	-1
9	RVR	72	504	285	1665	117	2878	0	-1
O	tVt	51	433	140	1143	0	-1	0	-1
O	kVk	59	430	95	996	0	-1	0	-1
O	pVp	50	444	77	996	0	-1	0	-1
O	RVR	97	451	105	1044	0	-1	0	-1
y	tVt	11	278	42	2078	129	2576	0	-1
y	kVk	15	298	64	1754	57	2638	0	-1
y	pVp	18	273	66	2163	96	2687	0	-1
y	RVR	41	359	213	1775	86	2724	0	-1
i	tVt	19	269	69	2612	77	3445	111	4342
i	kVk	14	279	51	2720	127	3549	101	4516
i	pVp	5	263	66	2584	43	3547	200	4397
i	RVR	19	356	161	2585	124	3044	116	4379

Annexe du chapitre 14

T9 : Formants : 10 répétitions de voyelles moyennes* valeur centrale, syllabe finale

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET
E	tVt	59	576	117	2333	116	3136	0
E	kVk	43	531	82	2529	100	3117	0
E	pVp	72	596	177	2332	146	3116	0
E	RVR	76	714	156	2032	173	2991	0
2	tVt	50	395	62	1785	114	2812	0
2	kVk	53	427	169	1643	92	2828	0
2	pVp	55	444	129	1737	74	2777	0
2	RVR	54	498	155	1496	207	2801	0
u	tVt	17	338	84	1441	0	-1	0
u	kVk	18	341	20	835	0	-1	0
u	pVp	7	354	57	734	0	-1	0
u	RVR	49	403	53	803	0	-1	0
e	tVt	55	484	106	2432	158	3189	0
e	kVk	45	475	100	2669	122	3159	0
e	pVp	52	488	109	2406	163	3146	0
e	RVR	48	692	142	2094	146	2963	0
a	tVt	64	792	60	2004	99	3026	0
a	kVk	51	807	31	1865	81	2630	0
a	pVp	56	860	92	1799	113	2890	0
a	RVR	87	889	47	1601	171	3017	0
o	tVt	44	501	131	1177	0	-1	0
o	kVk	33	483	73	961	0	-1	0
o	pVp	55	494	149	1020	0	-1	0
o	RVR	49	469	85	944	0	-1	0
9	tVt	54	483	135	1859	119	2852	0
9	kVk	44	486	395	1904	218	2846	0
9	pVp	60	461	121	1832	82	2820	0
9	RVR	88	578	183	1705	149	2856	0
O	tVt	57	524	146	1254	0	-1	0
O	kVk	54	508	109	1045	0	-1	0
O	pVp	67	518	179	1091	0	-1	0
O	RVR	60	508	94	999	0	-1	0
y	tVt	9	327	32	2093	77	2932	0
y	kVk	10	309	55	1749	76	3033	0
y	pVp	25	321	56	1897	43	2788	0
y	RVR	43	407	141	1530	133	2787	0
i	tVt	17	297	79	2792	93	3565	45
i	kVk	9	310	63	3013	149	3594	85
i	pVp	35	314	130	2941	84	3726	89
i	RVR	71	394	148	2622	144	3279	63

**T10 : Formants : 10 répétitions de voyelles
moyennes* valeur centrale, syllabe finale**

VOWEL	LABEL	F1 ET	F1 MID	F2 ET	F2 MID	F3 ET	F3 MID	F4 ET
E	tVt	66	609	76	2023	93	3025	0
E	kVk	68	593	85	2274	103	2902	0
E	pVp	53	689	73	2042	71	2990	0
E	RVR	56	699	94	1954	135	2960	0
2	tVt	68	480	59	1732	58	2901	0
2	kVk	54	435	145	1753	89	2633	0
2	pVp	85	500	53	1763	63	2840	0
2	RVR	83	476	89	1469	86	2868	0
u	tVt	13	248	84	1120	0	-1	0
u	kVk	8	259	42	712	0	-1	0
u	pVp	13	271	35	703	0	-1	0
u	RVR	24	327	90	775	0	-1	0
e	tVt	60	565	42	2123	63	3038	0
e	kVk	50	502	100	2485	118	3016	0
e	pVp	60	549	66	2205	67	3051	0
e	RVR	36	631	93	2033	95	2926	0
a	tVt	46	637	88	1675	127	2834	0
a	kVk	61	695	48	1835	132	2471	0
a	pVp	71	785	73	1546	73	2742	0
a	RVR	35	712	45	1545	138	2735	0
o	tVt	72	388	93	892	0	-1	0
o	kVk	57	418	70	818	0	-1	0
o	pVp	52	438	61	815	0	-1	0
o	RVR	75	404	68	825	0	-1	0
9	tVt	54	488	56	1685	80	2832	0
9	kVk	56	473	97	1770	86	2689	0
9	pVp	66	477	72	1692	60	2830	0
9	RVR	61	553	124	1497	75	2802	0
O	tVt	89	459	78	1034	0	-1	0
O	kVk	84	495	103	1002	0	-1	0
O	pVp	74	541	111	995	0	-1	0
O	RVR	108	538	85	1011	0	-1	0
y	tVt	19	268	97	2242	106	2801	0
y	kVk	19	294	70	2385	85	2763	0
y	pVp	12	269	123	2361	93	2774	0
y	RVR	42	339	54	2170	154	2748	0
i	tVt	25	282	75	2674	39	3480	78
i	kVk	8	247	71	2807	89	3637	171
i	pVp	11	239	37	2540	103	3577	65
i	RVR	12	355	95	2624	162	3346	163

Tableau 40 : Formants moyens et écarts types des voyelles du français produites par les futures enseignantes tchèques de FLE T1 à T10 individuellement en syllabe finale pVp, tVt, kVk et RVR. Observons les moyennes pour les voyelles moyennes qui ont été calculées à partir de 10 répétitions* valeur centrale *syllabe finale. 2 = ø, 9 = œ, E = ε, O = ɔ

Cibles des voyelles moyennes

Triangles acoustiques des voyelles isolées produites par les futures enseignantes individuellement

Les figures des pages 99 à 108 représentent les triangles F1/F2 et F2/F3 (en Bark) des dix voyelles orales du français produites en isolation par les futures enseignantes tchèques T1 à T10 individuellement (moyenne des valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique). Les voyelles moyennes ont été produites 10 fois, les autres voyelles [i, y, u, a] 4 fois.

Annexe du chapitre 14

T1

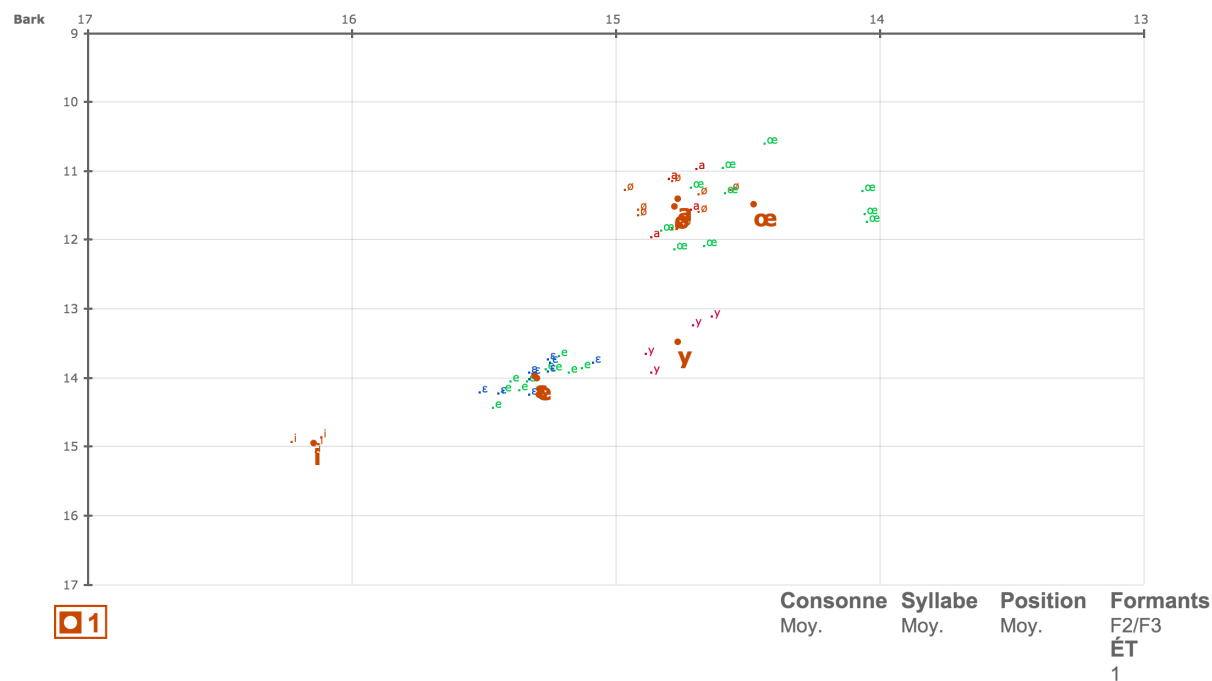
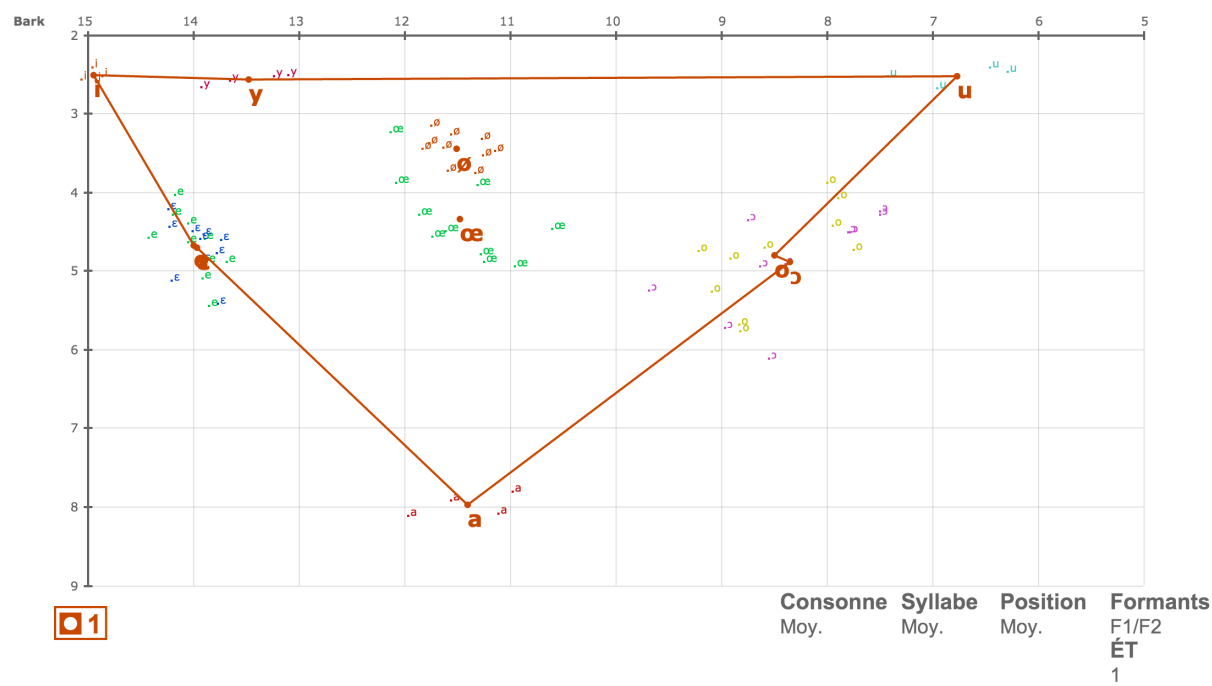


Figure 27 : T1 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

T2

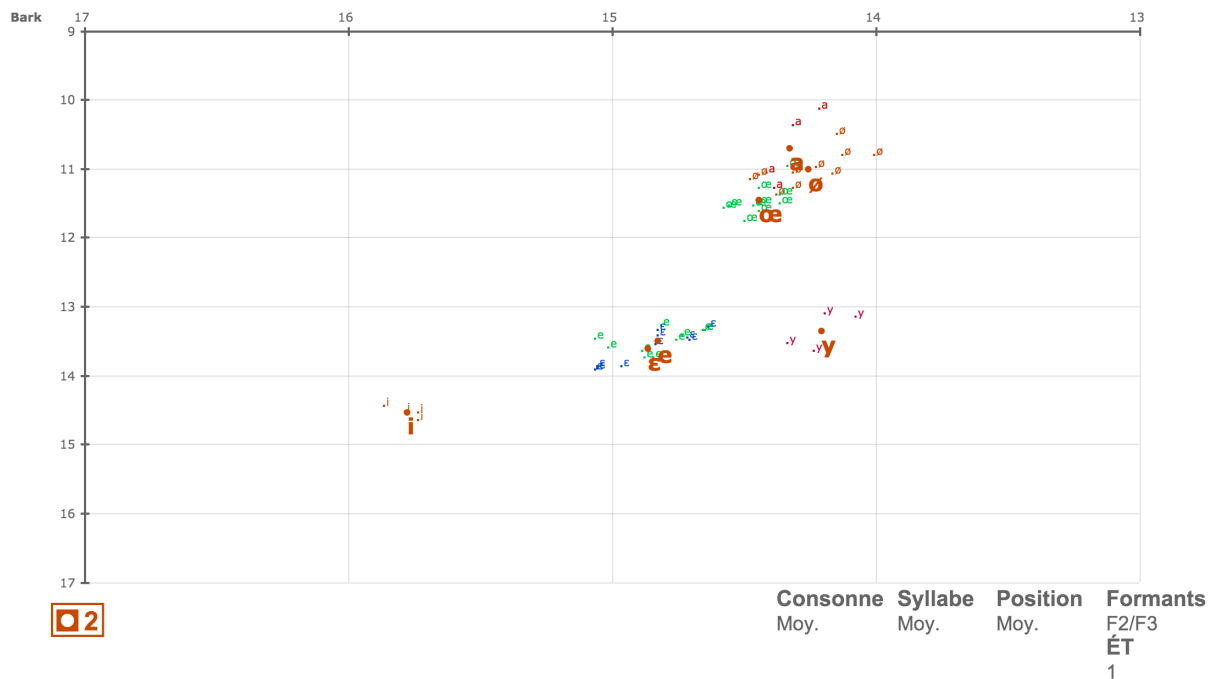
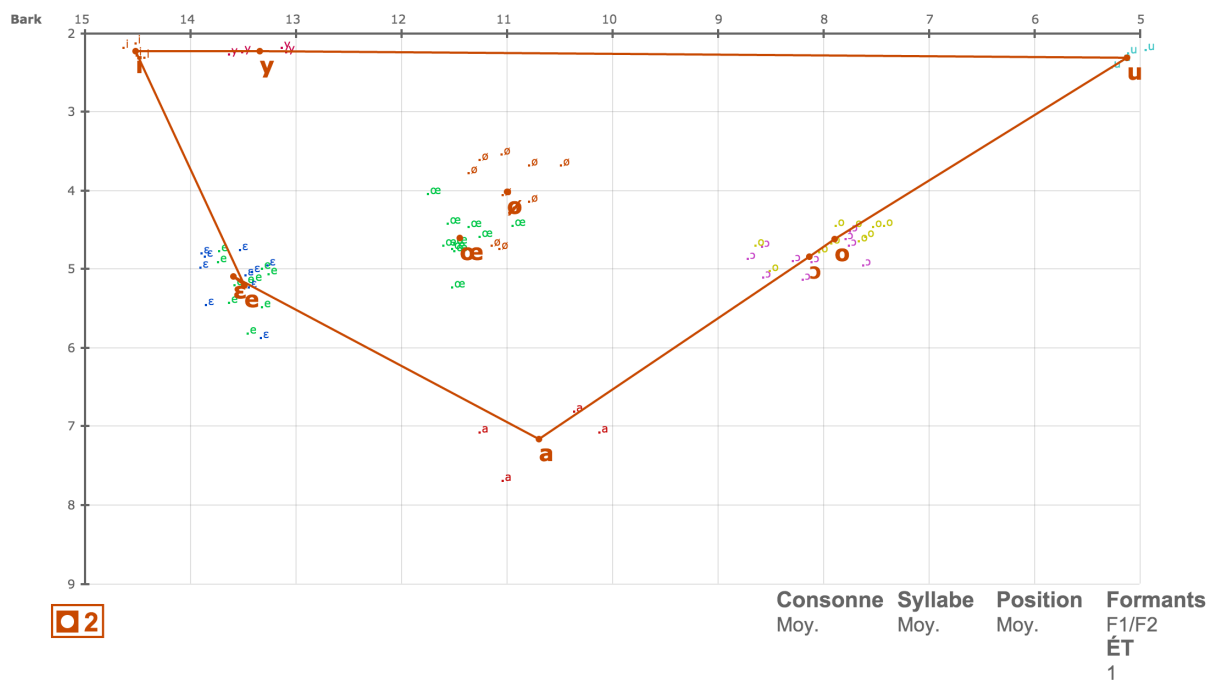


Figure 28 : T2 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

T3

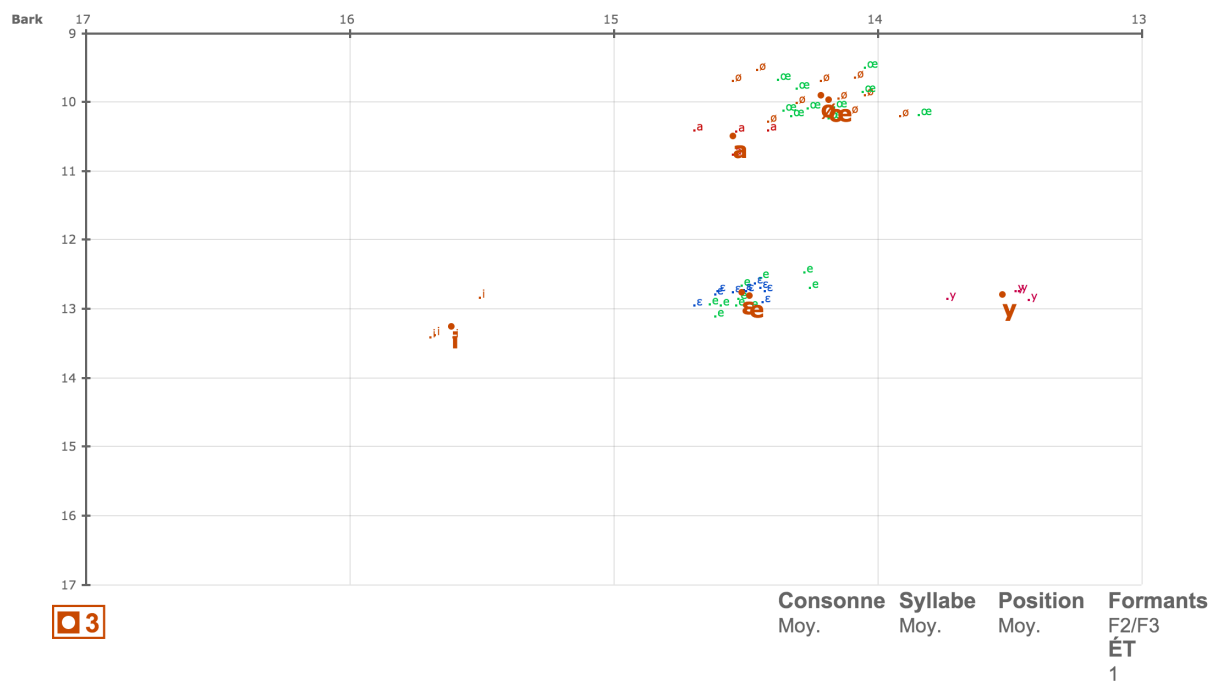
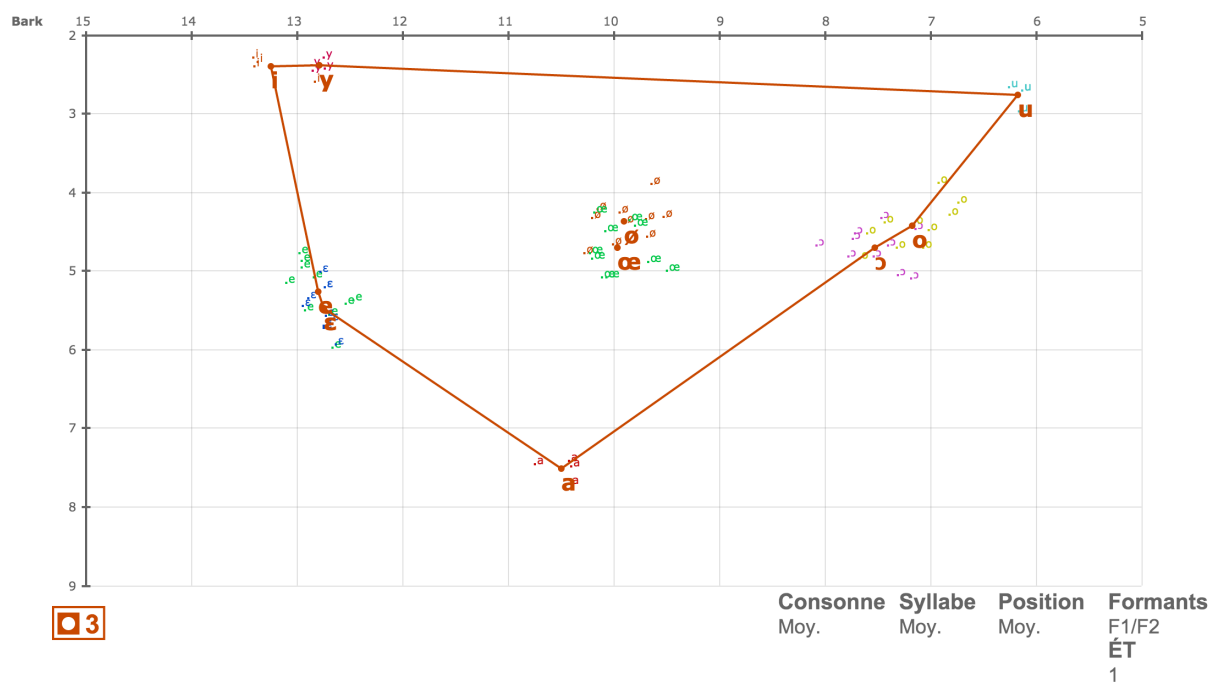


Figure 29 : T3 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

T6

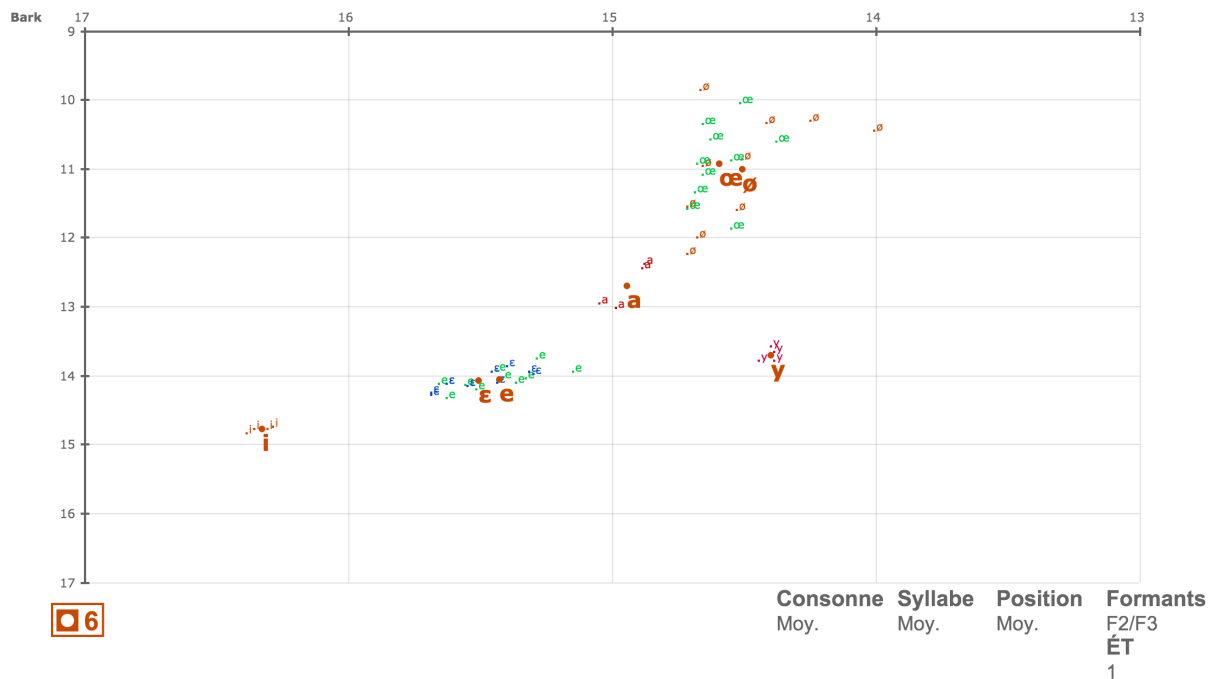
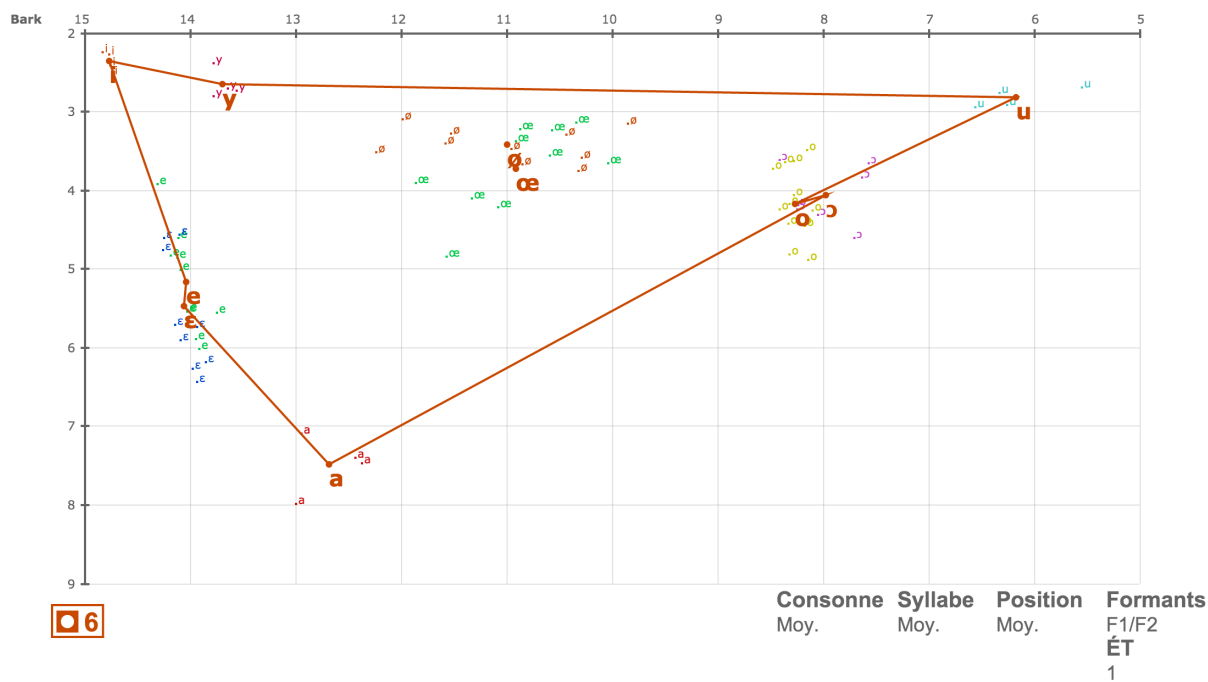


Figure 32 : T6 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

Annexe du chapitre 14

T8

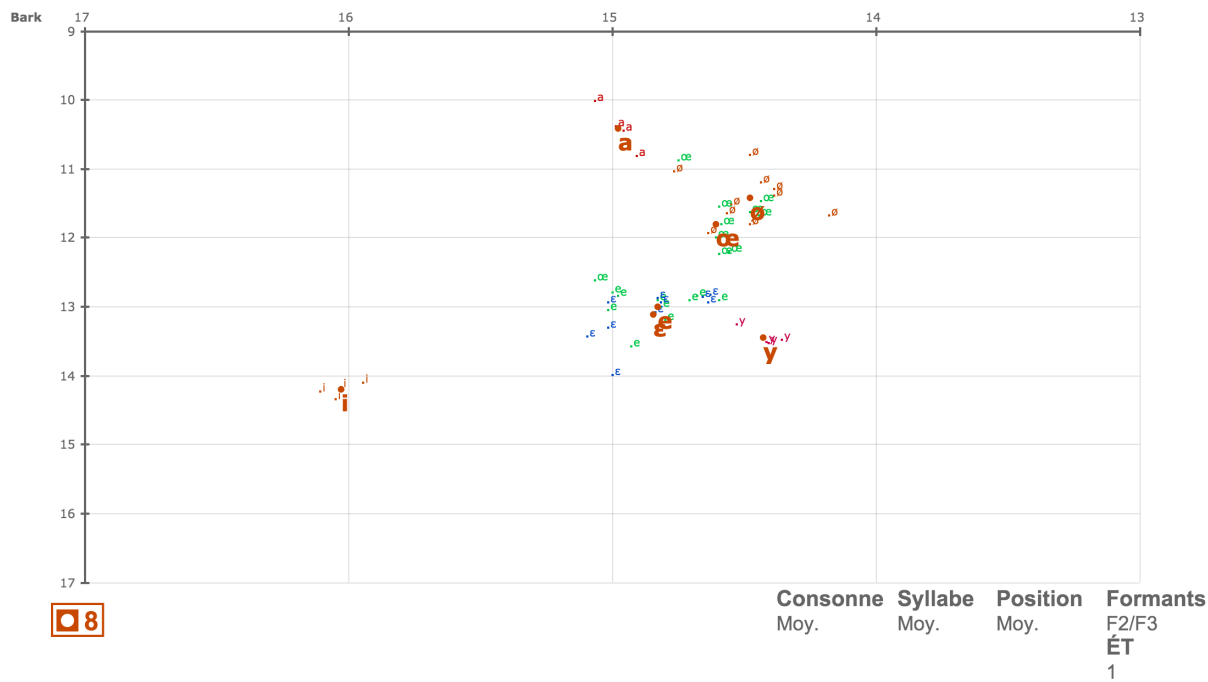
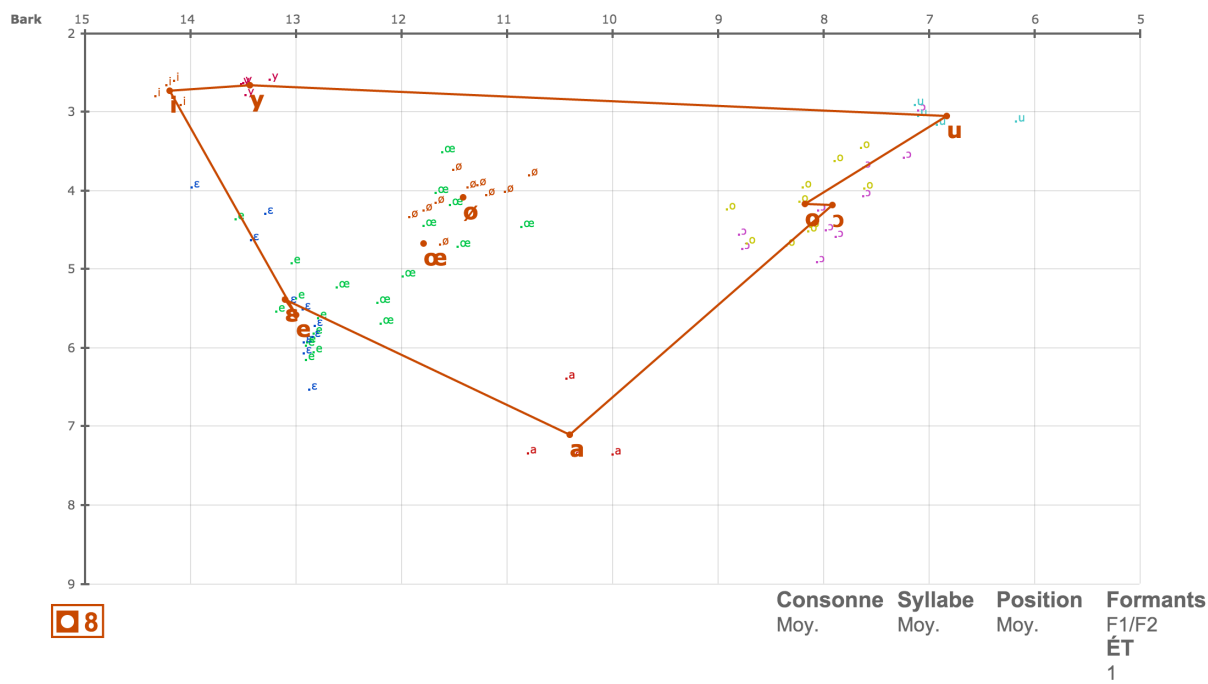


Figure 34 : T8 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

T9

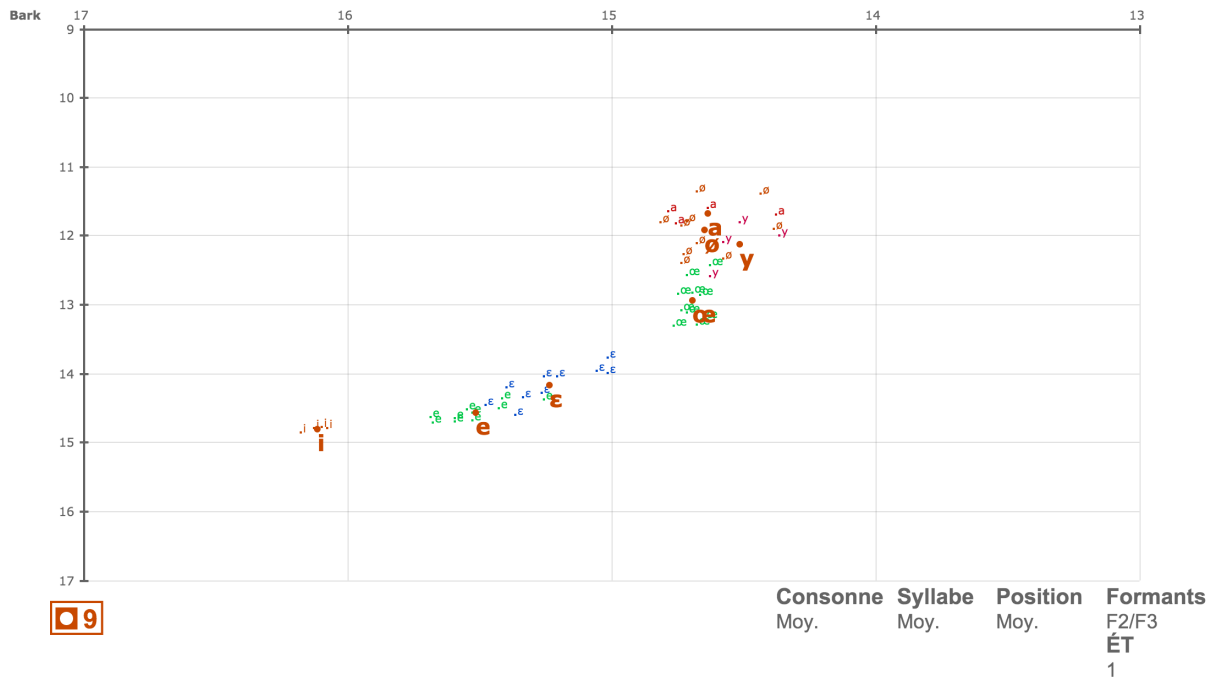
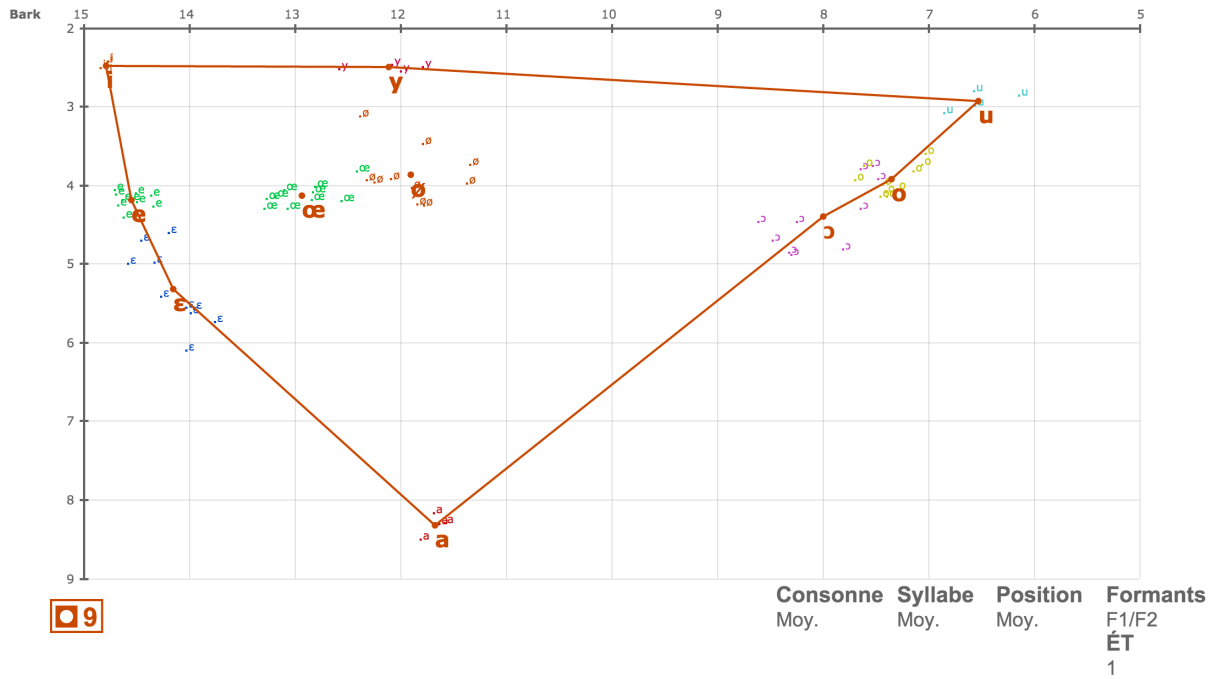


Figure 35 : T9 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

T10

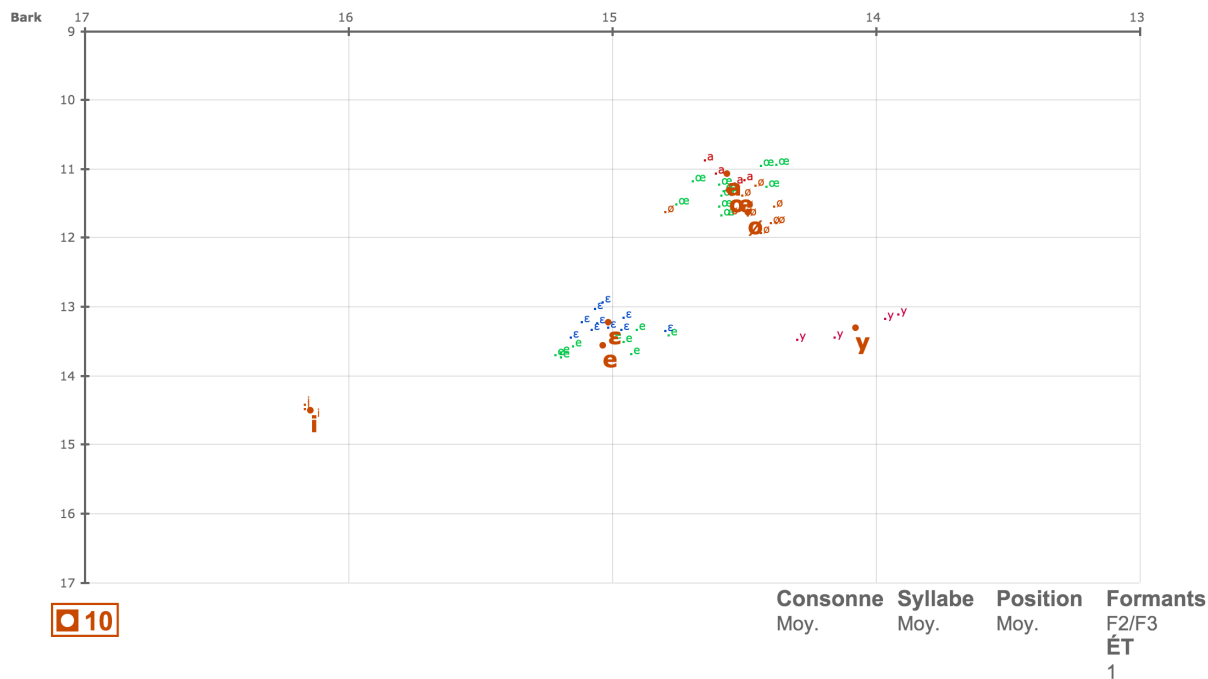
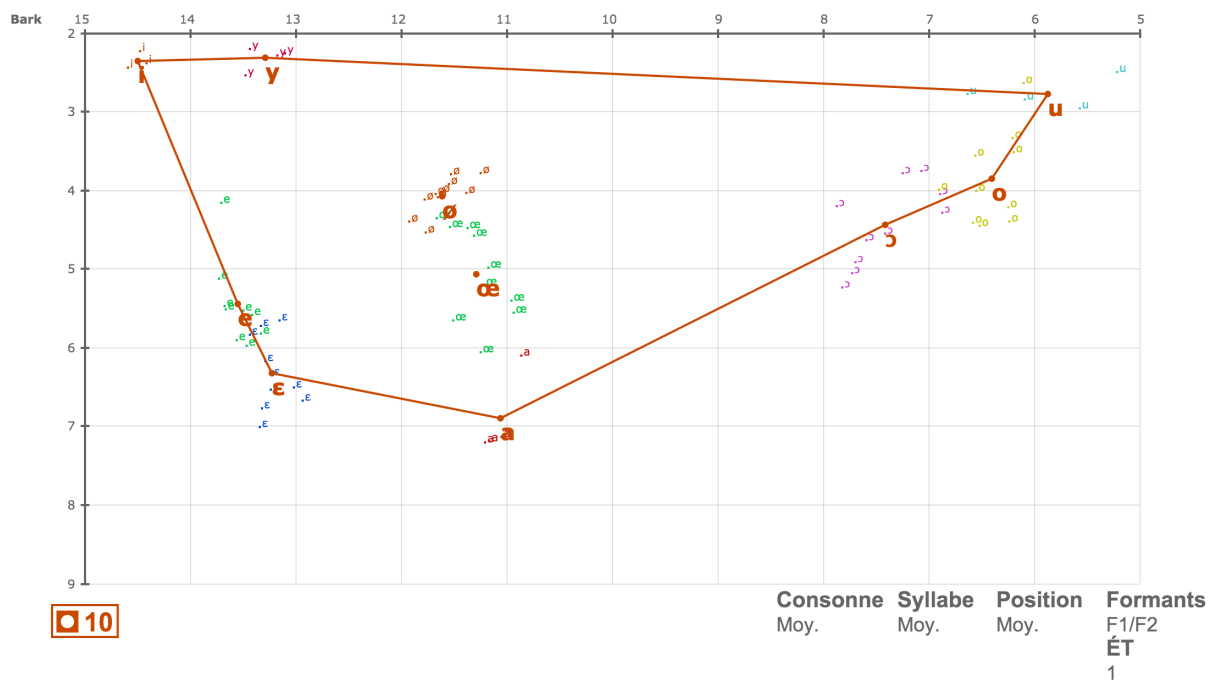


Figure 36 : T10 : Triangles F1/F2 (en haut) et F2/F3 (en bas) des voyelles isolées du français. Valeurs prises à un tiers, à la moitié et à deux tiers de la durée vocalique ; transformées en Bark

[ɛ] isolé des locutrices T1, T7 et T8

Le spectrogramme de la Figure 37 illustre les dix réalisations de [ɛ] isolé produites par la locutrice T1 qui ont été majoritairement catégorisées par les natifs comme /ɛ/ mais également confondues avec /e/.

EE_loc1_son1_10

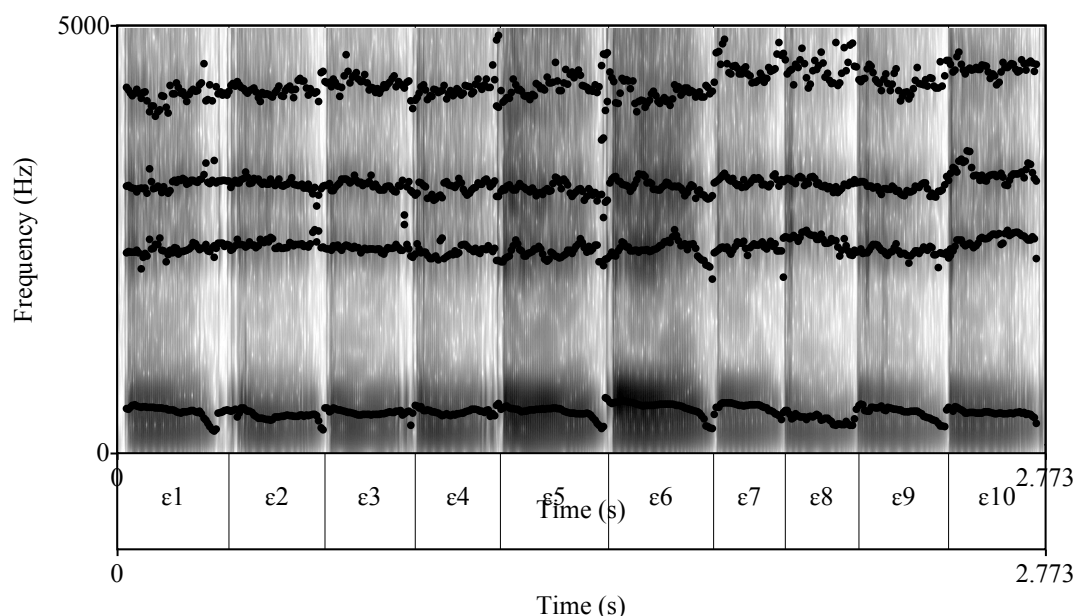


Figure 37 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T1

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [ɛ] produit par la locutrice tchèque 1 se trouvent dans le Tableau 41. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T1		ε 1	ε 2	ε 3	ε 4	ε 5	ε 6	ε 7	ε 8	ε 9	ε 10
F1		476	435	456	457	507	560	567	435	491	481
F2		2344	2398	2393	2349	2343	2386	2447	2512	2335	2534
F3		3196	3129	3106	3125	3064	3087	3219	3156	3018	3248
Perçu /ɛ/	Nb/10	5	1	5	6	7	7	10	5	10	2
	Note	3,4	5	4	4	4,7	3,9	4,4	3,4	4,1	4,5
Perçu /e/	Nb/10	5	9	5	4	3	3		5		8
	Note	3,4	4,1	3,4	4	3,3	3,3		4,2		3,5

Tableau 41 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de /ɛ/ isolé produit par la locutrice tchèque 1 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Le Tableau 41 indique que les formants varient d'une production à l'autre : le premier formant du [ɛ] produit par la locutrice tchèque T1 varie de 435 à 567 Hz, le deuxième formant de 2335 à 2534 Hz et le troisième formant de 3018 à 3248 Hz. Ainsi, le F1 est souvent plus bas que le F1 minimal des sept autres locutrices alors que le F2 et le F3 atteint les mêmes valeurs que ceux des autres locutrices. La locutrice tchèque 1 produit alors soit la qualité [ɛ] identifiée comme telle par tous les auditeurs (stimulus 7 avec un F1 maximal et stimulus 9 avec un F2 et F3 minimal), soit la qualité [e] (stimulus 2) identifiée comme telle par 9 auditeurs sur 10, soit des voyelles intermédiaires dont le timbre est suivant l'auditeur interprété en terme de /ɛ/ (dans la plupart des cas) ou de /e/. La catégorisation en terme de /ɛ/ est ainsi généralement accompagnée d'une meilleure note que celle en terme de /e/ mi-fermé. Ce résultat indique que la locutrice T1 qui ne produit pas le [ɛ] français par simple transfert de [ɛ] tchèque détient la connaissance de l'existence de la voyelle mi-fermée /e/ qui selon la loi de position a tendance à devenir le seul timbre en syllabe finale ouverte. L'abaissement de la valeur de F1 dans la

Annexe du chapitre 14

production de [ɛ] isolé chez la locutrice T1 peut alors être expliqué par la tendance en français actuel visant la fermeture en syllabe finale CV plutôt que par la non maîtrise de la cible.

La locutrice T7 produit également des sons qui ne sont pas systématiquement interprétés par les Français natifs en terme de la catégorie visée. Les dix occurrences de [ɛ] produit par la locutrice T7 sont alors représentées dans le spectrogramme de la Figure 38.

EE_loc7_son1_10

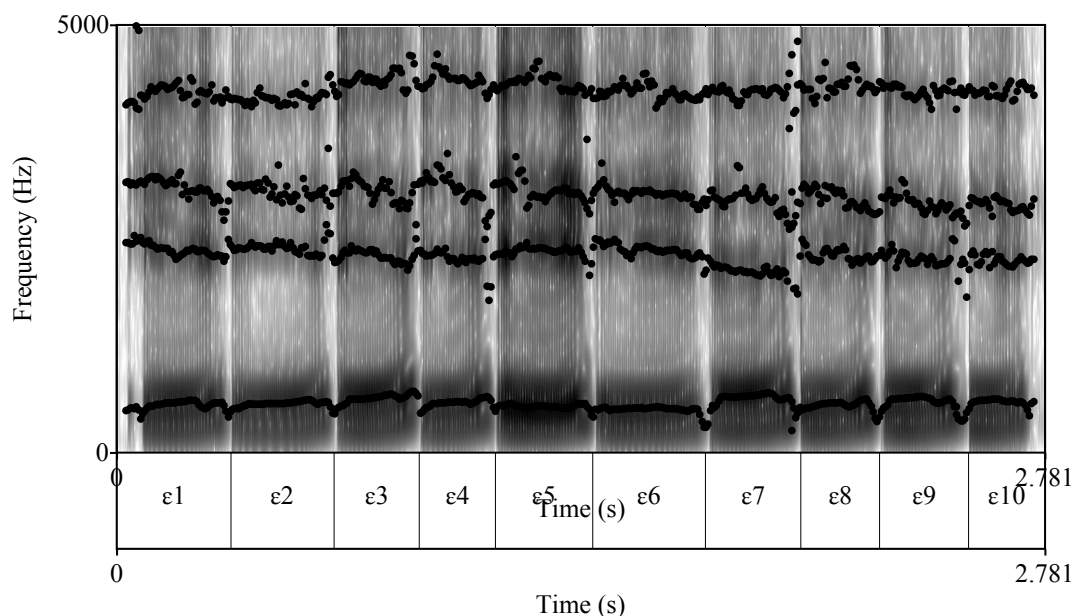


Figure 38 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [ɛ] produit par la locutrice tchèque T7 se trouvent dans le Tableau 42. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T7	ε 1	ε 2	ε 3	ε 4	ε 5	ε 6	ε 7	ε 8	ε 9	ε 10	
F1	607	586	654	599	537	519	671	586	648	603	
F2	2369	2426	2305	2219	2346	2420	2092	2375	2221	2215	
F3	3051	2941	3092	3054	3060	3062	2974	3071	2907	2929	
Perçu /ε/	Nb/10	8	8	9	8	5	3	10	8	9	8
	Note	4,3	4,3	4,6	4,1	3,4	4	4	4	3,5	4,6
Perçu /e/	Nb/10	2	2	1	2	5	7		2		1
	Note	3,5	3,5	3	3,5	3,8	3,6		4		1

Tableau 42 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de [ɛ] isolé produit par la locutrice tchèque T7 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Le Tableau 42 indique que le premier formant du [ɛ] chez la locutrice T7 varie de 519 – 671 Hz, le deuxième de 2092 – 2426 Hz et le troisième de 2907 – 3092 Hz. Les formants correspondent alors à ceux des sept locutrices tchèques dont les productions de [ɛ] étaient majoritairement identifiées comme telles. Ainsi chez la locutrice T7, la plupart des stimuli ont été catégorisés par la plupart des auditeurs en terme de la variante mi-ouverte /ε/ (et notamment le stimulus 7 avec un F1 maximal et F2 minimal et donc un caractère compact qui a été identifié comme /ε/ par tous les auditeurs). A l'inverse le stimulus 6, produit avec un F1 minimal, a été majoritairement catégorisé (par 7 auditeurs) comme /e/. Enfin, le stimulus 5 (produit avec F1 de 537 Hz) correspond à une qualité intermédiaire, catégorisée par 5 auditeurs comme /ε/ et 5 auditeurs restants comme /e/. Il est à noter que l'identification en terme de /ε/ est généralement accompagnée d'une meilleure note que l'identification en terme de /e/, tout comme chez la locutrice 1. Ainsi, la locutrice T7 produit un ensemble de variantes qui ne sont

Annexe du chapitre 14

pas systématiquement interprétées en terme de la qualité vocalique visée et qui ne correspondent pas au calque de la catégorie native [ɛ]. En revanche, elle tend vers l'abaissement de F1, corrélé à une plus petite ouverture, comme c'est la tendance des voyelles moyennes en syllabe ouverte en français actuel.

Enfin, les dix productions de [ɛ] de la locutrice T8 qui ont été identifiées par les Français natifs en terme de la catégorie visée avec un fit index de 3,2 sur 5 seulement sont illustrées dans le spectrogramme de la Figure 39.

EE_loc8_son1_10

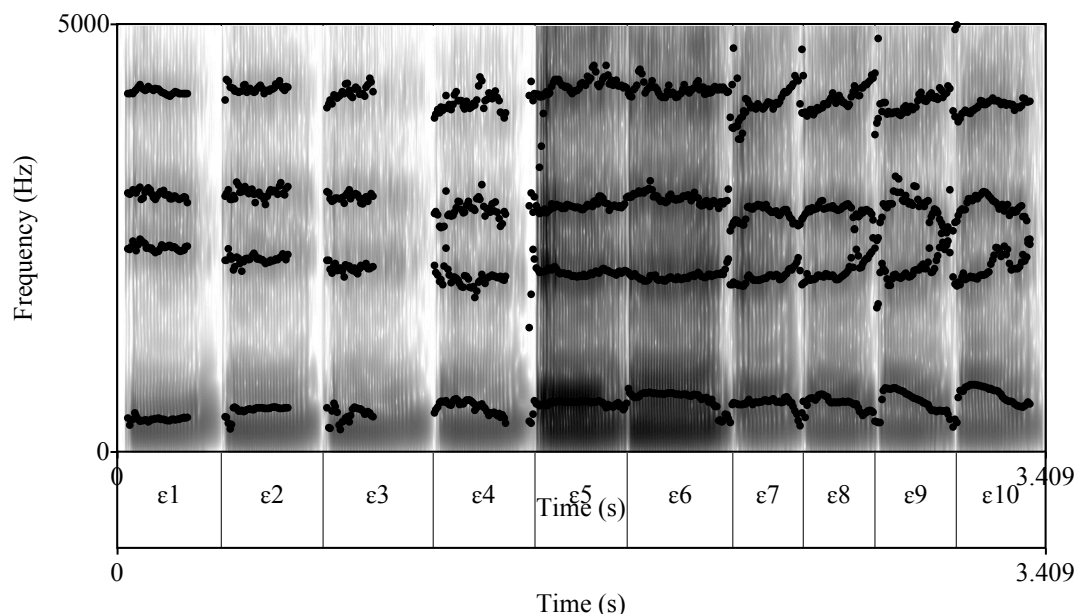


Figure 39 : Spectrogramme du [ɛ] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T8

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [ɛ] produit par la locutrice tchèque T8 se trouvent dans le Tableau 43. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T8		ε 1	ε 2	ε 3	ε 4	ε 5	ε 6	ε 7	ε 8	ε 9	ε 10
F1		373	509	470	607	586	679	582	579	678	744
F2		2394	2230	2145	1963	2052	2019	2007	2014	2081	2102
F3		3009	2959	2934	2893	2860	2956	2878	2827	2975	3005
Perçu /ε/	Nb/10		8	8	8	9	9	8	9	8	9
	Note		3,6	4,4	4	4,6	4,4	4	4,3		4,5
Perçu /e/	Nb/10	8	1								
	Note	4	4								
Perçu /œ/	Nb/10			1	1		1	1	1	2	1
	Note			4	3		1	3	3	3	4
Perçu /ø/	Nb/10	2			1	1		1			
	Note	3			1	1		3			

Tableau 43 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) de 10 occurrences de [ɛ] isolé produit par la locutrice tchèque T7 et identifiées par 10 Français natifs. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Comme l'indique le Tableau 43, les dix répliques de [ɛ] de la locutrice T8 ont un caractère acoustique instable : le premier formant du [ɛ] varie de 373 Hz à 744 Hz, le deuxième formant varie de 1963 Hz à 2394 Hz et enfin le troisième varie de 2827 Hz à 3009 Hz. Ainsi, le F1 des trois premiers stimuli est plus bas que celui des sept locutrices dont les productions de [ɛ] étaient identifiées par les natifs comme telles avec facilité mais le F2 et F3 sont sensiblement les mêmes. Nous remarquons que le stimulus 1 avec F1 minimal (de 373 Hz) et F2 et F3 maximal

(respectivement de 2394 Hz et 3009 Hz) a été majoritairement identifié comme /e/ (et confondu avec /ø/ par deux auditeurs). Les neuf stimuli restants étaient ensuite majoritairement interprétés en terme de /ɛ/ et parfois confondus avec /œ/ ou /ø/ (mais seulement une fois avec /e/). De cette façon, la locutrice T8 manifeste également la connaissance de l'existence de deux timbres et elle produit le premier son avec F1 bas, corrélé à une petite ouverture, ce qui correspond de nouveau à la tendance actuelle du français à la fermeture des voyelles moyennes en syllabe ouverte.

[e] isolé des locutrices T4, T7, T1

Le spectrogramme des dix occurrences de [e], produit par la locutrice T4, qui sont majoritairement identifiées par les natifs comme /ɛ/ est ensuite illustré à la Figure 40.

e_loc4_son1_10

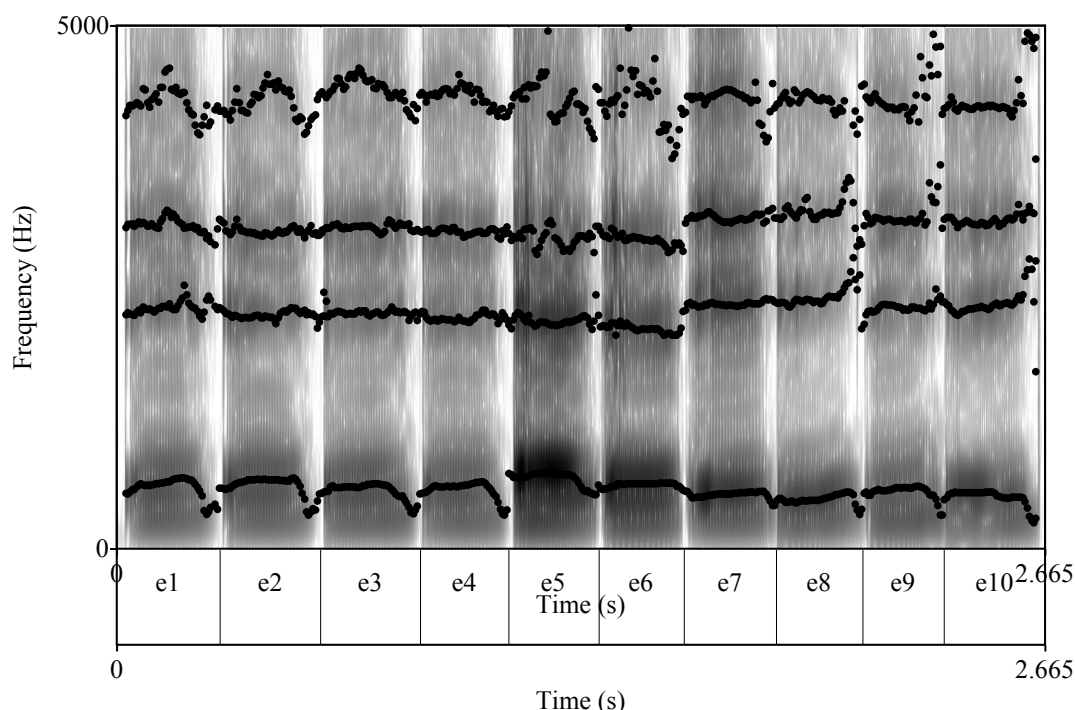


Figure 40 : Spectrogramme du [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T4

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [e] produit par la locutrice tchèque T4 et les catégories par lesquelles ces productions sont identifiées se trouvent dans le Tableau 44. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T4		e 1	e 2	e 3	e 4	e 5	e 6	e 7	e 8	e 9	e 10
F1		622	663	591	596	711	624	526	469	584	537
F2		2284	2209	2249	2189	2160	2103	2329	2353	2310	2295
F3		3073	2993	3084	3027	2859	2953	3127	3190	3132	3110
Perçu /e/	Nb/10	3	1	1	2	0	0	10	10	2	3
	Note	3	5	5	4			5	4,2	3,5	3,3
Perçu /ɛ/	Nb/10	7	9	8	7	9	9			8	7
	Note	4,6	4,6	4,2	4,7	4,6	4,4			4,3	4,1

Tableau 44 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque 4. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras. Les stimuli systématiquement identifiés comme /e/ sont grisés

Annexe du chapitre 14

Comme indiqué dans le Tableau 44, les dix répliques de [e] de la locutrice T4 sont de nature instable : le premier formant du [e] varie de 469 Hz à 711 Hz, le deuxième de 2103 Hz à 2353 Hz et le troisième de 2859 Hz à 3190 Hz. Le stimulus 8, se réalisant avec la valeur de F1 minimale (de 469 Hz) et celle du F2 et F3 maximale (respectivement de 2353 Hz et 3190 Hz) est systématiquement identifié par les auditeurs français natifs en tant que /e/. Le stimulus 7 est également identifié par tous les auditeurs en terme de /e/, ce qui peut s'expliquer par sa valeur de F1 relativement basse (de 526 Hz). Les huit stimuli restants, ayant F1 plus élevé et F2 ou F3 plus bas, sont majoritairement identifiés en terme de /ε/ mi-ouvert. Ainsi, malgré deux répliques authentiques du /e/ mi-fermé (stimuli 7 et 8), cette catégorie n'est pas globalement maîtrisée par la locutrice 4 car le caractère acoustique varie considérablement d'une production à l'autre ce qui provoque une confusion très courante avec /ε/.

Le triangle vocalique F1/F2 (en Bark) de la Figure 30 à la page 102 illustre la position des dix occurrences de [e] isolé de la locutrice T4 par rapport aux autres voyelles et notamment au [ε]. Nous y remarquons l'instabilité de la qualité vocalique [e] qui varie d'une production à l'autre, notamment au niveau du premier formant.

La Figure 41 indique ensuite le spectrogramme des dix productions de [e] de la locutrice T7 qui ont été majoritairement interprétées par les natifs en terme de /ε/.

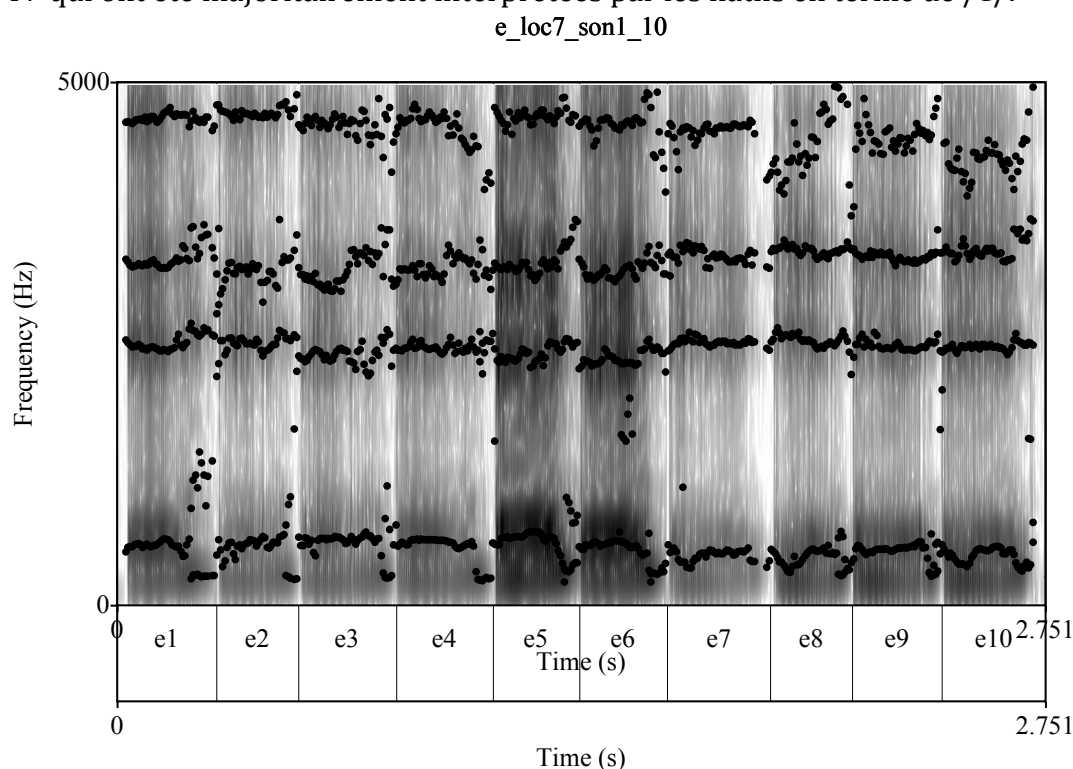


Figure 41 : Spectrogramme du [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7

T7		e 1	e 2	e 3	e 4	e 5	e 6	e 7	e 8	e 9	e 10
F1		565	627	655	627	652	615	495	536	528	526
F2		2474	2508	2435	2464	2345	2377	2510	2515	2458	2477
F3		3295	3215	3102	3158	3220	3121	3328	3394	3373	3400
Perçu /e/	Nb/10	2	1	5	2	6	5	1	5	4	1
	Note	3	5	3,4	4	2,8	3,2	5	3,2	3	5
Perçu /ε/	Nb/10	7	8	4	8	4	5	9	5	6	8
	Note	4,1	4,3	3,8	4,1	4	3,6	4,3	4,2	4	4,1

Tableau 45 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produit 10 fois par la locutrice tchèque T7. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Annexe du chapitre 14

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [e] produit par la locutrice tchèque T7 et le timbre par lequel ces productions sont identifiées se trouvent dans le Tableau 45. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

Comme l'indique le Tableau 45, le premier formant du [e] produit par la locutrice T7 varie de 495 Hz à 655 Hz, le deuxième de 2345 Hz à 2515 Hz et le troisième de 3102 Hz à 3400 Hz. Les stimuli sont alors soit majoritairement identifiés en terme de /ε/ mi-ouvert, soit interprétés en terme des deux catégories /e/ et /ε/, selon l'auditeur. Aucun stimulus n'est en revanche identifié systématiquement comme /e/ : ni les stimuli 7 et 8 ayant F1 relativement bas (respectivement de 495 Hz et 536 Hz) et F2 haut (de 2510 Hz et 2515 Hz). Ainsi, la locutrice T7 ne maîtrise pas cette catégorie mais montre néanmoins un progrès dans l'approximation de la cible.

Le triangle vocalique moyen F1/F2 (en Bark) de la Figure 42 illustre la position du [e] isolé de la locutrice T7 (10 répétitions, trait pointillé) par rapport à la "norme" (dix Françaises natives, 4 répétitions, trait plein). L'écart type affiché est de un.

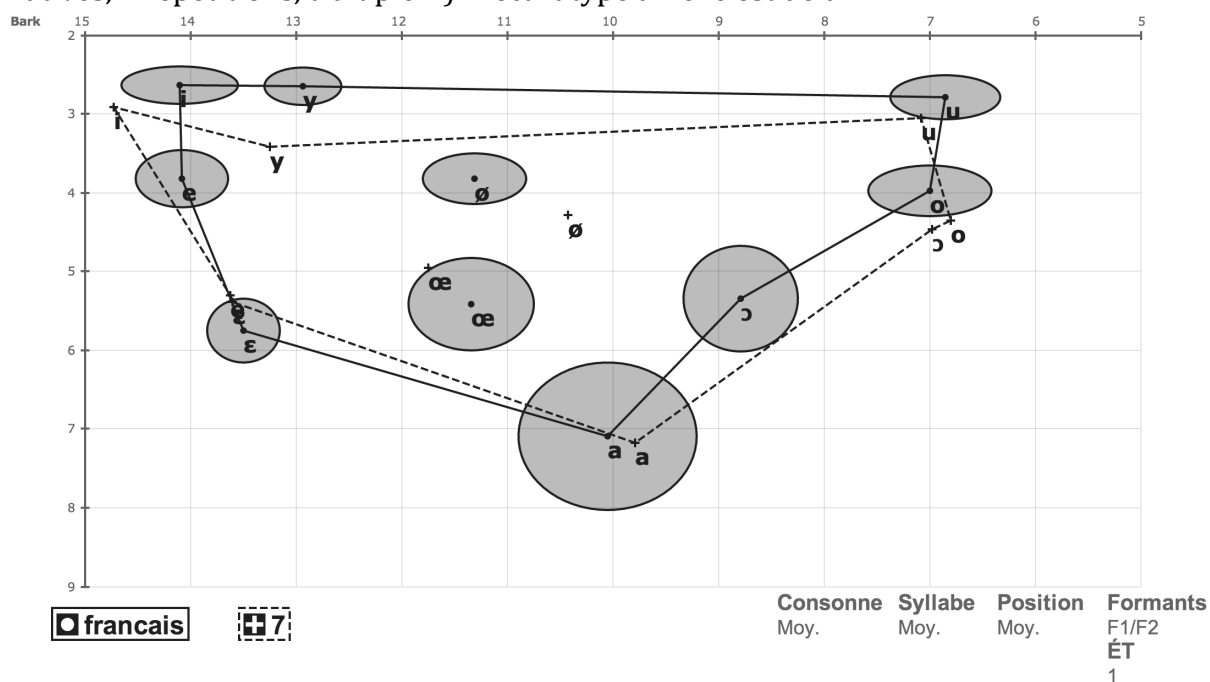


Figure 42 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T7 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

Enfin, le spectrogramme de la Figure 43 illustre les dix répétitions de [e] de la locutrice T1 qui ont été majoritairement interprétées comme /e/ mais également largement confondues avec /ε/.

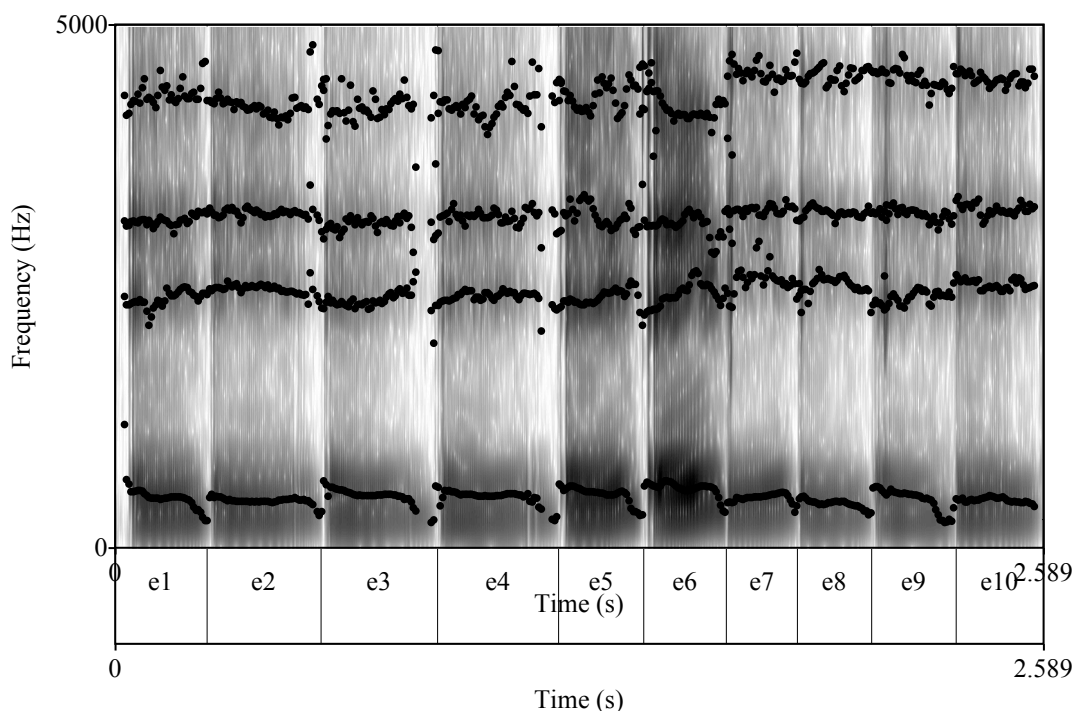


Figure 43 : Spectrogramme de dix répétitions de [e] isolé produit par la locutrice tchèque 1 qui ont été majoritairement interprétés par les natifs en terme de /e/

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [e] produit par la locutrice tchèque T1 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 46. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T1		e 1	e 2	e 3	e 4	e 5	e 6	e 7	e 8	e 9	e 10
F1		488	444	503	495	529	567	529	434	507	493
F2		2427	2494	2324	2409	2379	2457	2558	2568	2445	2487
F3		3091	3166	3096	3169	3111	3098	3197	3204	3203	3198
Perçu /e/	Nb/10	7	10		2	6	5	9	8	1	8
	Note	3,4	3,7		2,5	4,2	3,8	4,1	3,9	3	4
Perçu /ɛ/	Nb/10	3		10	8	4	5	1	2	9	2
	Note	4		4,1	4	4,8	4,4	5	4	4,3	5

Tableau 46 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [e] isolé produits par la locutrice tchèque T1. Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras. Le stimulus systématiquement identifié comme /e/ est grisé

Selon le Tableau 46, le premier formant de [e] produit par la locutrice T1 varie de 434 Hz à 567 Hz, le deuxième formant de 2324 Hz à 2568 Hz et le troisième de 3091 Hz à 3204 Hz. La plupart des stimuli sont alors majoritairement identifiés en terme de la catégorie visée /e/ bien que seul le stimulus 2 ayant F1 bas (de 444 Hz) et F2 élevé (de 2494 Hz) est identifié par tous les dix auditeurs en terme de /e/. Cependant la note accordée aux stimuli identifiés en terme de /e/ (entre 2,5 et 4,1) est inférieure à celle accordée aux stimuli identifiés comme /ɛ/ (qui est toujours égal ou supérieure à 4). Le stimulus 3 dont F1 dépasse 500 Hz et F2 ainsi que F3 sont bas, est systématiquement identifié en terme de /ɛ/ mi-ouvert. Enfin, les stimuli 5 et 6 renvoient aux deux timbres /e/ et /ɛ/ mais l'identification de la qualité mi-ouverte est toujours accompagnée d'une meilleure note globale. De cette façon, la locutrice tchèque T1 ne maîtrise pas complètement cette catégorie vocalique mais le caractère fluctuant des dix réalisations indique que le processus d'apprentissage est en route.

Le triangle vocalique moyen F1/F2 (en Bark) de la Figure 44 illustre la position du [e] isolé de la locutrice T1 (10 répétitions, trait pointillé) par rapport à la "norme" (dix Françaises

natives, 4 répétitions, trait plein). L'écart type affiché est de un. Il est à noter que le [e] moyen de la locutrice T1 se réalise dans l'espace acoustique entre le [e] et le [ɛ] des natives.

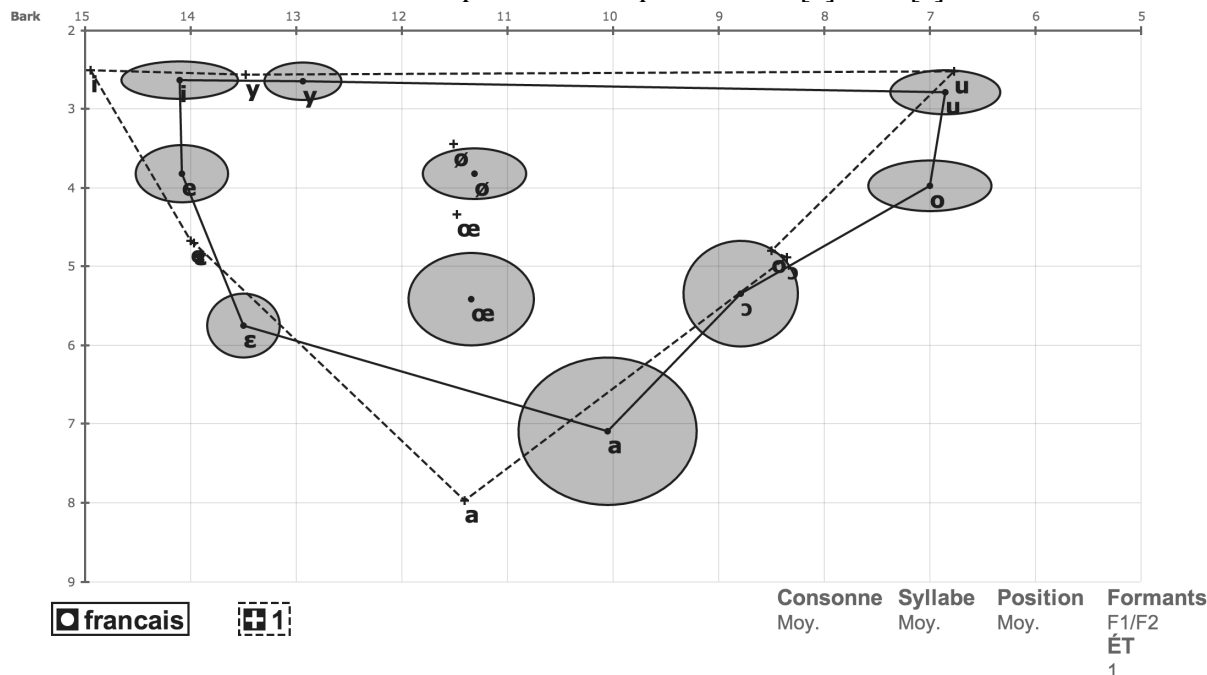


Figure 44 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

Les dix différentes réalisations du [e] de la locutrice T1 sont ensuite illustrées dans les triangles vocaliques F1/F2 et F2/F3 (en Bark) de la Figure 27 à la page 99. Nous y remarquons l'instabilité de la qualité vocalique qui varie d'une production à l'autre, tant au niveau du premier qu'au niveau du deuxième formant.

[o] isolé des locutrices T3, T4, T7, T1 et T6

Comme décrit dans le texte principal, la plupart des locutrices produisent une qualité qui est majoritairement interprétée par les natifs en terme de /o/ mais également largement confondue avec /ɔ/. Nous illustrons cette tendance par les dix productions du [o] de la locutrice T3 dans le spectrogramme de la Figure 45.

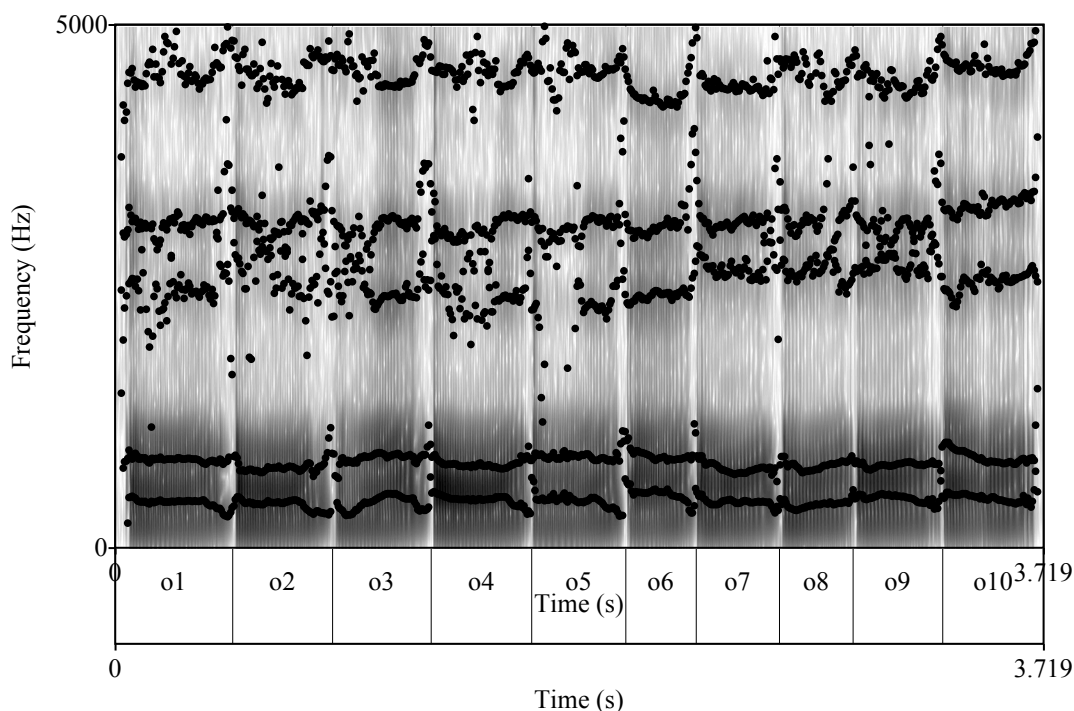


Figure 45 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T3

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [o] produit par la locutrice tchèque T3 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 47. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T3		o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9	o 10
F1		453	428	514	461	443	533	435	417	495	456
F2		855	755	894	795	896	866	718	753	807	816
Perçu /o/	Nb/10	7	6	8	8	3	2	8	8	5	4
	Note	4,6	4,5	4,3	4,5	5	5	4,3	4,5	3,6	4
Perçu /ɔ/	Nb/10	3	4	2	2	7	8	2	2	5	6
	Note	3,6	3,8	4,5	4	3,1	3,5	4,5	5	4	2,8

Tableau 47 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T3 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Le Tableau 48 indique que le F1 de [o] produit dix fois par la locutrice 3 varie de 417 Hz à 533 Hz et le F2 de 718 Hz à 896 Hz. La plupart des stimuli sont alors majoritairement interprétés en terme de la catégorie visée /o/, avec une note de 4 et plus sur 5. En revanche les stimuli 5 (ayant F2 maximal) et 6 (ayant F1 maximal) sont majoritairement identifiés comme /ɔ/, avec une note de 3,1 et 3,5 sur 5 respectivement. Les stimuli 9 et 10 sont des sons intermédiaires car interprétés en terme de /o/ ou /ɔ/ suivant l'auditeur. La position acoustique moyenne du [o] produit par la locutrice T3 est indiquée dans le triangle vocalique F1/F2 (en Bark) de la Figure 46. Nous y remarquons qu'en moyenne, le [o] isolé de la locutrice T3 se trouve acoustiquement plus proche du [o] que du [ɔ] des Françaises natives ce qui peut indiquer que l'apprentissage est en cours.

Annexe du chapitre 14

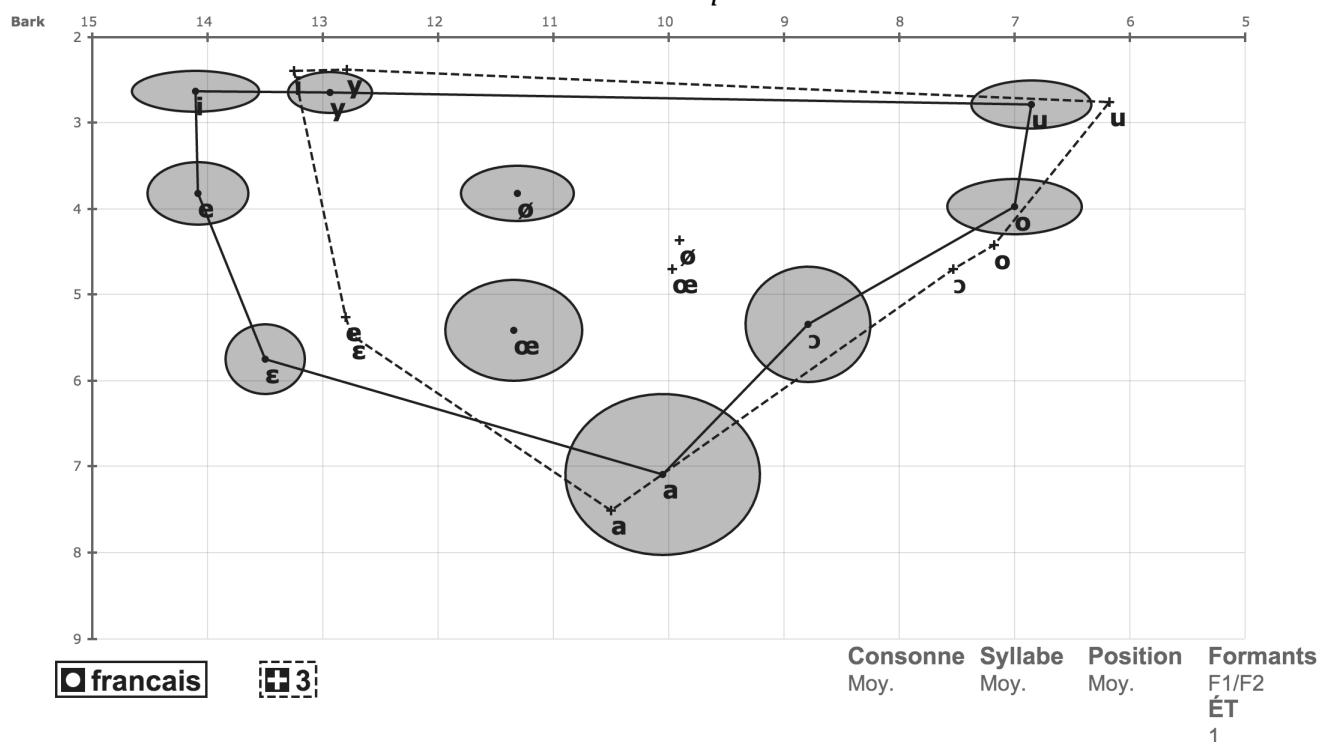


Figure 46 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T3 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

La locutrice T4, elle, produit une qualité qui est majoritairement interprétée en terme de /o/ et parfois confondue avec /ɔ/. Les dix productions du [o] sont alors illustrées dans le spectrogramme de la Figure 47.

o_loc4_son1_10

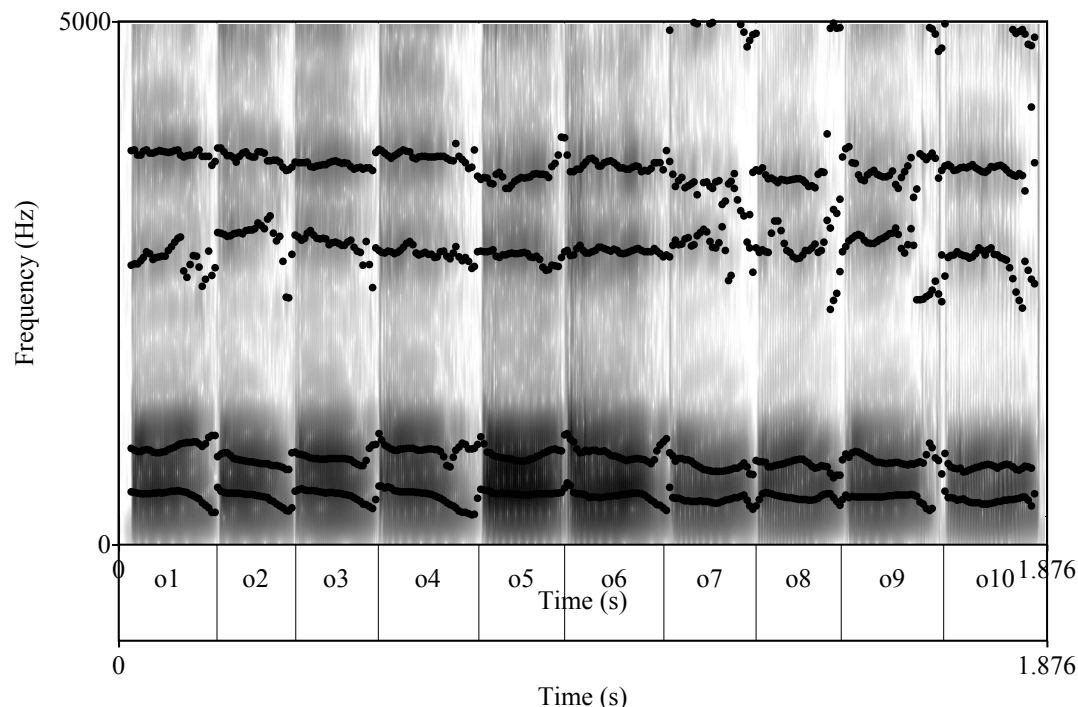


Figure 47 : Spectrogramme de dix répétitions du [o] isolé produit par la locutrice tchèque T4

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [o] produit par la locutrice tchèque T4 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 48. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

Le Tableau 48 indique que le F1 de [o] produit dix fois par la locutrice T4 varie de 393 à 501 Hz et le F2 de 712 à 905 Hz. Le stimulus 7 produit avec le F2 minimal est alors

Annexe du chapitre 14

systématiquement identifié en terme de la catégorie visée /o/. La plupart des autres stimuli sont ensuite identifiés majoritairement en terme de /o/ et les stimuli 3 et 6 renvoient aux deux catégories sur le même pied d'égalité, bien que l'identification en terme de /o/ est toujours accompagnée d'une meilleure note.

T4		o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9	o 10
F1		501	481	498	497	477	462	415	437	470	393
F2		905	794	821	904	798	868	712	814	781	765
Perçu /o/	Nb/10	9	8	5	8	7	5	10	6	8	9
	Note	4,4	4,8	4,4	4,3	4,3	4,4	4,8	4,5	4,5	4,4
Perçu /ɔ/	Nb/10	1	1	5	2	3	5		4	2	1
	Note	4	5	3,6	4,5	3,6	3,6		4	4	4

Tableau 48 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T4 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Le triangle vocalique F1/F2 (en Bark) de la Figure 48 indique la position moyenne du [o] de la locutrice T4 (trait pointillé) par rapport à la « référence » (trait plein). L'écart type affiché est de un. Cette figure montre par la position acoustique du [o] produit par la locutrice T4 pourquoi il est majoritairement interprété en terme de la catégorie visée.

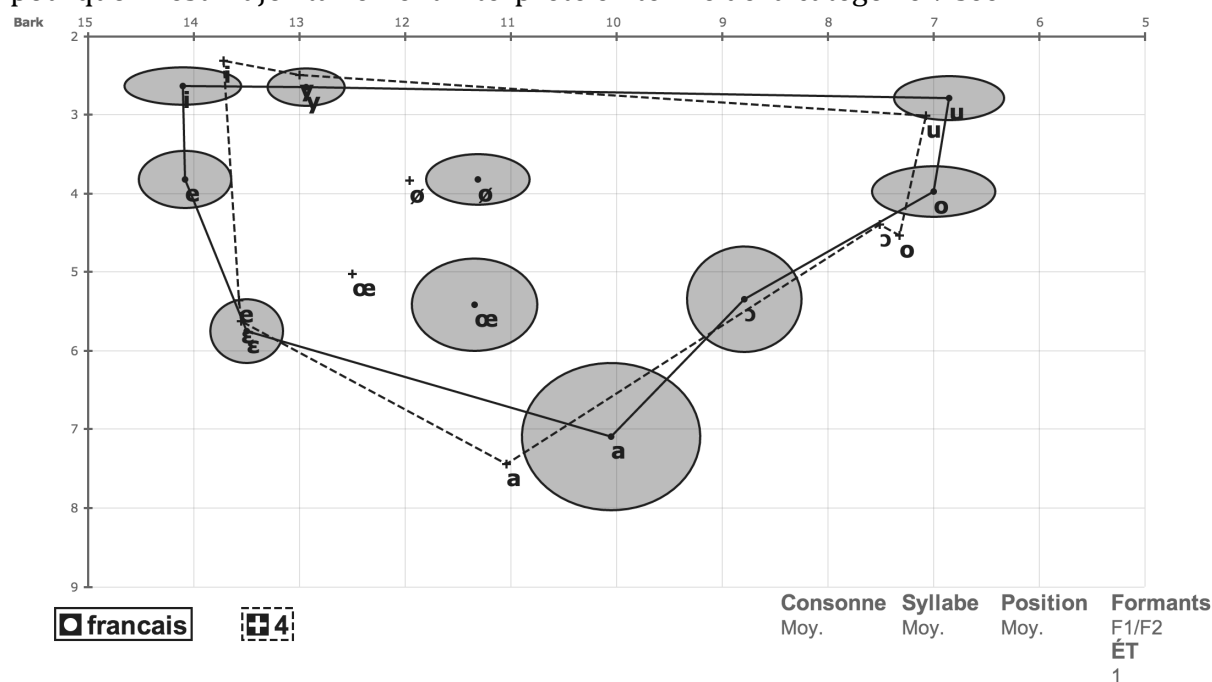


Figure 48 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T4 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

Enfin la locutrice T7 produit également des qualités vocaliques qui sont majoritairement identifiés comme /o/ mais qui peuvent être confondus avec /ɔ/. Le spectrogramme des dix occurrences de [o] produit par la locutrice T7 se trouve à la Figure 49.

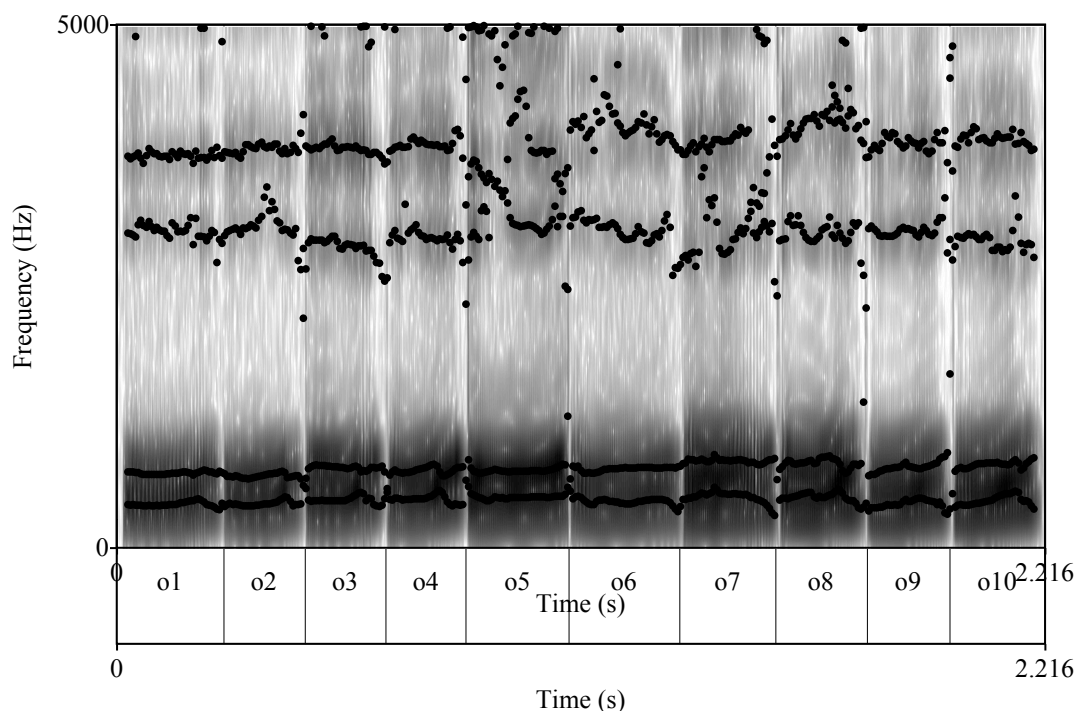


Figure 49 : Spectrogramme de dix répétitions du [o] isolé produit par la locutrice tchèque T7

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [o] isolé produit par la locutrice tchèque T7 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 49. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T7	o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9	o 10	
F1	411	420	451	474	480	439	525	518	466	457	
F2	710	710	772	765	731	760	830	813	766	814	
Perçu /o/	Nb/10	10	9	9	8	7	7	2	5	8	9
	Note	4,5	4,3	4,2	4,4	4,4	4,3	4,5	4,4	4,9	4,3
Perçu /ɔ/	Nb/10		1	1	2	3	3	8	5	2	1
	Note		3	3	3	3,3	3	4,4	3,8	3,5	4

Tableau 49 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T7 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Comme indiqué dans le Tableau 49, le F1 de /o/ produit dix fois par la locutrice T7 varie de 411 Hz à 525 Hz et le F2 de 710 Hz à 830 Hz. Le stimulus 1 avec la valeur de F1 et F2 minimale est alors systématiquement identifié en terme de la catégorie visée /o/ (avec une note de 4,5 sur 5 qui indique une forte certitude des auditeurs). La plupart des stimuli sont majoritairement interprétés en terme de /o/. Ces sons se caractérisent par F1 inférieur à 500 Hz et F2 entre 700 Hz et 800 Hz). Le stimulus 7 ayant F1 et F2 maximal est ensuite majoritairement catégorisé en terme de /ɔ/ et le stimulus 8 revoie au deux qualités sur le même pied d'égalité même si l'identification en terme de /o/ est accompagnée d'une meilleure note. Nos données indiquent également que lorsque F2 est bas, la perception du timbre mi-fermé ou mi-ouvert dépend de la valeur de F1 : ainsi les stimuli 7 et 10 ayant approximativement la même valeur du deuxième formant (830 Hz et 814 Hz respectivement) sont majoritairement interprétés comme /ɔ/ lorsque F1 est de 525 Hz (stimulus 7) ou comme /o/ lorsque F1 est de 457 Hz (stimulus 10).

Pour résumer, bien que la locutrice T7 produise une fois la qualité mi-fermée [o] authentiquement, elle ne maîtrise pas complètement cette voyelle en isolation.

Annexe du chapitre 14

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 50 nous fait remarquer la proximité acoustique du [o] moyen de la locutrice T7 (en trait pointillé) par rapport à la « norme » (en trait plein).

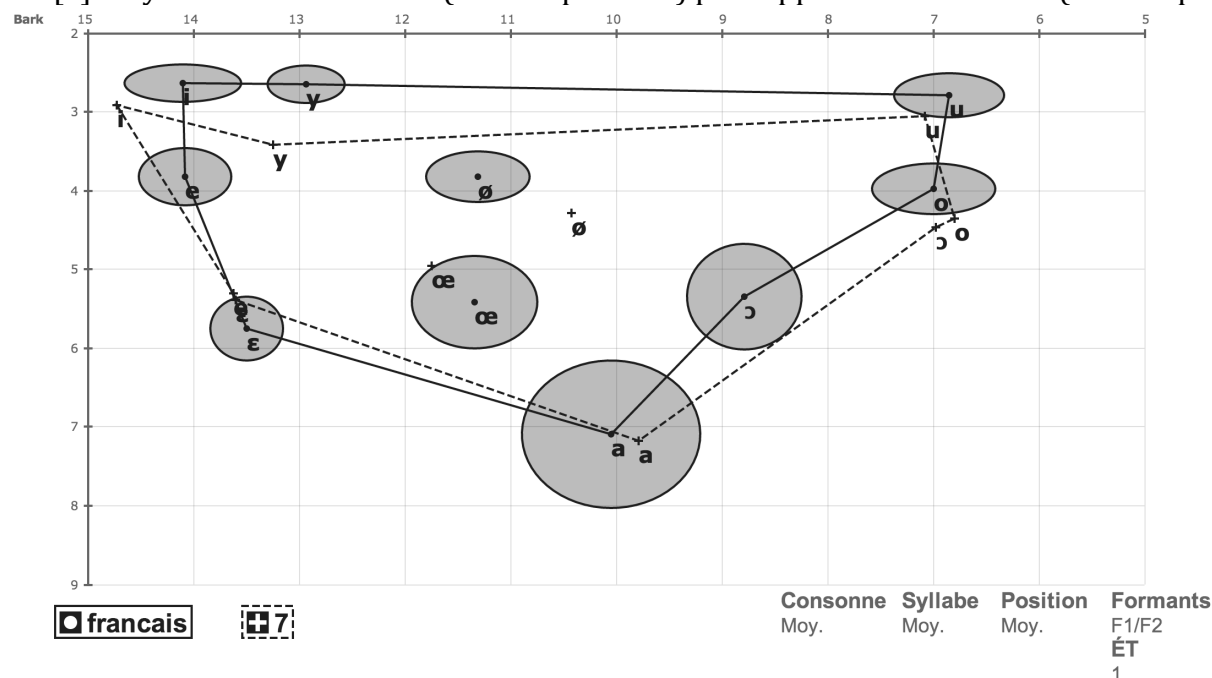


Figure 50 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T4 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

La locutrice T1 produit ensuite dix répliques du [o] qui sont majoritairement interprétés par les natifs comme /ɔ/. Le spectrogramme des dix occurrences du [o] de la locutrice T1 se trouve à la Figure 51.

o_loc1_son1_10

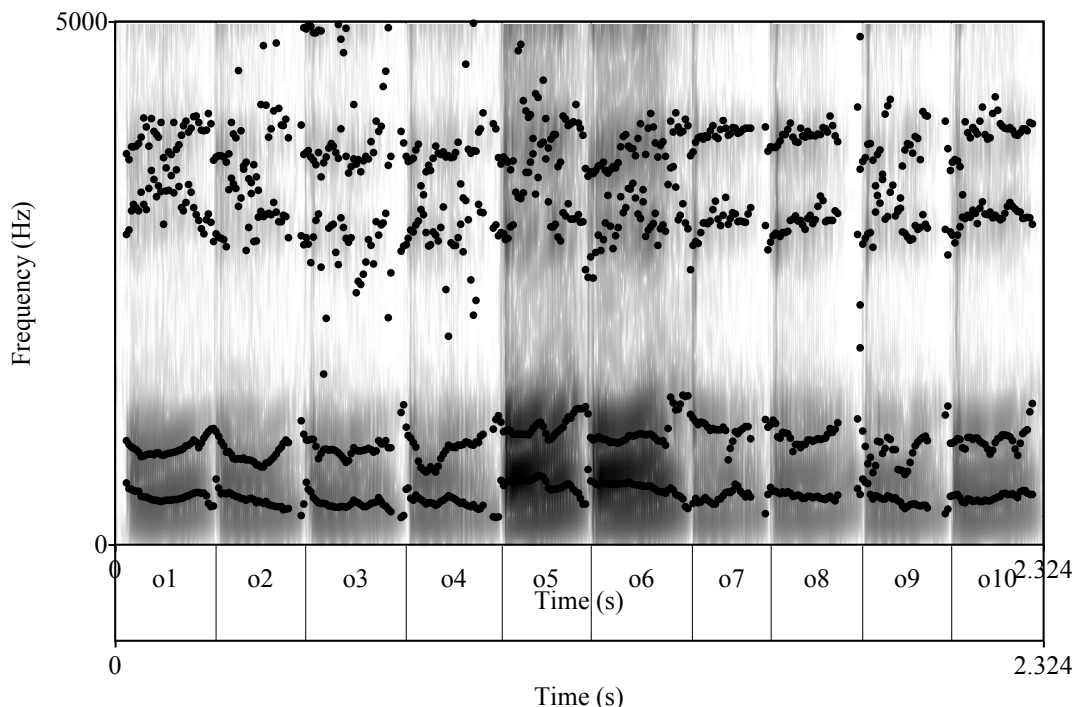


Figure 51 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T1

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [o] produit par la locutrice tchèque T1 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 50. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T1	o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9	o 10
F1	420	411	363	456	615	576	394	465	375	415

Annexe du chapitre 14

F2		859	771	903	935	1070	1047	1101	1002	1002	996
Perçu /o/	Nb/10	8	6	4	1	0	1	3	2	3	7
	Note	4,5	4,2	4	2		4	3,3	4,5	4,3	4
Perçu /ɔ/	Nb/10	2	4	6	9	10	9	7	8	7	3
	Note	4,5	4,3	4,2	4,1	4,3	4,2	4,6	4	3,9	4,6

Tableau 50 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T1 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Le Tableau 50 indique que la voyelle [o] de la locutrice T1 est produite avec une qualité instable: alors que le F1 varie de 363 Hz à 615 Hz, le F2 varie de 771 Hz à 1101 Hz. Les stimuli 4 à 9 se réalisent avec F2 souvent supérieur à 1000 Hz et même si F1 est particulièrement bas dans le cas des stimuli 3 et 9 (respectivement de 394 Hz et 375 Hz), ils sont majoritairement catégorisés comme /ɔ/. La perte du caractère focal de ces deux sons semble donc provoquer la perception du timbre mi-ouvert /ɔ/. Le son 5, réalisé avec F1 de 615 Hz et F2 qui dépasse 1000 Hz est identifié par tous les auditeurs comme /ɔ/, comme attendu. Le stimulus 2 avec F1 minimal (qui est de 363 Hz) et F2 de 903 Hz, et donc avec caractère focal affaibli, est catégorisé par quatre auditeurs comme /o/ et par six auditeurs comme /ɔ/. L'identification en terme de /ɔ/ mi-ouvert est alors accompagnée d'une meilleure note que l'identification en terme de /o/ mi-fermé. Enfin, les stimuli 1 et 10 sont majoritairement identifiés comme /o/ : ces sons sont produits avec F1 respectivement de 420 Hz et 415 Hz et F2 inférieur à 1000 Hz.

Le triangle vocalique F1/F2 (en Bark) de la Figure 52 illustre la position moyenne des dix productions du [o] de la locutrice T1 (en pointillés) par rapport à la « norme » (en trait plein). Nous remarquons qu'en moyenne, il est produit à un écart type du [ɔ] des dix Françaises natives.

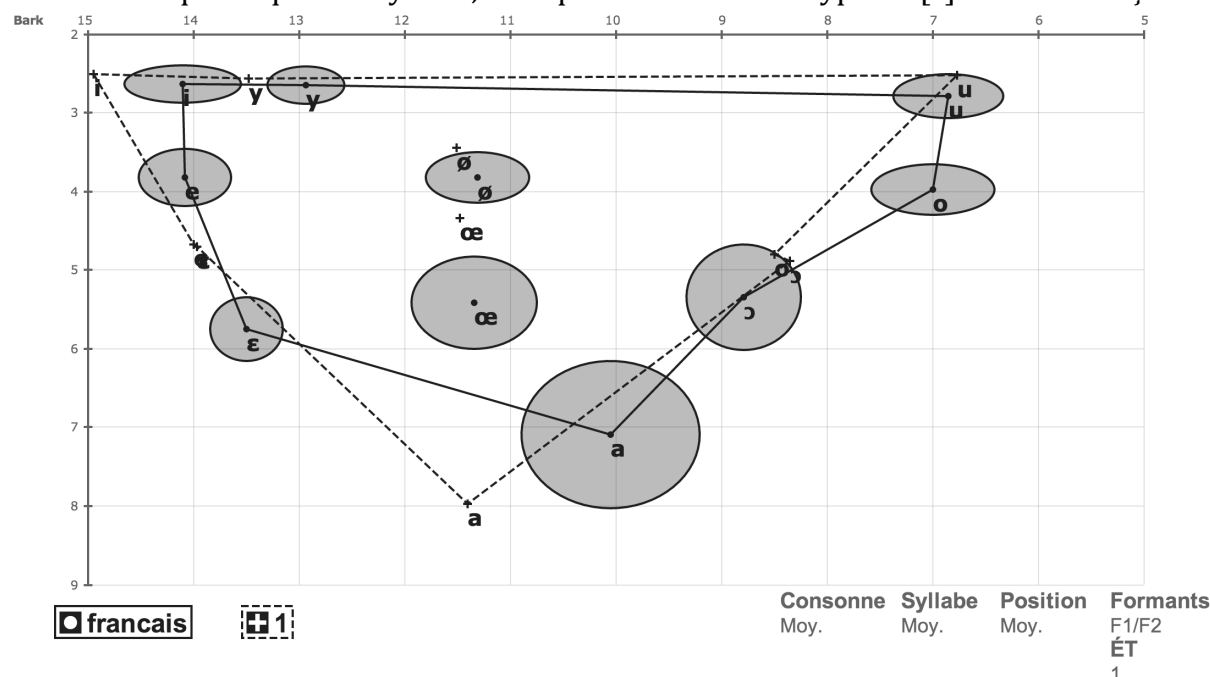


Figure 52 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

La locutrice T6 produit également des répliques du [o] qui sont majoritairement catégorisés par les Français natifs comme /ɔ/ et elles se trouvent dans le spectrogramme de la Figure 53.

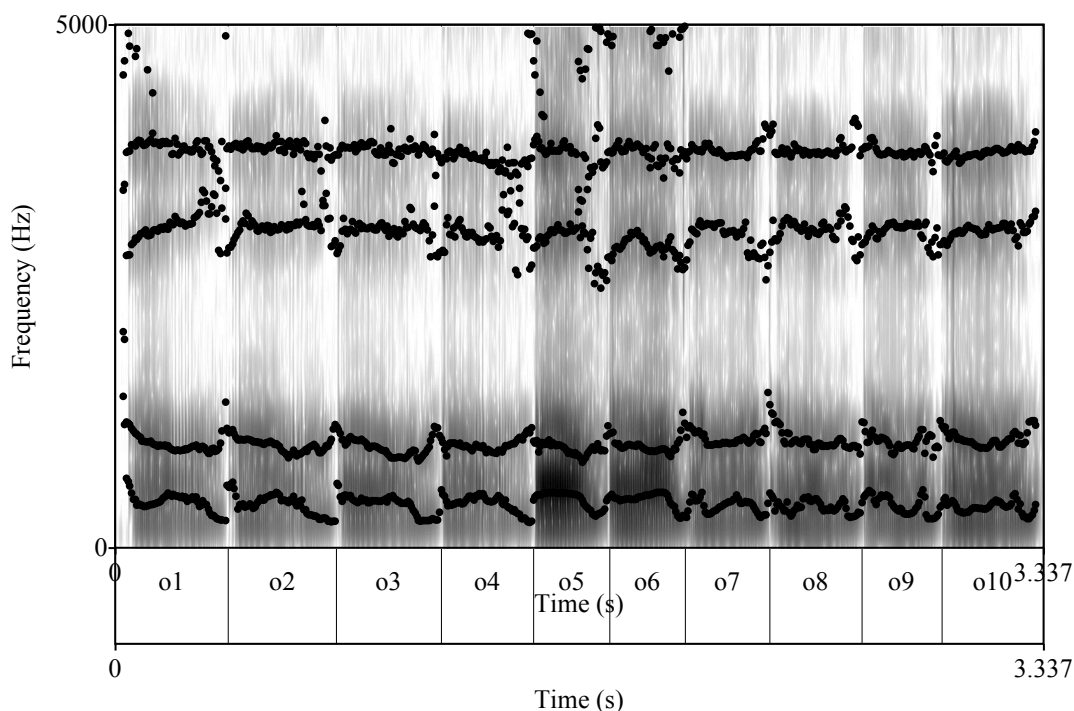


Figure 53 : Spectrogramme de dix répétitions de [o] isolé produit par la locutrice tchèque T6

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [o] produit par la locutrice tchèque T6 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 51. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T6		o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9	o 10
F1		499	454	455	443	522	508	437	462	356	441
F2		932	933	930	929	942	924	1002	993	981	1026
Perçu /o/	Nb/10	3	1	3	0	2	0	1	5	1	0
	Note	3,6	2	3,3		3		4	4	2	
Perçu /ɔ/	Nb/10	7	9	7	10	8	10	9	5	9	10
	Note	4	3,9	4	4,2	4,3	3,7	4,6	3,8	4,3	4,2

Tableau 51 : Valeurs de F1, F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [o] isolé produit par la locutrice tchèque 6 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Comme l'indique le Tableau 51, le F1 des dix productions du [o] de la locutrice T6 varie de 356 Hz à 522 Hz et le F2 de 924 Hz à 1026 Hz. Tous les stimuli (sauf le 8) sont majoritairement identifiés par les Français natifs comme /ɔ/. Les stimuli 4, 6 et 10 sont catégorisés comme /ɔ/ par tous les auditeurs même si le son 6 produit avec F2 minimal (de 924 Hz) est catégorisé comme /ɔ/ avec une note plus faible (3,7 sur 5) que les sons 4 et 10 (les deux notés 4,2 sur 5). Le stimulus 8 renvoie aux deux catégories sur le même pied d'égalité.

Le triangle vocalique moyen F1/F2 (en Bark) de la Figure 54 illustre la position du [o] de la locutrice T6 (en trait pointillé) par rapport à la « norme » (en trait plein).

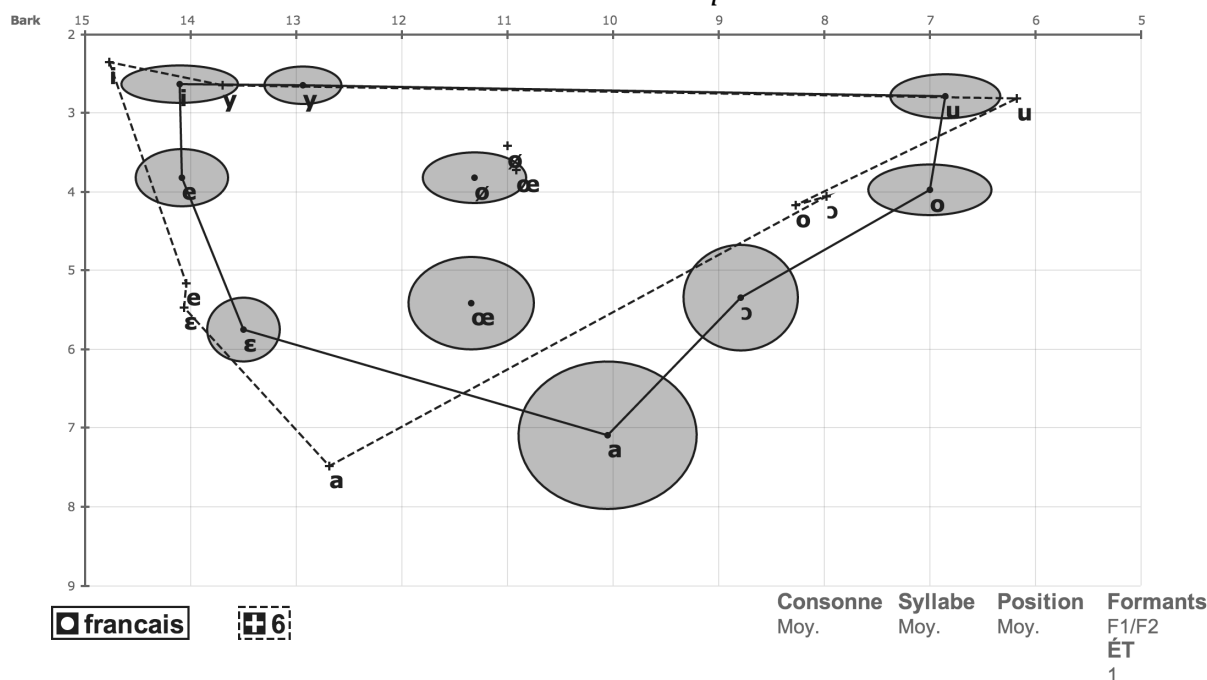


Figure 54 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles isolées du français prononcées 10 fois par la locutrice T6 (en trait pointillé) et 4 fois par 10 Françaises natives non-méridionales (en trait plein). L'écart type affiché est de un

Ainsi la locutrice T6 produit en moyenne un [o] qui se rapproche davantage du [ɔ] des natives et un [ɔ] qui se rapproche davantage du [o] des natives mais les deux types de production ont des caractéristiques acoustiques semblables et se trouvent dans l'espace acoustique à mi-chemin entre le [o] et le [ɔ] des natives.

[œ] isolé des locutrices T6 et T1

La locutrice T6, elle, produit ensuite une qualité qui est majoritairement interprétée par les natifs en terme de /ø/ mi-fermé. Le spectrogramme des dix répétitions du [œ] se trouve à la Figure 55.

9_loc6_son1_10

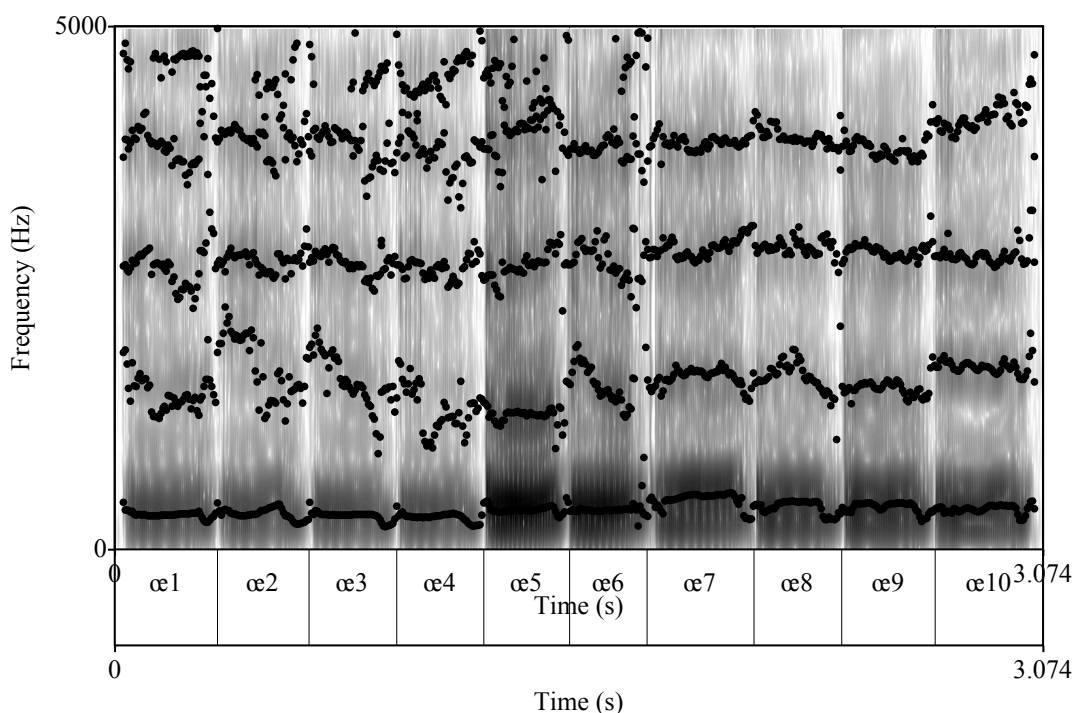


Figure 55 : Spectrogramme de dix répétitions de [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T6

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences de [œ] produit par la locutrice tchèque T6 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 52. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T6		œ 1	œ 2	œ 3	œ 4	œ 5	œ 6	œ 7	œ 8	œ 9	œ 10
F1		325	324	332	344	376	373	510	449	443	417
F2		1453	1721	1517	1454	1314	1454	1652	1630	1595	1680
F3		2732	2840	2715	2568	2669	2669	2796	2873	2804	2708
Perçu /œ/	Nb/10	0	0	0	0	1	1	8	3	2	1
	Note					3	5	4,9	3,3	4,5	3
Perçu /ø/	Nb/10	10	10	10	10	9	9	2	7	8	9
	Note	4,5	4,1	4,7	4,5	5	4,7	3	4,6	4,3	4

Tableau 52 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs du [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T6 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

La locutrice T6 produit ainsi une série de sons vocaliques dont le F1 varie de 324 Hz à 510 Hz, le F2 de 1314 Hz à 1721 Hz et le F3 de 2568 Hz à 2873 Hz (voir Tableau 52). Neuf sons sur dix produits avec F1 inférieur à 500 Hz ont été majoritairement identifiés en terme de /ø/. Les quatre premiers sons avec F1 bas, respectivement de 325 Hz, 324 Hz, 332 Hz et 344 Hz ont été interprétés à l'unanimité comme /ø/ avec une forte note de qualité. Les sons 1, 3 et 4 avec F2 de 1517 Hz ou moins ont été identifiés comme /ø/ avec une note de 4,5 ou plus sur 5 et le son 2, réalisé avec F2 de 1721 Hz (qui est le F2 maximal) a été identifié comme /ø/ avec une note de 4,1 sur 5. Le son 7 est le seul à être produit avec F1 supérieur à 500 Hz et il est identifié en terme de la catégorie visée /œ/ par huit auditeurs français natifs. Ainsi, F1 semble être décisif dans la perception du timbre /ø/ ou /œ/ alors que F2 joue sur le niveau d'authenticité du timbre. Ce résultat est en accord avec la perception par un Français natif des voyelles synthétisées avec Klatt (résultat du chapitre 13). De cette façon, le son 5 réalisé avec F1 bas (344 Hz) et F2 minimal (1314 Hz) a été catégorisé comme /ø/ avec une note de 5 sur 5 par neuf auditeurs français.

La position acoustique exacte des dix occurrences de [œ] produit par la locutrice T6 est indiquée dans les triangles vocaliques F1/F2 et F2/F3 (en Bark) de la Figure 32 à la page 104.

Enfin, les dix répétitions de [œ] de la locutrice T1, illustrées dans le spectrogramme de la Figure 56, ont une qualité vocalique instable.

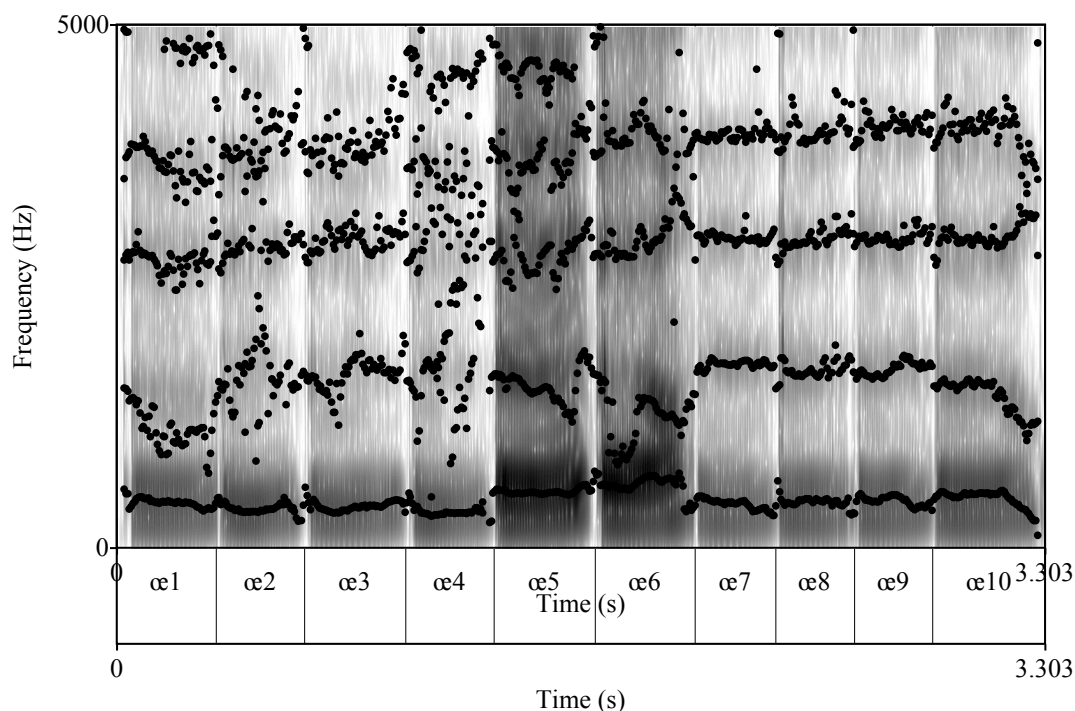


Figure 56 : Spectrogramme de dix répétitions du [œ] isolé produit par la locutrice tchèque T1

Les valeurs formantiques F1, F2 et F3 (en Hertz) des dix occurrences du [œ] produit par la locutrice tchèque T1 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 51. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T1	œ 1	œ 2	œ 3	œ 4	œ 5	œ 6	œ 7	œ 8	œ 9	œ 10	
F1	474	406	404	328	519	523	433	473	488	508	
F2	1372	1583	1736	1783	1539	1413	1747	1674	1676	1560	
F3	2916	2895	2813	2995	2843	2872	2966	2913	2967	2918	
Perçu /œ/	Nb/10	6	1	2	2	7	9	5	7	7	10
	Note	4,7	4	5	5	5	3,7	4,2	3,7	4	4,6
Perçu /ø/	Nb/10	3	9	8	8	3	0	5	3	3	0
	Note	4	4,6	4,6	4,8	4,3		4,6	4,7	4	

Tableau 53 : Valeurs de F1, F2, F3 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [œ] isolé produit par la locutrice tchèque 1 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Comme visible dans le Tableau 53, la locutrice T1 produit une série de voyelles de qualité instable : le F1 varie de 328 Hz à 523 Hz, le F2 de 1372 Hz à 1783 Hz et le F3 de 2813 Hz à 2995 Hz. Les sons 2, 3 et 4 avec F1 bas (respectivement de 406 Hz, 404 Hz et 328 Hz) sont majoritairement identifiés en terme de la catégorie /ø/. Leur F2 varie de 1583 Hz à 1783 Hz. Le son 7 avec F1 plus élevé (de 433 Hz) et F2 haut (de 1747 Hz) renvoie aux deux timbres sur le même pied d'égalité mais l'identification en terme de /ø/ est accompagnée d'une meilleure note (4,6 sur 5) que l'identification en terme de /œ/ (4,2 sur 5). Le son 1, avec F1 encore plus élevé (de 474 Hz) et F2 minimal (de 1372 Hz) est ensuite catégorisé par six auditeurs comme /œ/, avec une note de 4,7 sur 5 et comme /ø/ par trois auditeurs. Enfin, les sons 5, 6, 8, 9 et 10 produits avec F1 entre 473 Hz et 523 Hz et F2 supérieur à 1413 Hz sont majoritairement identifiés comme /œ/. Le son 5 ayant F1 de 519 Hz et F2 de 1539 Hz est identifié en terme de la catégorie visé /œ/ par sept auditeurs avec la note maximale 5 sur 5. Le son 6, produit avec F1 maximal (de 523 Hz) mais F2 plus bas que le son 5 (de 1413 Hz) est identifié en terme de /œ/ par neuf auditeurs mais avec une note plus faible (3,7 sur 5). En revanche le son 10, produit avec F1 élevé (de 508 Hz) et F2 de 1560 Hz est identifié en terme de /œ/ par tous les dix auditeurs

avec une note de 4,6 sur 5 ce qui fait de lui le meilleur représentant de la catégorie visé. La valeur de F1 semble alors de nouveau décisif dans l'identification du timbre mi-fermé /ø/ ou mi-ouvert /œ/ alors que la valeur de F2 joue davantage sur la note de qualité du timbre perçu.

Les triangles vocaliques F1/F2 et F2/F3 (en Bark) de la Figure 27 à la page 99 illustrent la disparité dans la production du [œ] de la locutrice T1.

[ɔ] isolé des locutrices T10 et T5

Ensuite, le spectrogramme des dix productions de [ɔ] de la locutrice tchèque T10 (identifiées par les auditeurs français natifs en terme de /ɔ/ et de /o/ sur le même pied d'égalité) se trouve à la Figure 57.

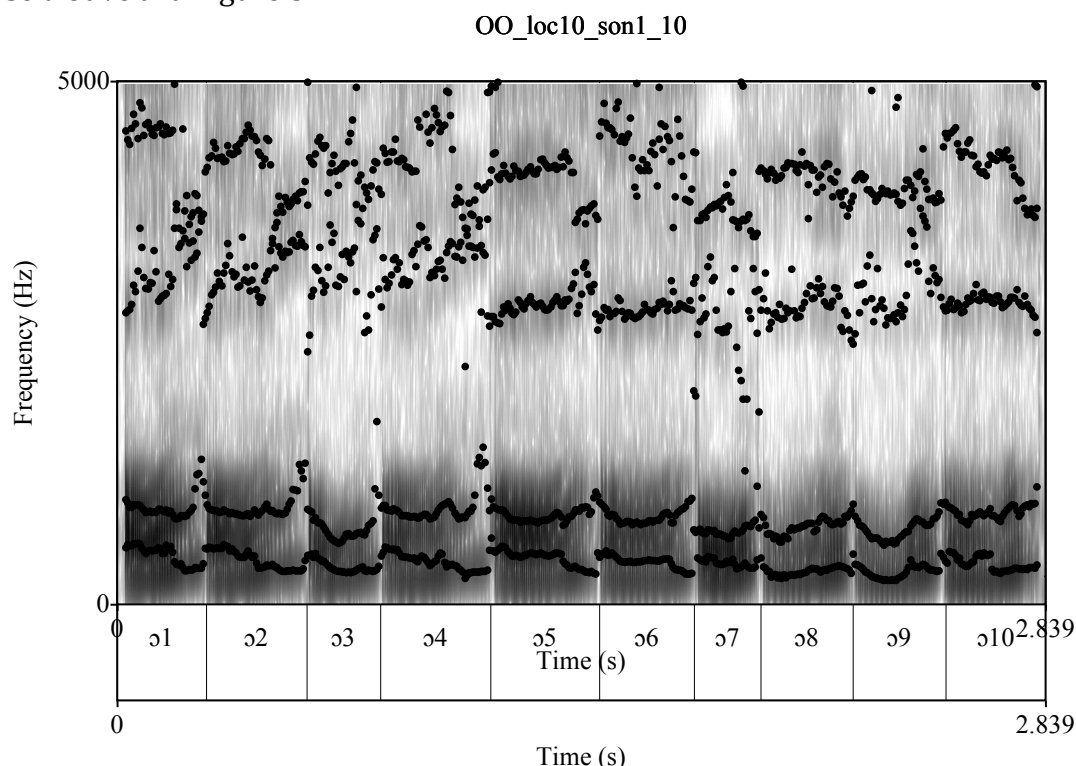


Figure 57 : Spectrogramme de dix répétitions de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T10

Les valeurs formantiques F1 et F2 (en Hertz) des dix occurrences du [ɔ] produit par la locutrice tchèque T10 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 54. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T10		ɔ 1	ɔ 2	ɔ 3	ɔ 4	ɔ 5	ɔ 6	ɔ 7	ɔ 8	ɔ 9	ɔ 10
F1		513	510	312	441	486	418	396	311	263	384
F2		882	867	613	842	805	776	650	763	651	805
Perçu /ɔ/	Nb/10	10	8	1	7	7	8	1	1	0	6
	Note	4,6	4,6	3	4,4	4,4	3,9	5	4		3,8
Perçu /o/	Nb/10		2	8	3	3	2	8	9	10	3
	Note		4	4,3	4,3	4,3	4,5	4,6	4,6	4,3	4,7

Tableau 54 : Valeurs de F1 et F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T10 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Comme indiqué dans le Tableau 54, il existe une grande variation dans la production de la voyelle visée chez la locutrice T10. Le F1 de /ɔ/ varie alors de 263 Hz à 513 Hz et le F2 de 613 Hz à 882 Hz. Le son 1 est produit avec F1 et F2 maximal (respectivement de 513 Hz et 882 Hz) et il est catégorisé par les dix auditeurs français natifs en terme de /ɔ/. En revanche le son 9, produit

Annexe du chapitre 14

avec F1 minimal (de 263 Hz) et F2 bas (de 651 Hz) est systématiquement identifié comme /o/. Les stimuli 2, 4, 5 et 6 réalisés avec F1 égal ou supérieur à 418 Hz sont ensuite majoritairement identifiés comme /ɔ/. A l'inverse les stimuli 3, 7 et 8 produits avec F1 respectivement de 312 Hz, 396 Hz et 311 Hz sont majoritairement catégorisés comme /o/. Le stimulus 7, catégorisé majoritairement comme /o/, se réalise avec F2 bas (de 650 Hz). Enfin le stimulus 10, produit avec F1 semblable à celui du stimulus 7 (de 384 Hz) et F2 plus élevé (de 805 Hz) est identifié comme /ɔ/ par six auditeurs. Ainsi, la valeur des deux premiers formants est capitale dans l'identification du timbre mi-fermé ou mi-ouvert o/ɔ. En d'autres termes lorsque F2 est relativement élevé, la valeur basse de F1 ne garantit pas l'identification du son en terme de /o/.

Le triangle vocalique F1/F2 (en Bark) de la Figure 36 à la page 108 illustre la position acoustique des dix occurrences du [ɔ] de la locutrice T10. Nous remarquons de nouveau une dispersion des données.

Le spectrogramme des dix répétitions du [ɔ] de la locutrice T5 qui sont majoritairement interprétées en terme de /o/, se trouve à la Figure 58.

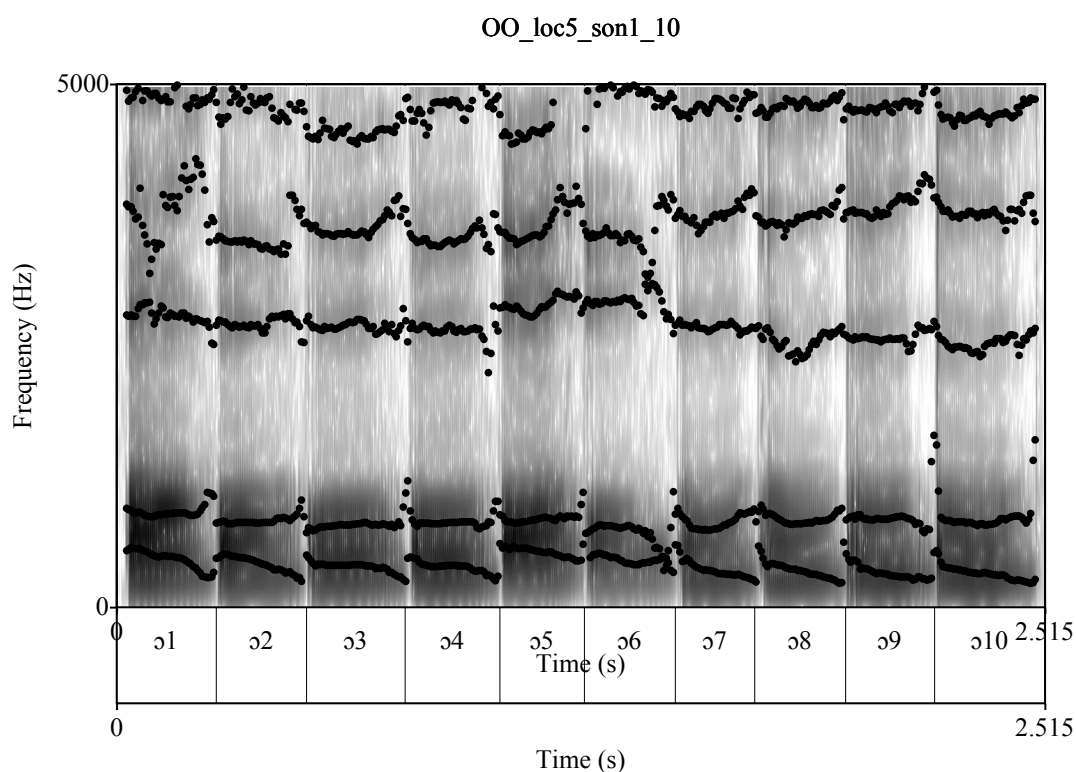


Figure 58 : Spectrogramme de dix répétitions de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T5

Les valeurs formantiques F1 et F2 (en Hertz) des dix occurrences du [ɔ] produit par la locutrice tchèque T5 et les catégories auxquelles les productions renvoient se trouvent dans le Tableau 51. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras.

T5		ɔ 1	ɔ 2	ɔ 3	ɔ 4	ɔ 5	ɔ 6	ɔ 7	ɔ 8	ɔ 9	ɔ 10
F1		491	438	407	402	527	426	333	352	301	326
F2		896	809	807	812	860	773	752	799	857	785
Perçu /ɔ/	Nb/10	3	1	0	0	5	1	1	1	0	0
	Note	4	5			4,2	3	5	5		
Perçu /o/	Nb/10	7	9	10	10	5	9	9	9	10	10
	Note	4,3	4,2	4,7	4,7	3,6	3,6	4,6	4,4	4,7	4,8

Tableau 55 : Valeurs de F1 et F2 (en Hz) et identification par 10 auditeurs français natifs de [ɔ] isolé produit par la locutrice tchèque T5 (10 répétitions). Valeurs relevées à la moitié de la durée vocalique. La valeur minimale et maximale pour chaque formant est en gras

Annexe du chapitre 14

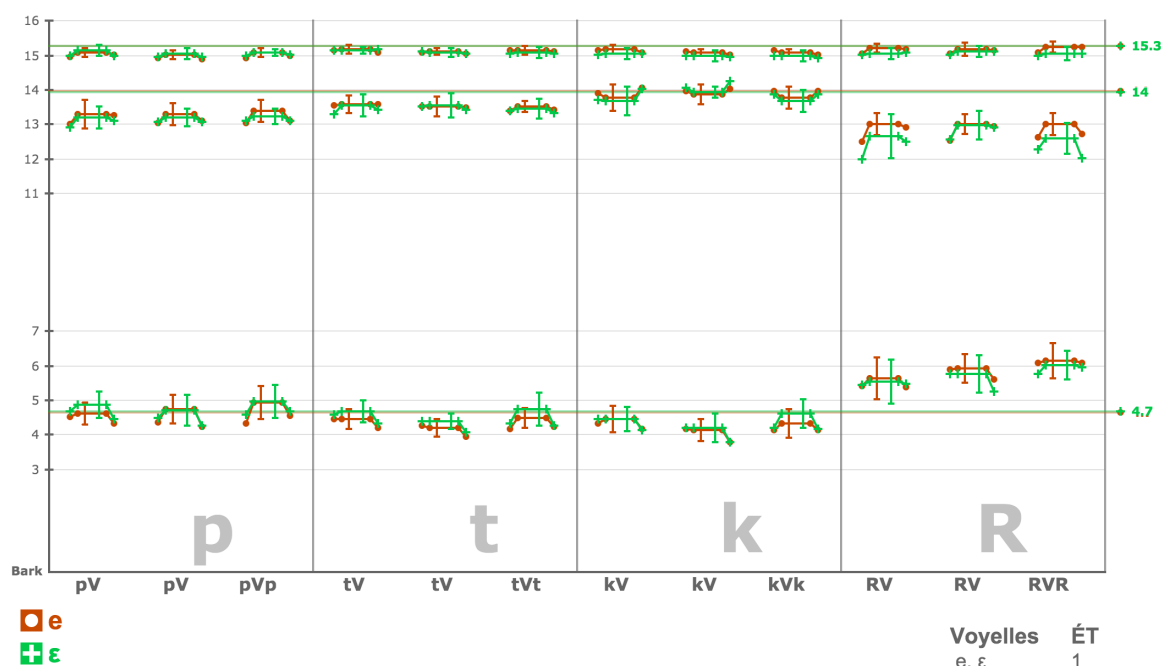
Le F1 des dix répliques de [ɔ] de la locutrice tchèque T5 varie de 301 Hz à 527 Hz, le F2 de 752 Hz à 896 Hz. Tous les stimuli, sauf le 5, sont majoritairement interprétés en terme de /o/. Le stimulus 5 avec F1 maximal (de 527 Hz) renvoie aux deux catégories /ɔ/ et /o/ sur le même pied d'égalité mais l'identification en terme de /ɔ/ est accompagnée d'une meilleure note globale (4,2 sur 5). Ainsi, la locutrice T5 ne maîtrise pas cette voyelle.

Contrastes entre les voyelles moyennes en isolation et en contexte

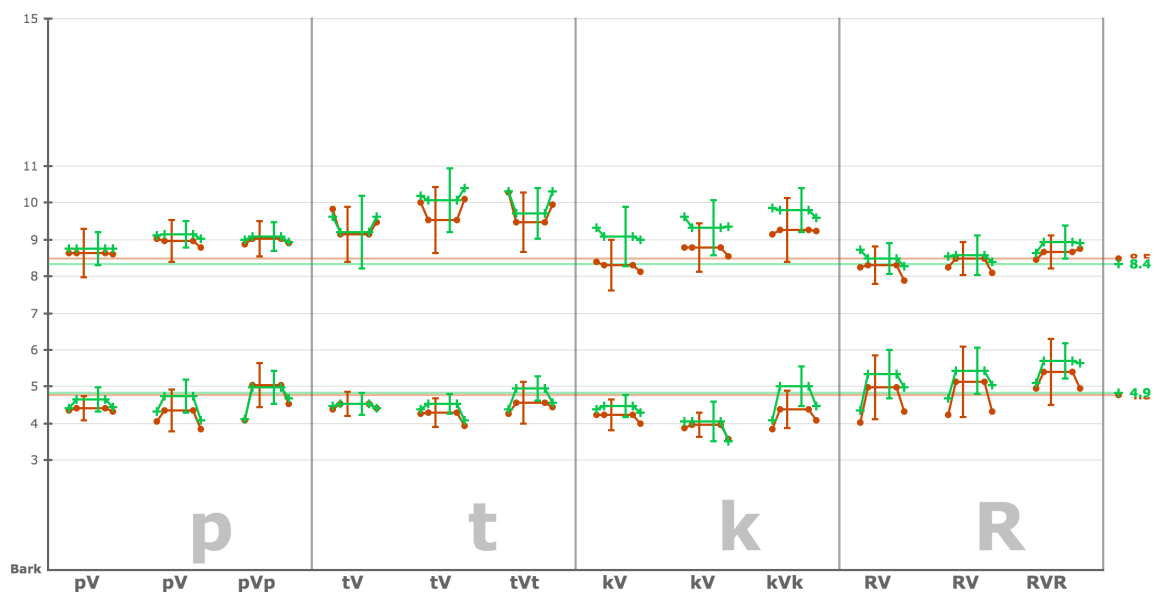
Graphes montrant l'évolution des formants des voyelles moyennes suivant le contexte produites par les futures enseignantes individuellement

Les figures des pages 130 à 144 montrent l'évolution des formants vocaliques (en Bark) des voyelles moyennes e/ɛ, o/ɔ, ø/œ produites par les dix futures enseignantes de FLE T1 à T10 individuellement en contextes phonétiques symétriques p, t, k, R et en isolation (traits horizontaux traversant l'image). Les moyennes sont calculées à partir de 10 répétitions de chaque locutrice séparément, l'écart type tracé est de un. Observons les formants vocaliques des syllabes finales.

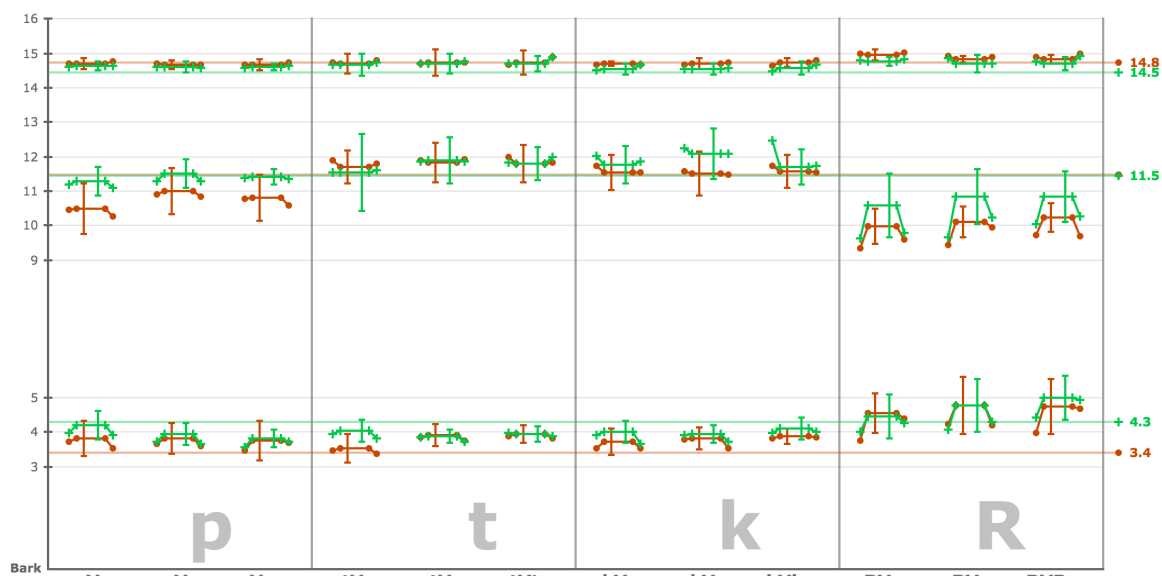
T1



Annexe du chapitre 14



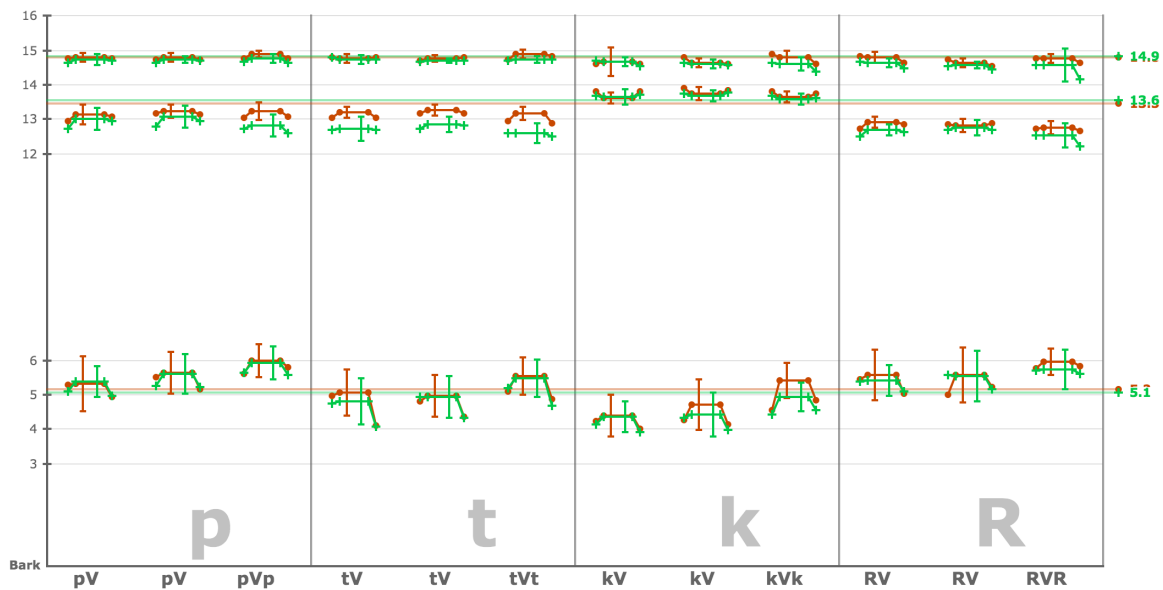
Voyelles ÉT
o, ɔ 1



Voyelles ÉT
ø, œ 1

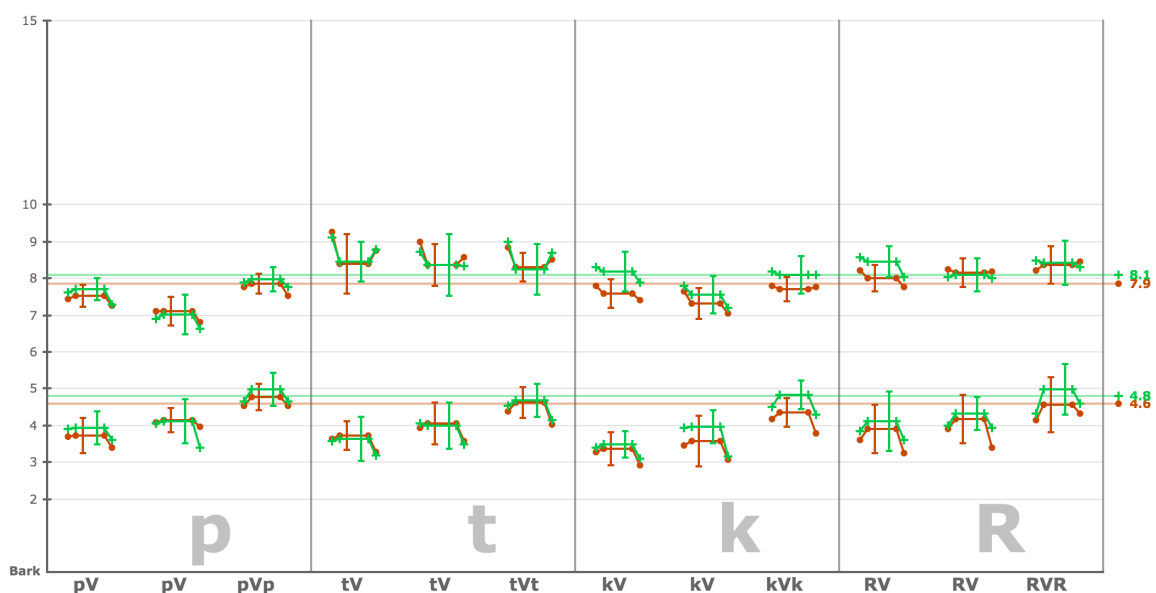
Figure 59 : T1 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ɛ (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T2



■ e
+ ε

Voyelles **ÉT**
 e, ε 1



○ o
+ ɔ

Voyelles **ÉT**
 o, ɔ 1

Annexe du chapitre 14

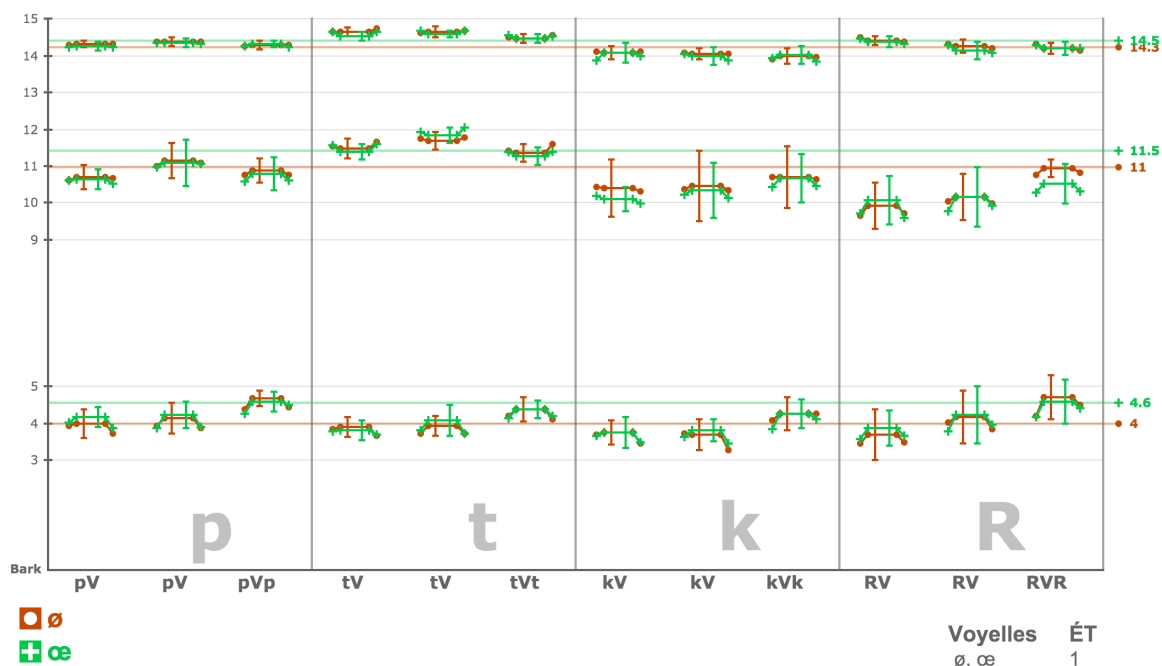
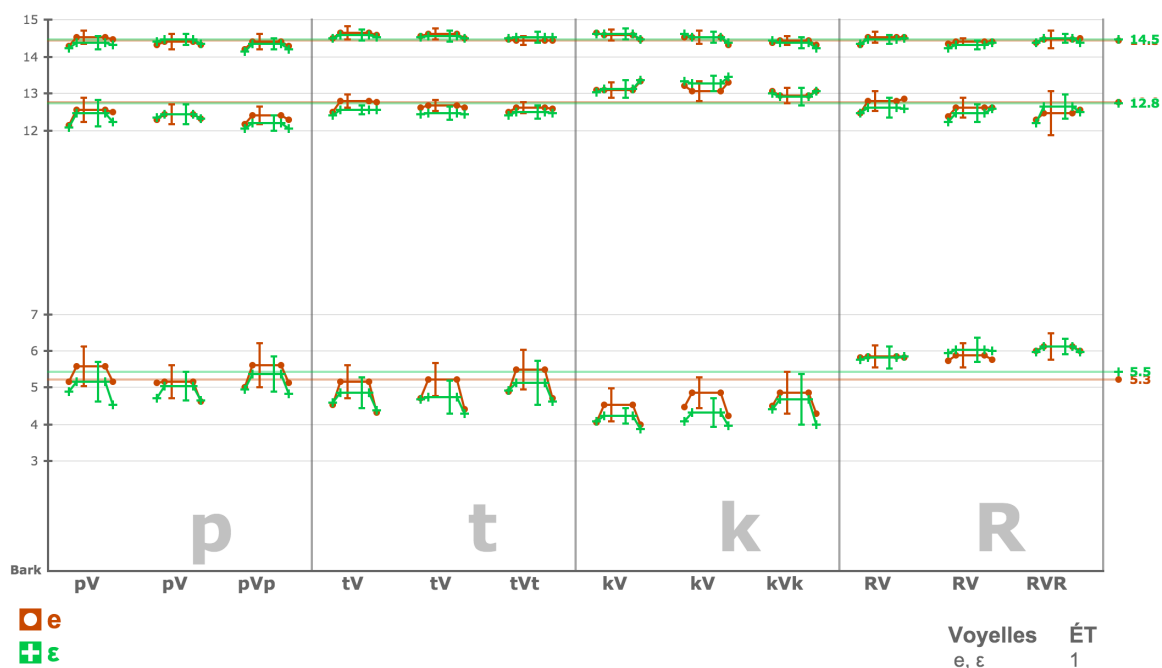


Figure 60 : T2 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T3



Annexe du chapitre 14

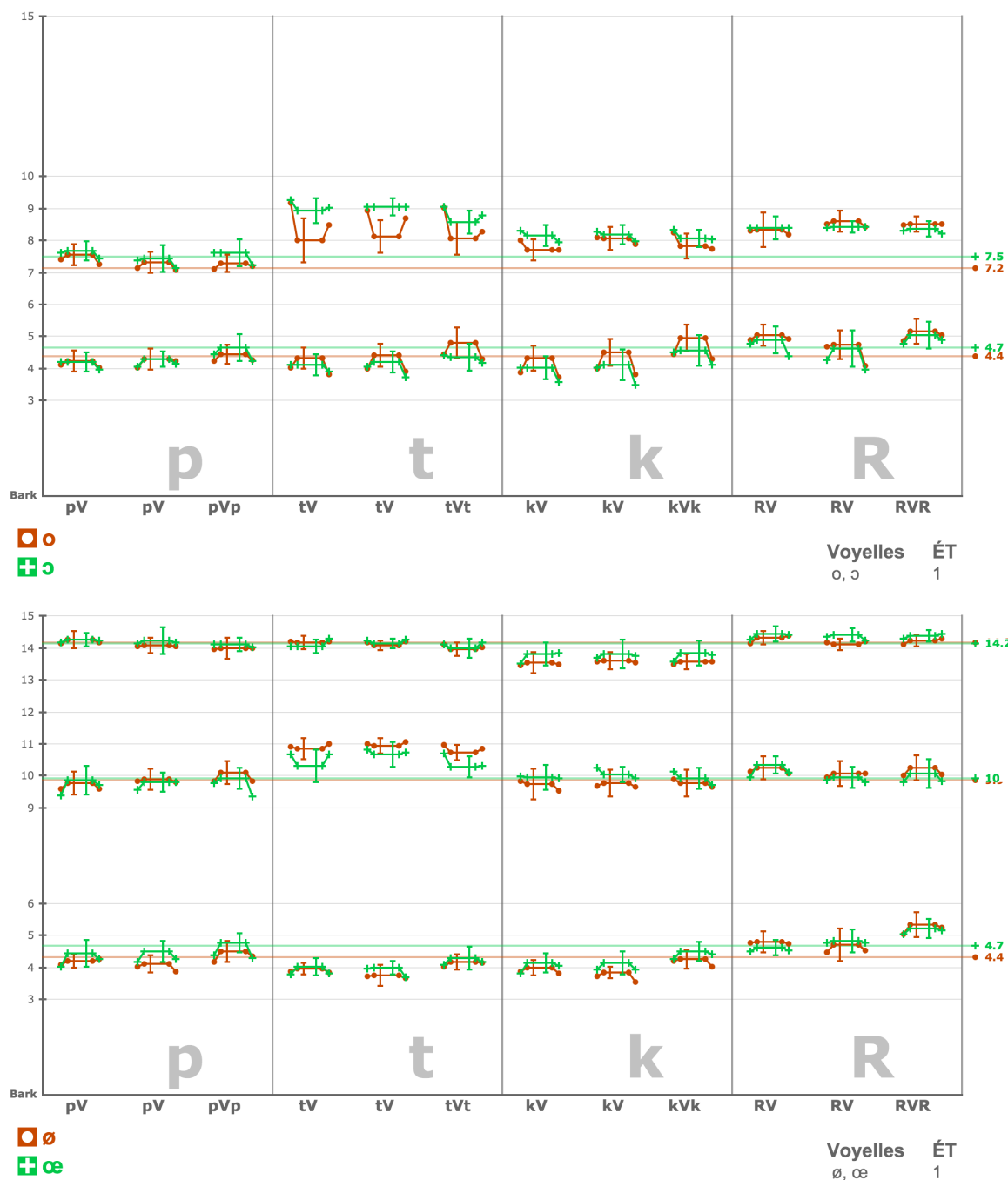
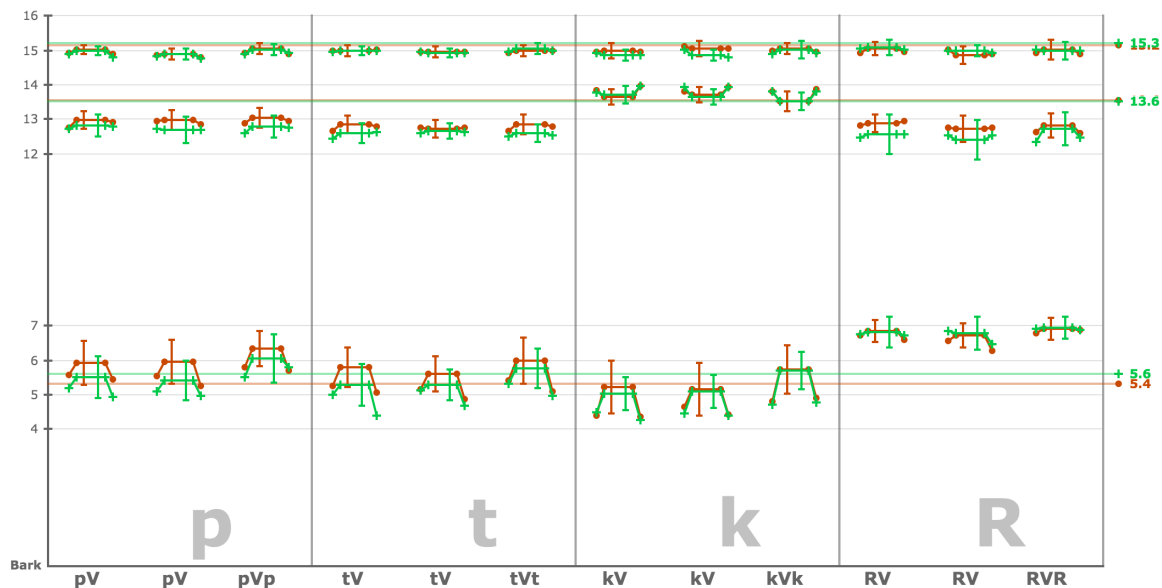


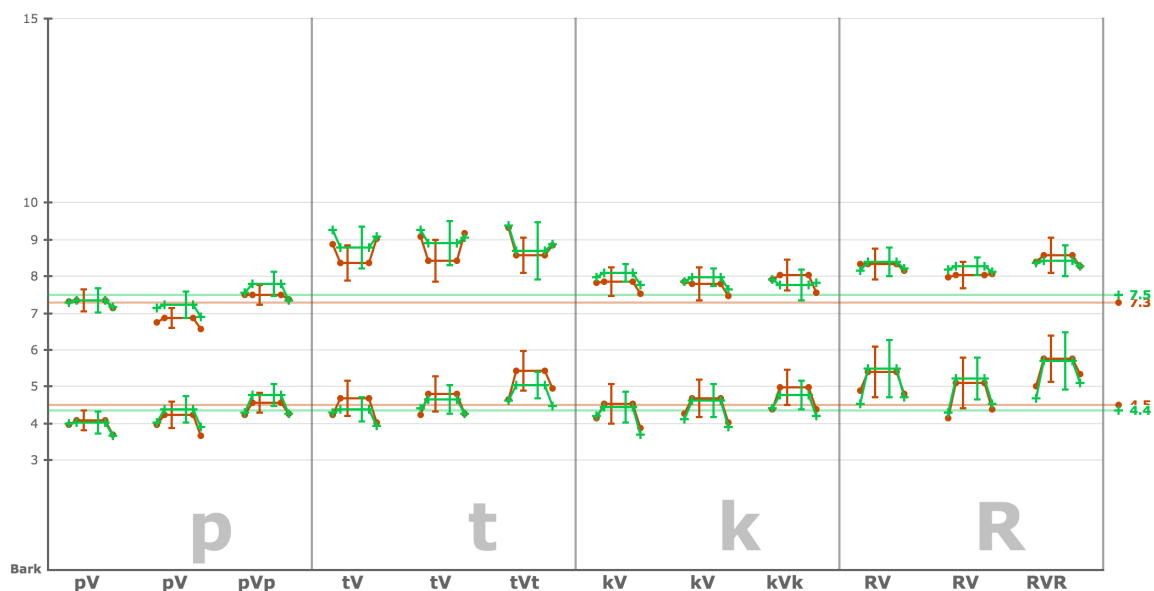
Figure 61 : T3 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ɛ (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T4



□ e
 ⊕ ε

Voyelles ÉT
 e, ε 1



○ o
 ⊕ ɔ

Voyelles ÉT
 o, ɔ 1

Annexe du chapitre 14

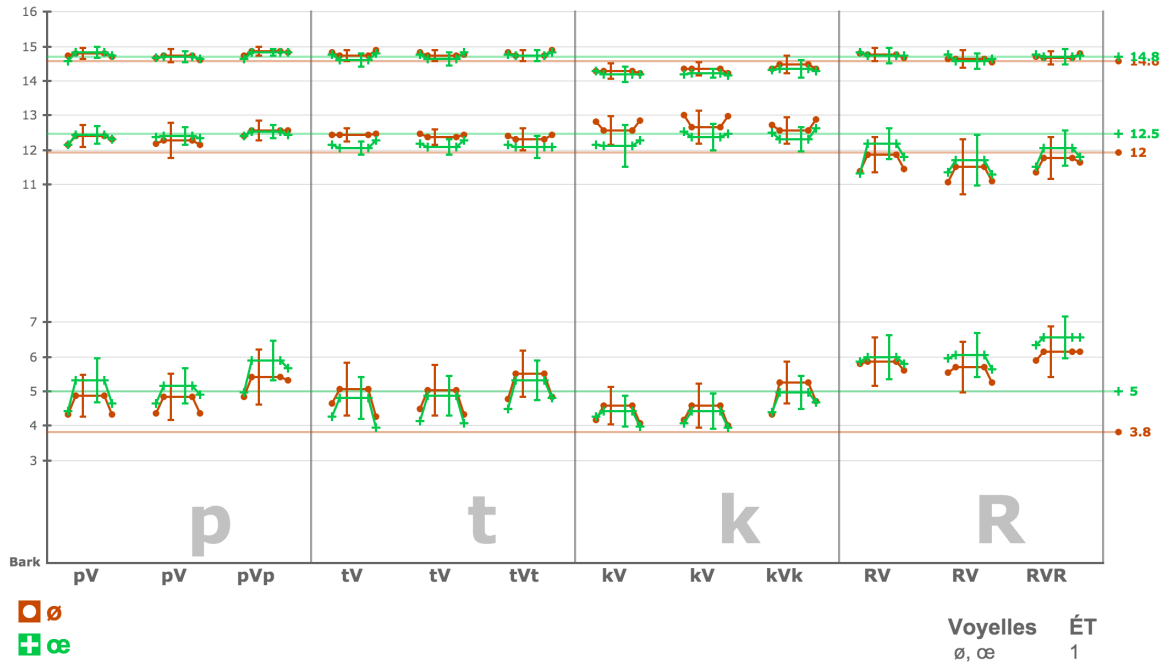
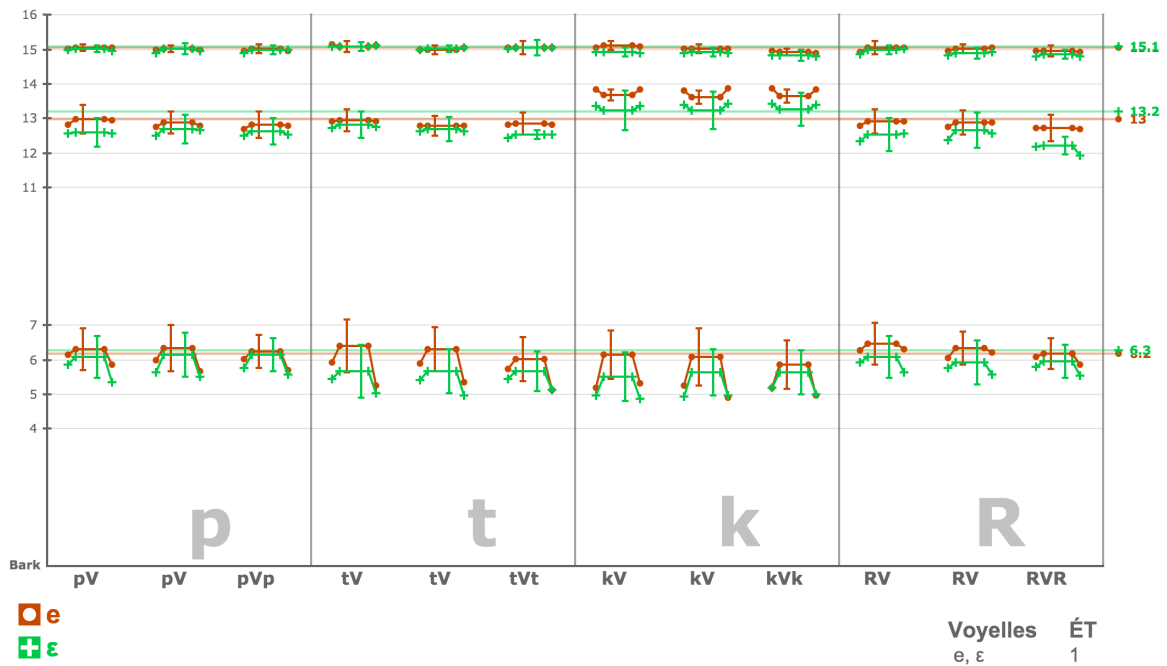
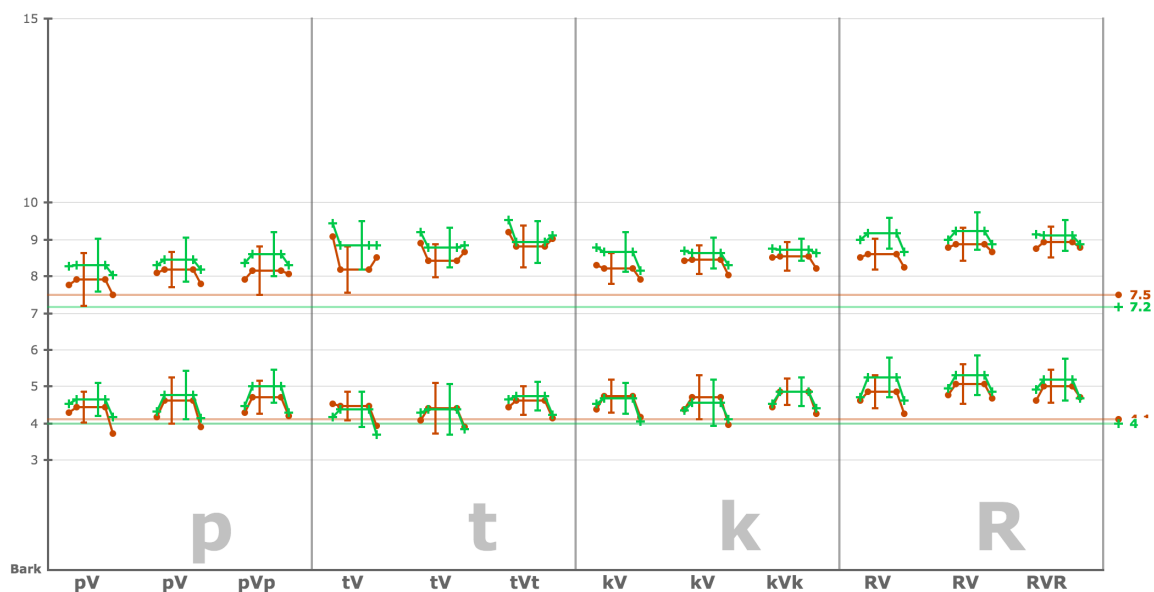


Figure 62 : T4 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T5

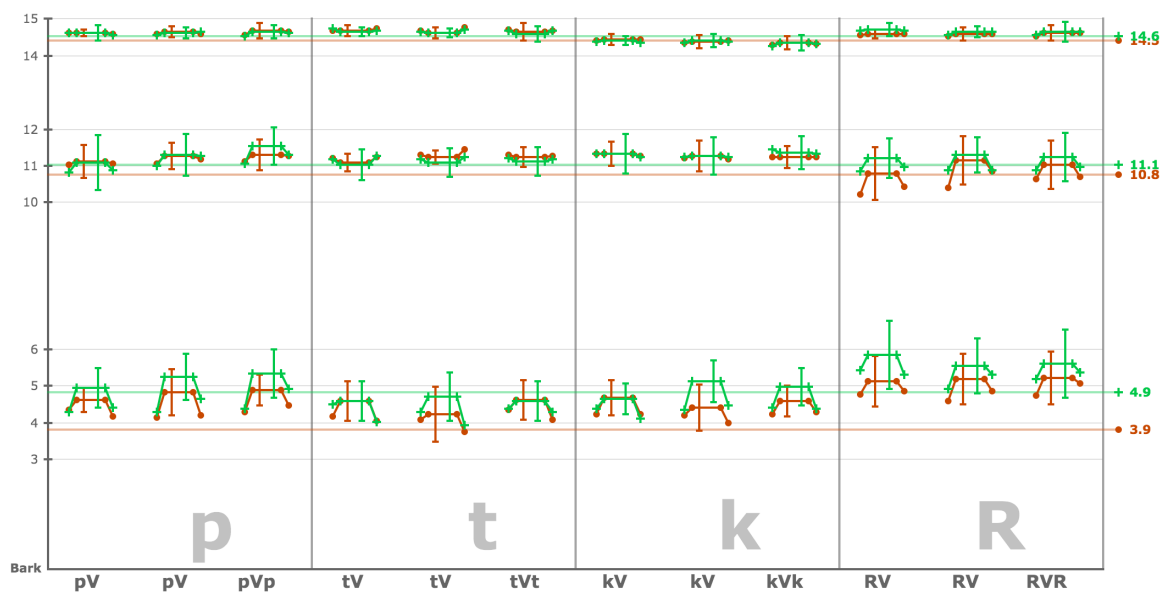


Annexe du chapitre 14



o
ɔ

Voyelles ÉT
o, ɔ 1

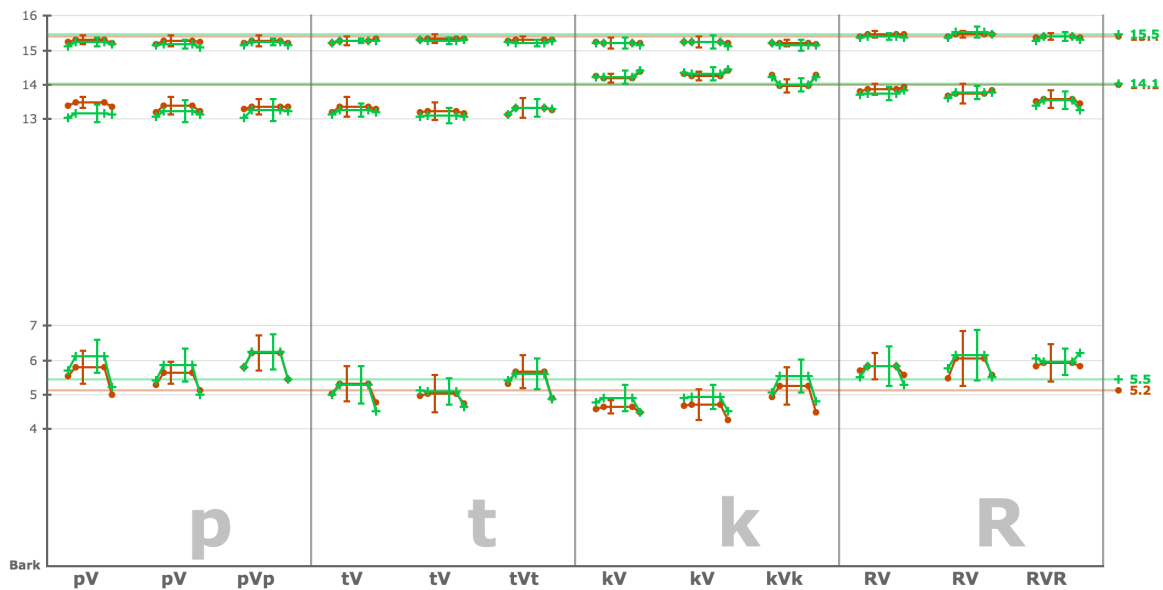


ø
œ

Voyelles ÉT
ø, œ 1

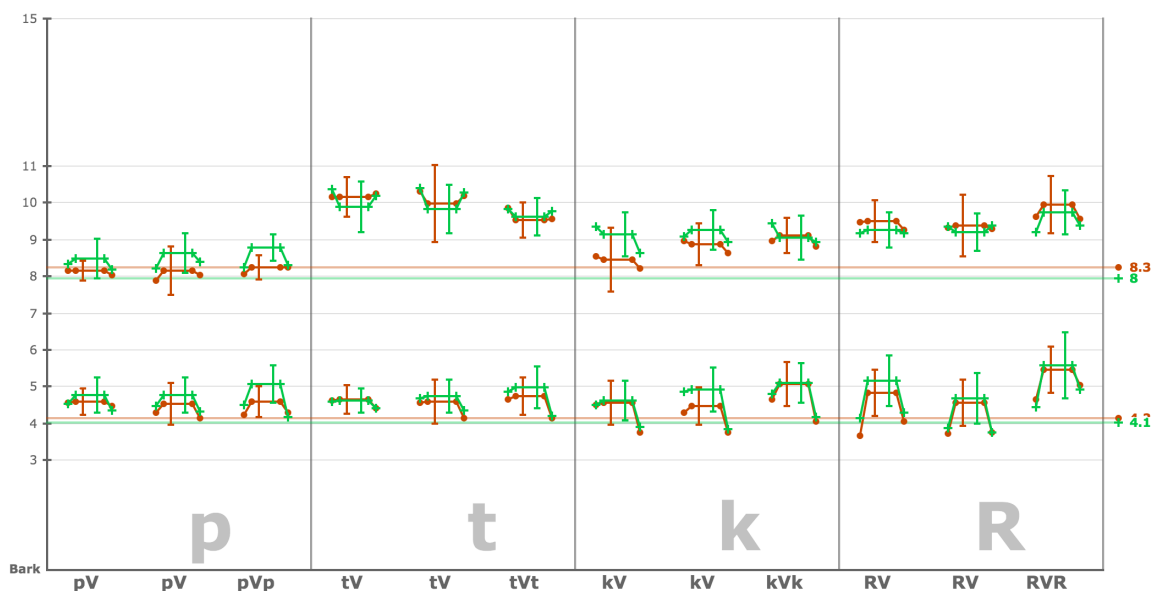
Figure 63 : T5 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T6



◻ e
+ ε

Voyelles **ÉT**
 e, ε 1



◻ o
+ ɔ

Voyelles **ÉT**
 o, ɔ 1

Annexe du chapitre 14

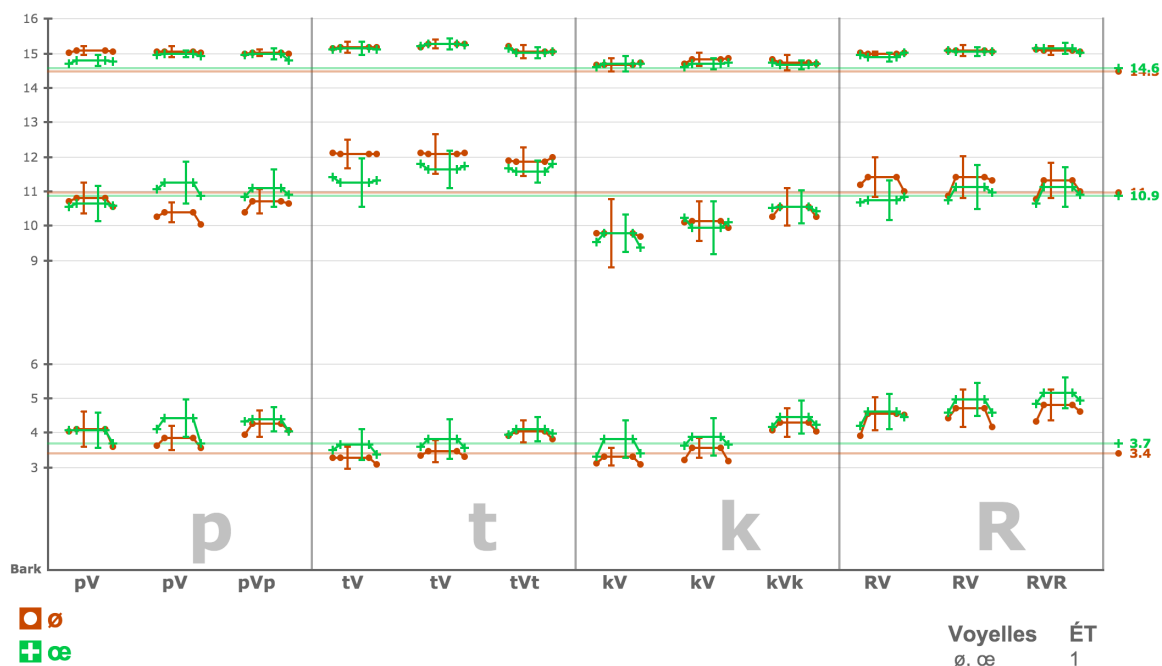
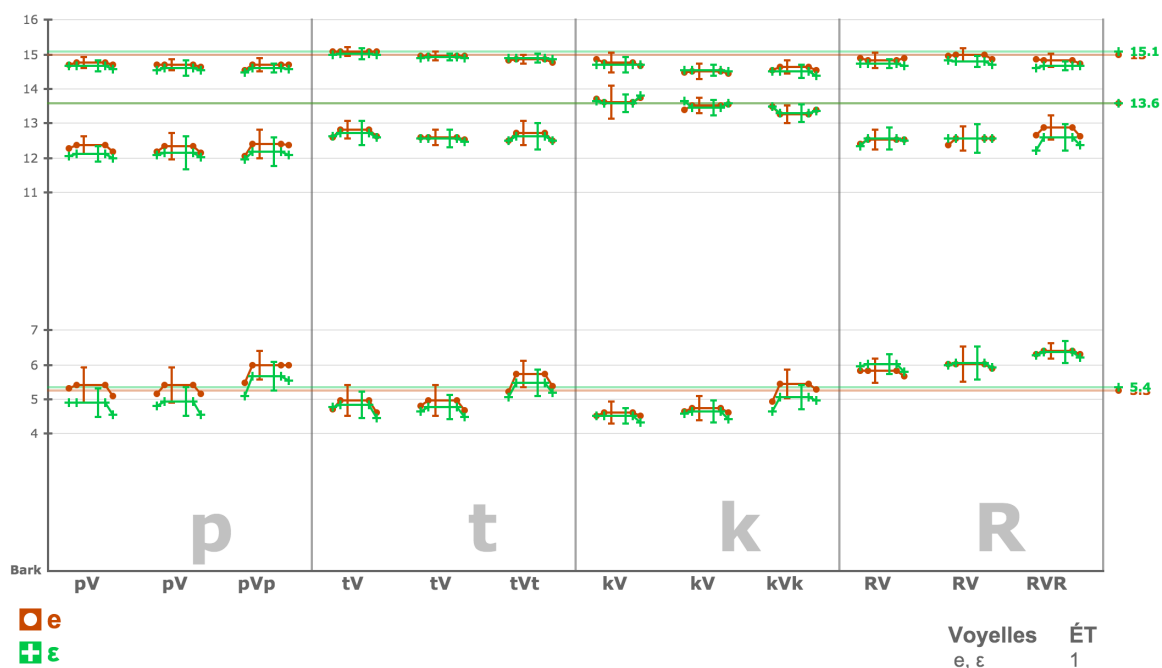


Figure 64 : T6 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T7



Annexe du chapitre 14

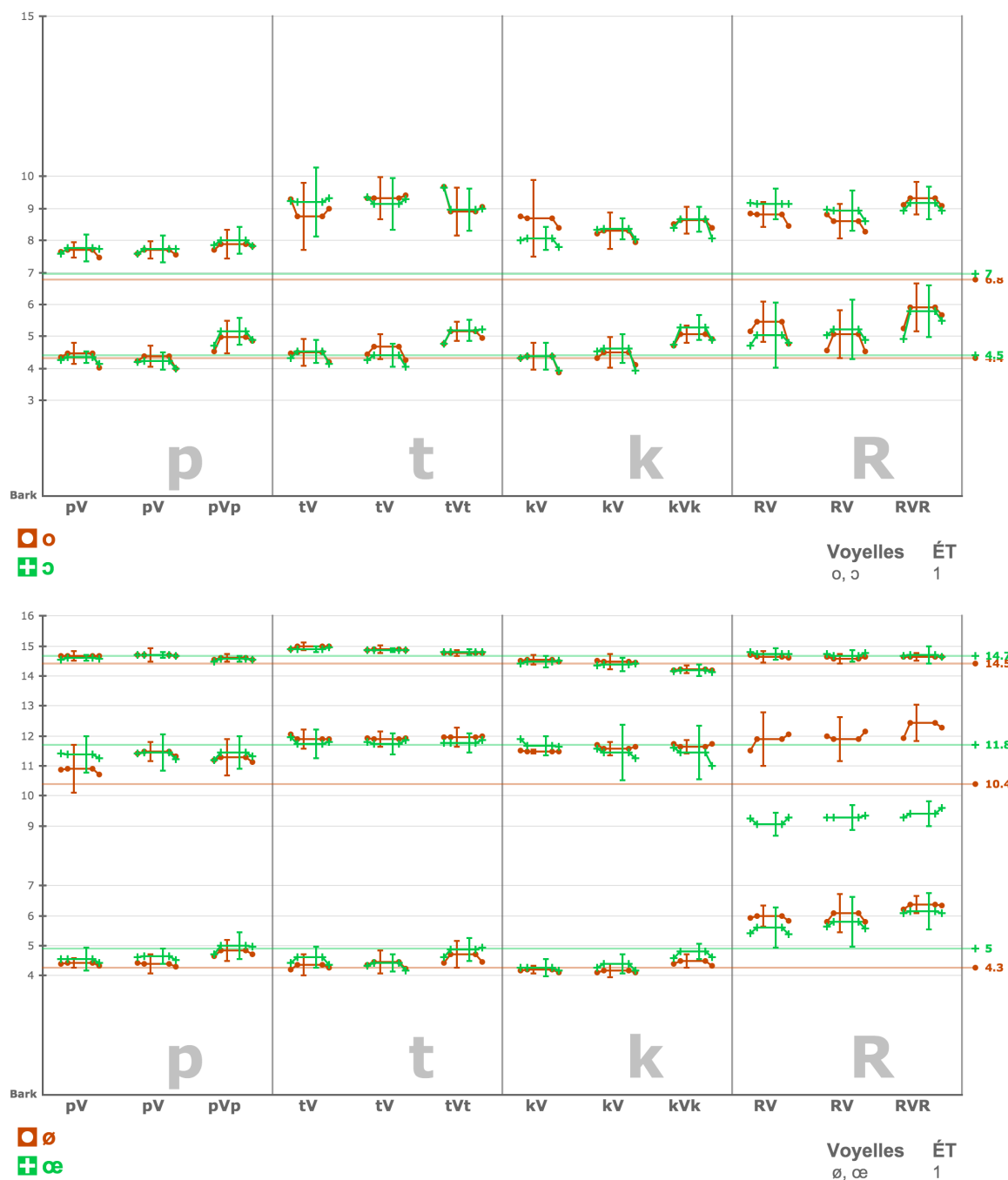
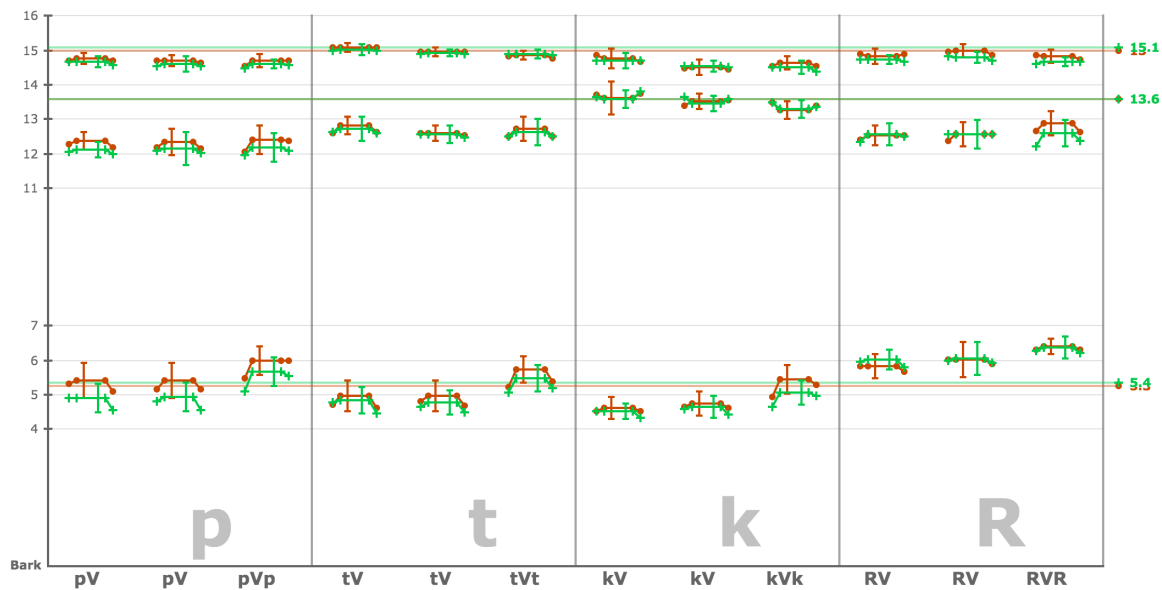


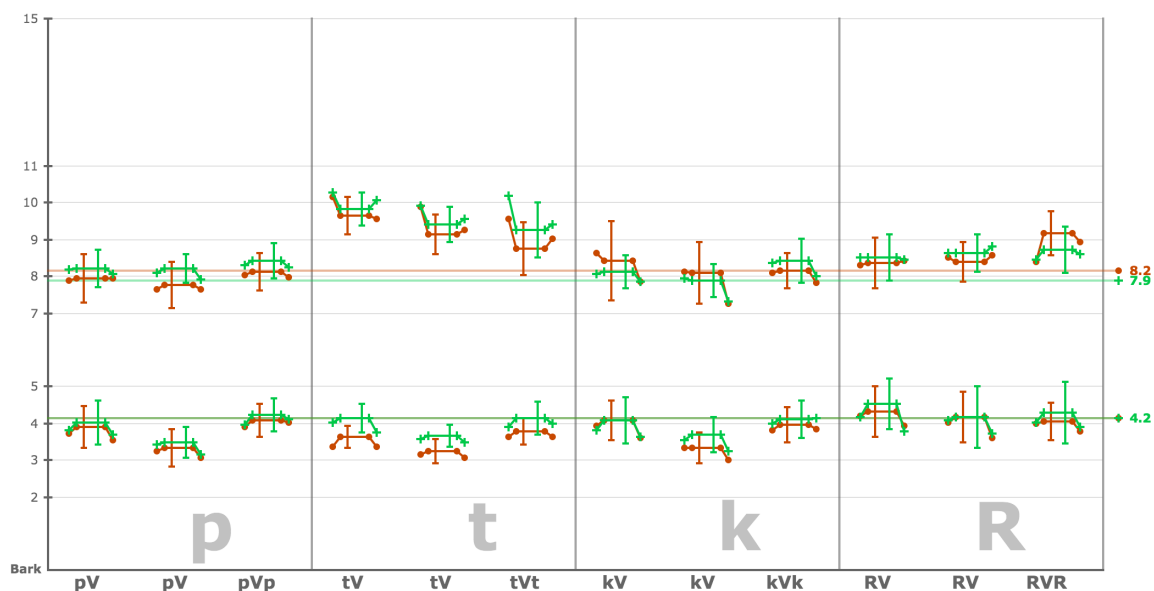
Figure 65 : T7 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T8



□ e
+ ε

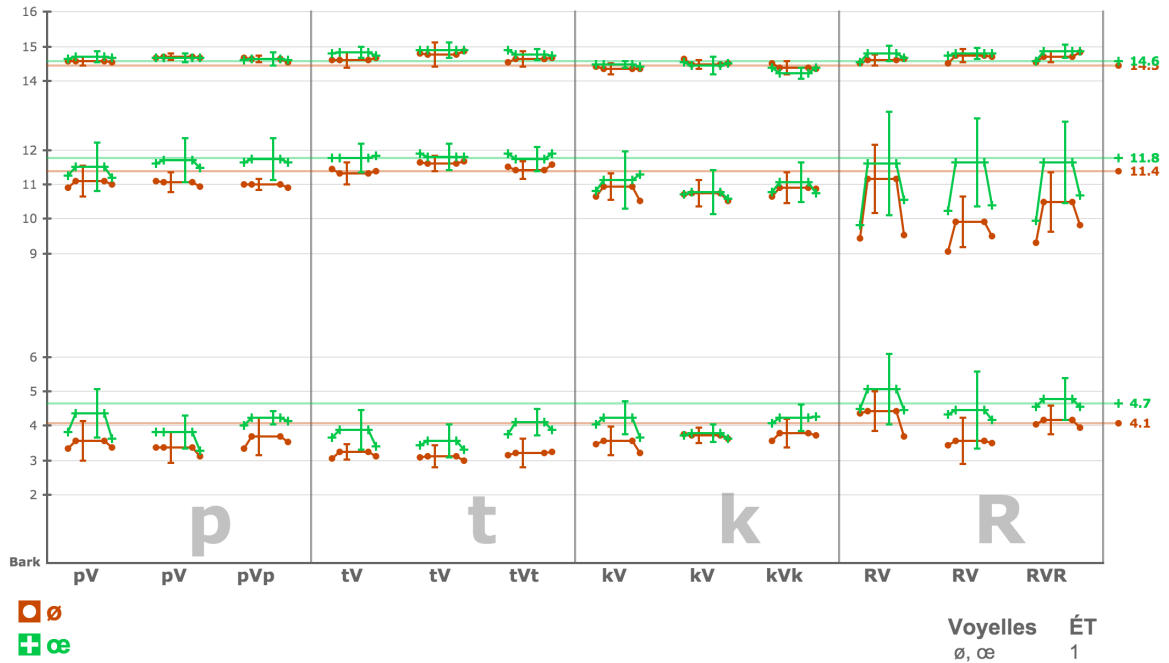
Voyelles ÉT
e, ε 1



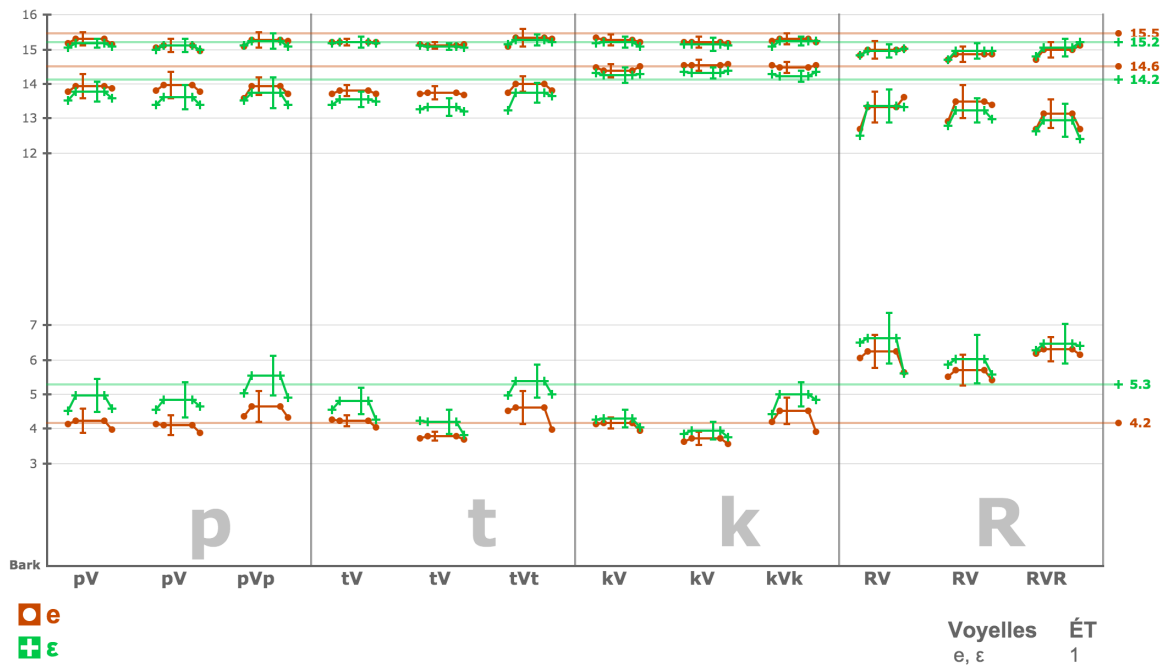
○ o
+ ɔ

Voyelles ÉT
o, ɔ 1

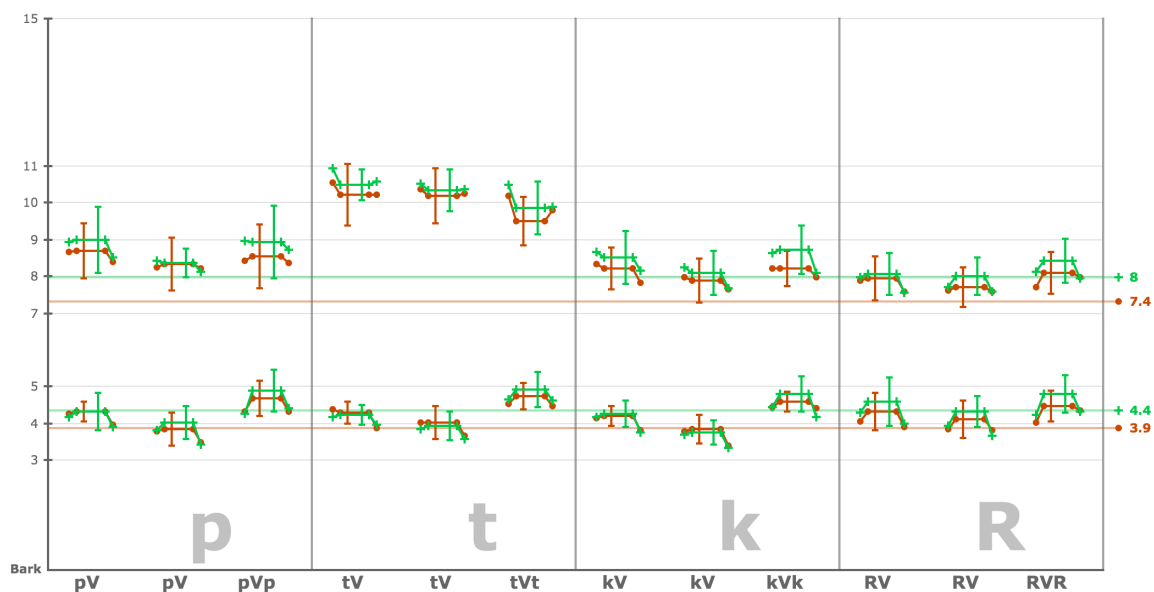
Annexe du chapitre 14



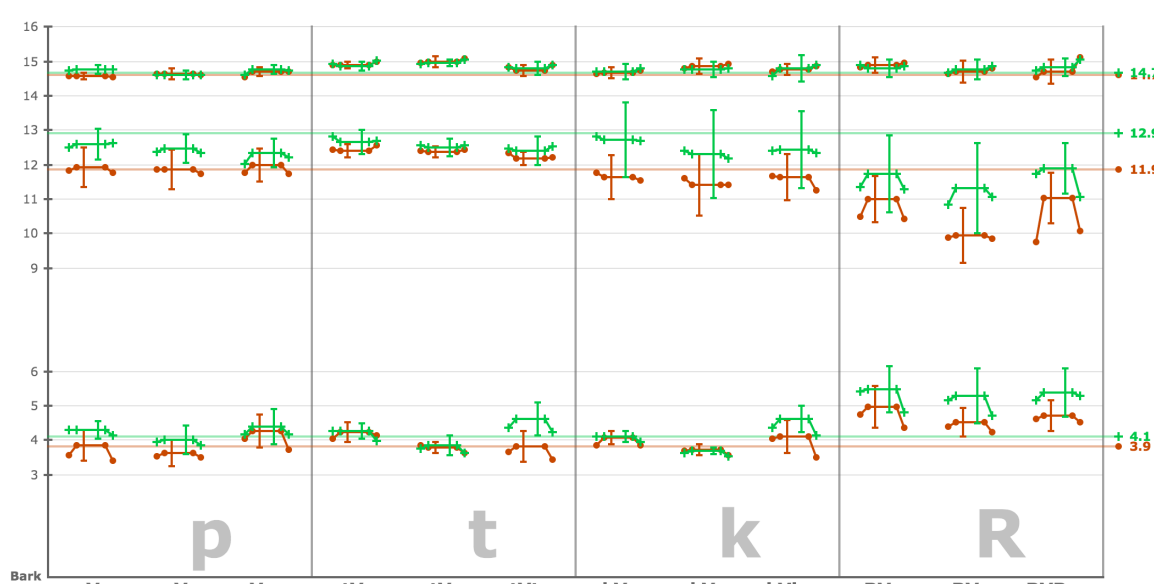
T9



Annexe du chapitre 14



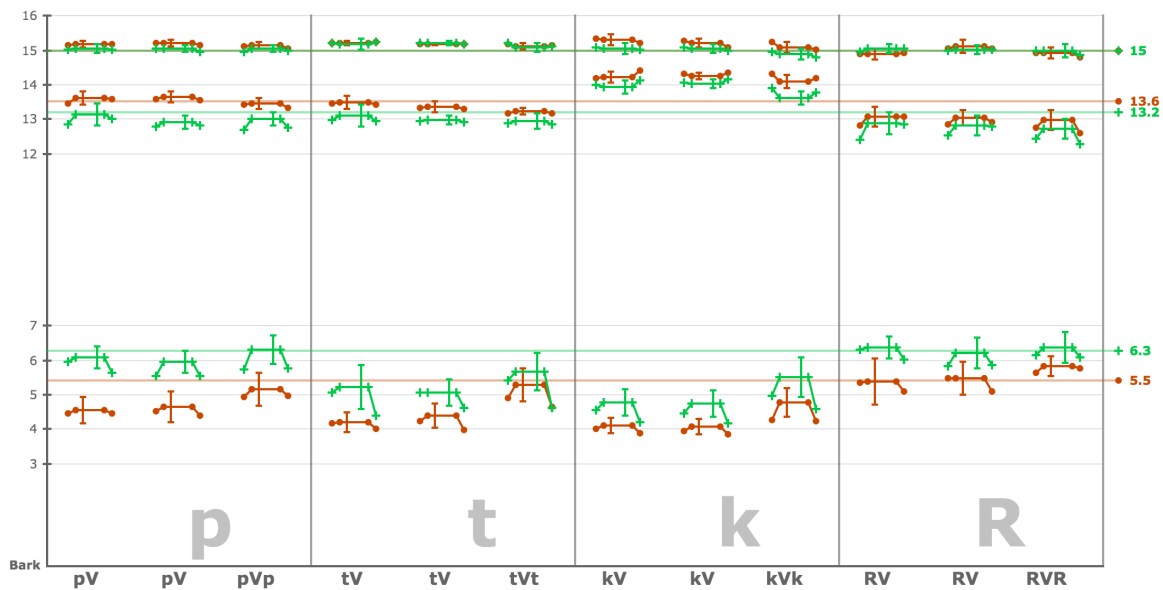
◻ o
◻ ɔ



◻ ø
◻ œ

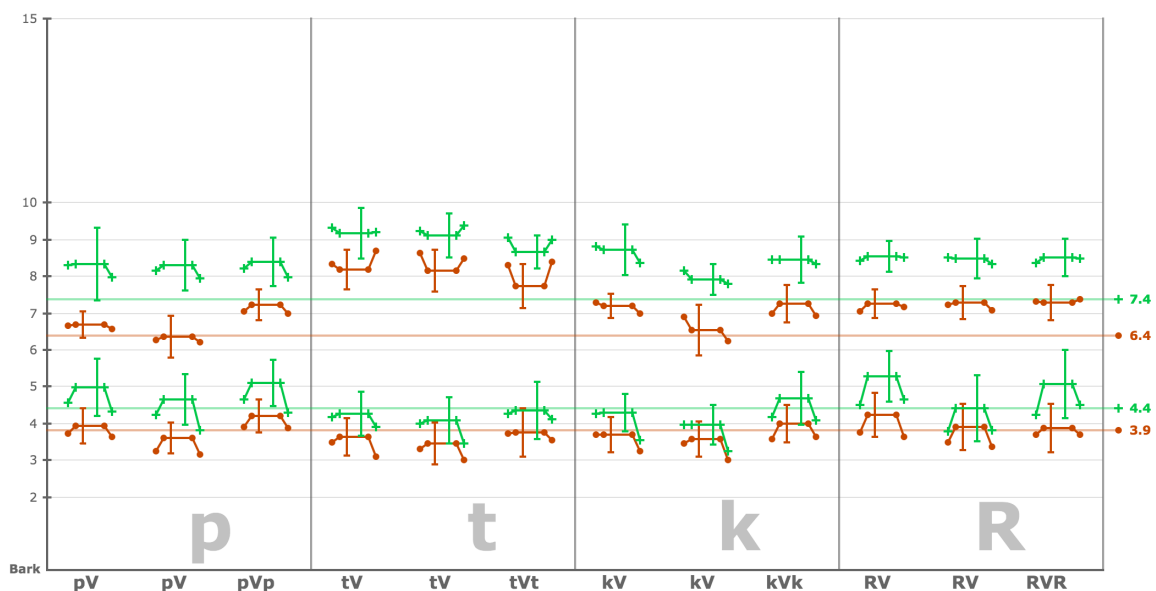
Figure 67 : T9 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ɛ (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

T10



◻ e
◻ ε

Voyelles	ÉT
e, ε	1



◻ o
◻ ə

Voyelles	ÉT
o, ə	1

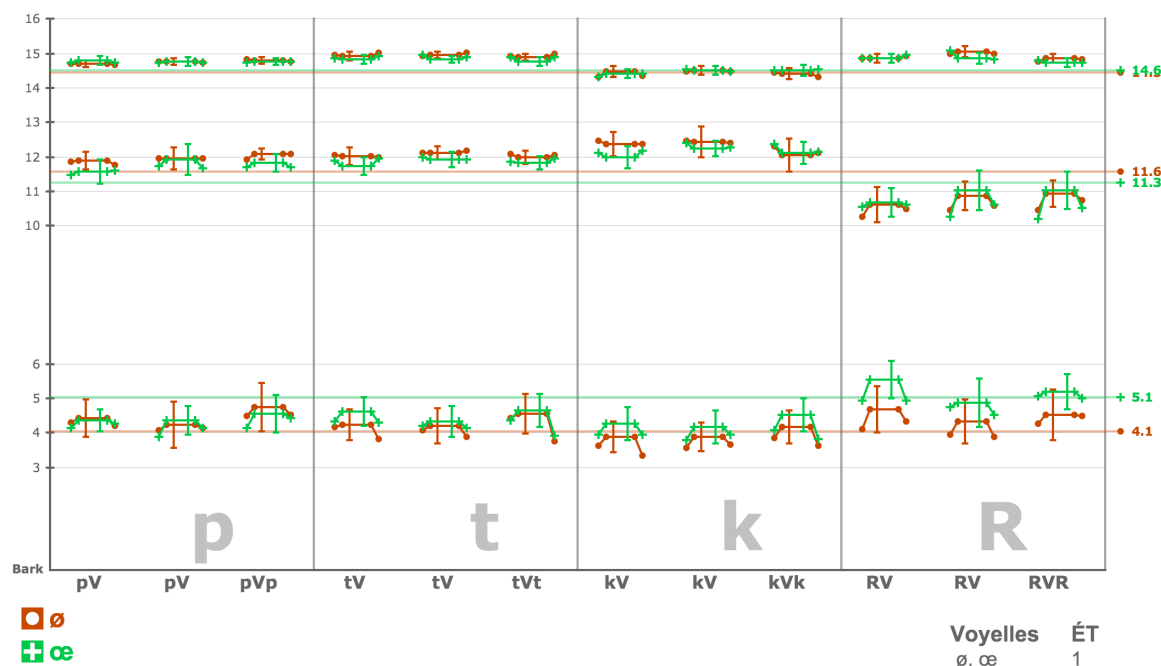


Figure 68 : T10 : Formants moyens (en Bark) des voyelles moyennes e/ε (1^e image), o/ɔ (2^e image), ø/œ (3^e image) produites en isolation (traits horizontaux) et en contextes p, t, k, R. Valeur prise à la moitié de la durée vocalique. Moyenne calculée à partir de 10 répétitions, écart type tracé est de un

Contraste e/ε: locutrices T9, T10

La locutrice T9 réalise le contraste entre les voyelles e/ε en isolation et en contextes p, t, k. Les triangle vocaliques F1/F2 et F2/F3 (en Bark) de la Figure 35 à la page 107 indiquent la position acoustique des dix répliques du [e] et du [ε] produites par la locutrice T9 en isolation. Les sons représentant les deux catégories se distinguent par la valeur du premier formant : le [e] se réalise le plus souvent avec F1 entre 400 Hz et 450 Hz et le [ε] avec F1 le plus souvent situé entre 500 Hz et 650 Hz.

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 69 indique les dix occurrences du [e] et [ε] produits par la locutrice T9 en syllabe finale pVp (valeur prise au milieu vocalique). Il est à noter que la plupart de sons représentant la qualité [e] se réalisent avec F1 plus bas que ceux représentant la qualité [ε]. Nous remarquons également une plus grande dispersion de sons représentant la qualité [ε] où deux occurrences ont F1 inférieur à 500 Hz et quatre occurrences se réalisent avec F1 supérieur à 650 Hz.

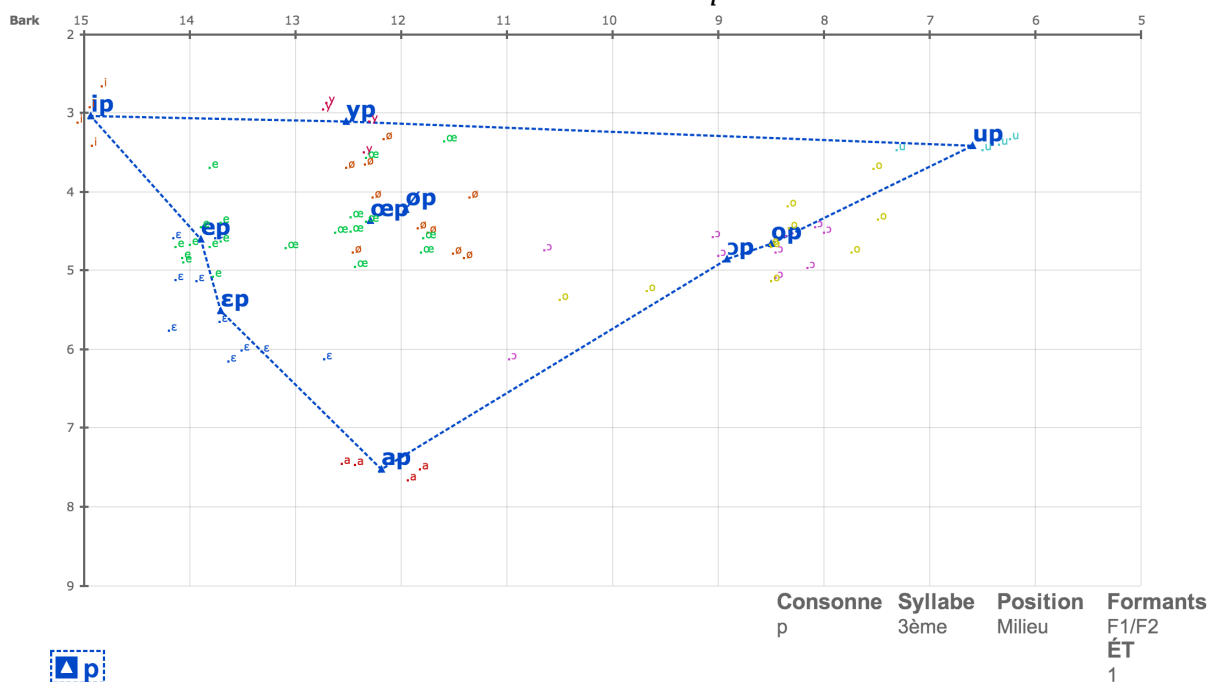


Figure 69 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T9 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 70 montre ensuite comment les dix répliques des voyelles [e] et [ε] sont réalisées par la locutrice T9 en syllabe finale tVt.

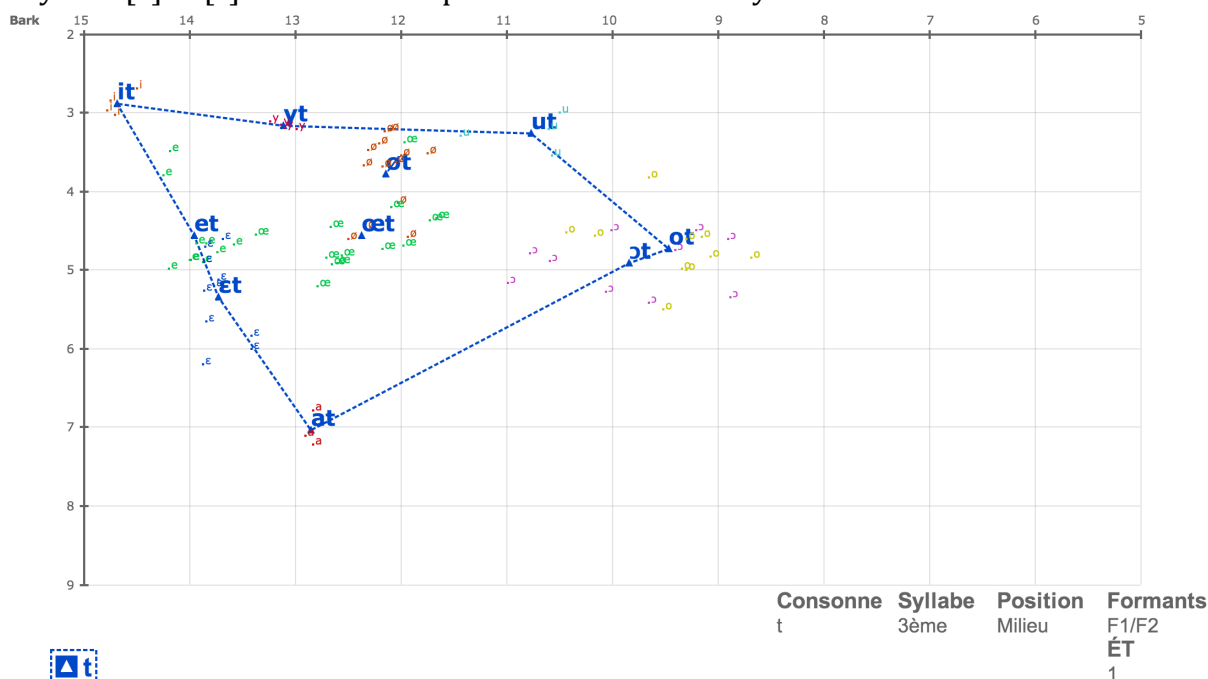


Figure 70 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T9 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1

La Figure 70 montre que la séparation entre les dix productions du [e] et du [ε] se fait essentiellement au niveau du premier formant avec [e] ayant F1 plus bas que [ε]. Nous remarquons que la plupart de sons correspondant à la qualité [e] sont réalisés avec F1 aux alentours de 500 Hz et deux répliques sont réalisées avec F1 inférieur à 400 Hz. En revanche la plage de variation de F1 des sons vocaliques correspondant à la qualité [ε] est plus large car ce dernier s'étend approximativement de 500 Hz à 700 Hz.

Enfin la Figure 71 est un triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles produites par la locutrice T9 en syllabe finale kVk. Nous y remarquons de nouveau une séparation des sons correspondant au timbre [e] et de ceux correspondant au timbre [ε] sur la base de la valeur du premier formant.

Annexe du chapitre 14

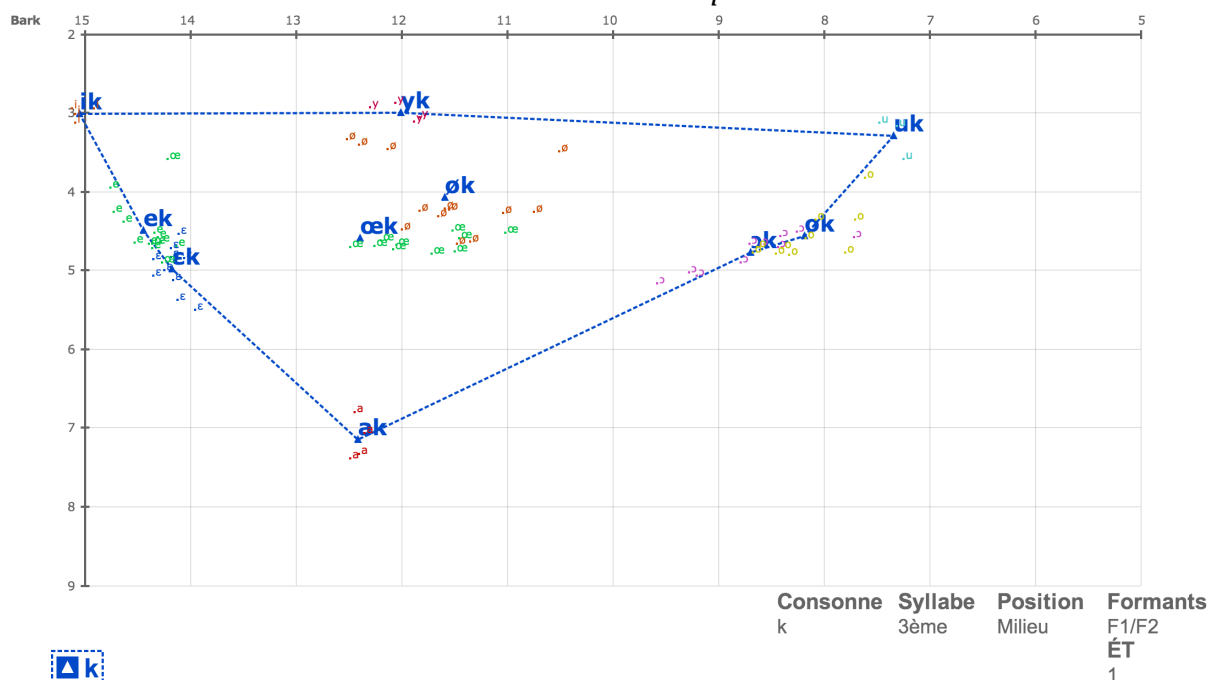


Figure 71 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice 9 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1

La Figure 71 indique que la plupart des sons vocaliques représentant la qualité [e] se réalisent avec F1 entre 400 Hz et 500 Hz et ceux représentant la qualité [ε] avec F1 entre 500 Hz et 600 Hz.

La locutrice T10, elle, réalise le contraste e/ε en isolation et en syllabe finale pVp, kVk et RVR. La réalisation du contraste entre les voyelles isolées e/ε par la locutrice T10 est illustrée à la Figure 36 à la page 108 qui est un triangle F1/F2 et F2/F3 (en Bark) indiquant la position acoustique des dix répliques de chacune des voyelles. Les voyelles isolées [e] et [ε] y sont produites par la locutrice T10 avec les valeurs de F1 et F2 différentes. En effet [e] est le plus souvent produit avec F1 plus bas et F2 plus élevé que [ε] qui est donc de nature acoustique plus compacte. La différence en terme de F1 est cependant plus grande.

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 72 illustre ensuite la position acoustique des dix répliques du [e] et du [ε] produites par la locutrice T10 en syllabe finale pVp (valeur prise au milieu vocalique).

Annexe du chapitre 14

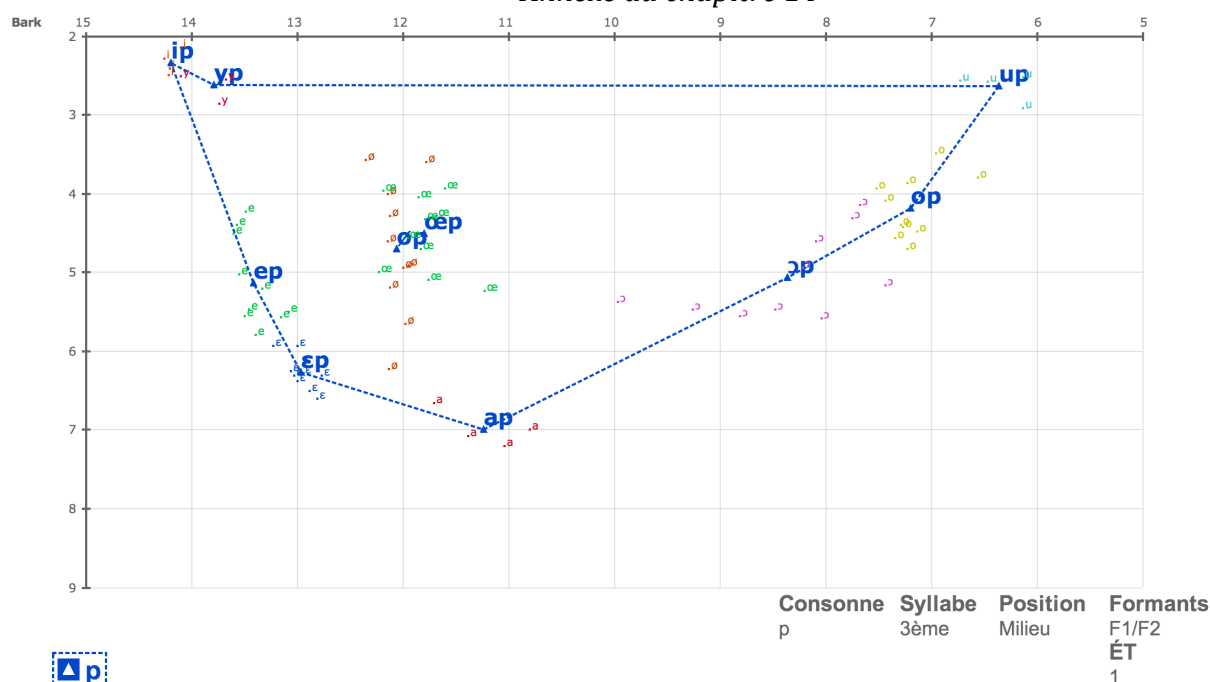


Figure 72 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1 et F2

La Figure 72 indique que la locutrice T10 sépare les deux qualités sur le plan F1. Nous remarquons que contrairement à la locutrice T9, la qualité vocalique la plus stable est celle du [ε] dont le F1 varie approximativement de 650 Hz à 730 Hz alors que les sons représentant la qualité [e] ont des réalisations plus vacillantes avec F1 allant approximativement de 450 Hz à 630 Hz. La locutrice T10 marque la différence également par la valeur de F2 qui est plus élevée pour [e], en le rendant plus diffus, que pour [ε].

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 73 indique ensuite la réalisation par la locutrice T10 des dix répliques du [e] et [ε] en syllabe finale kVk.

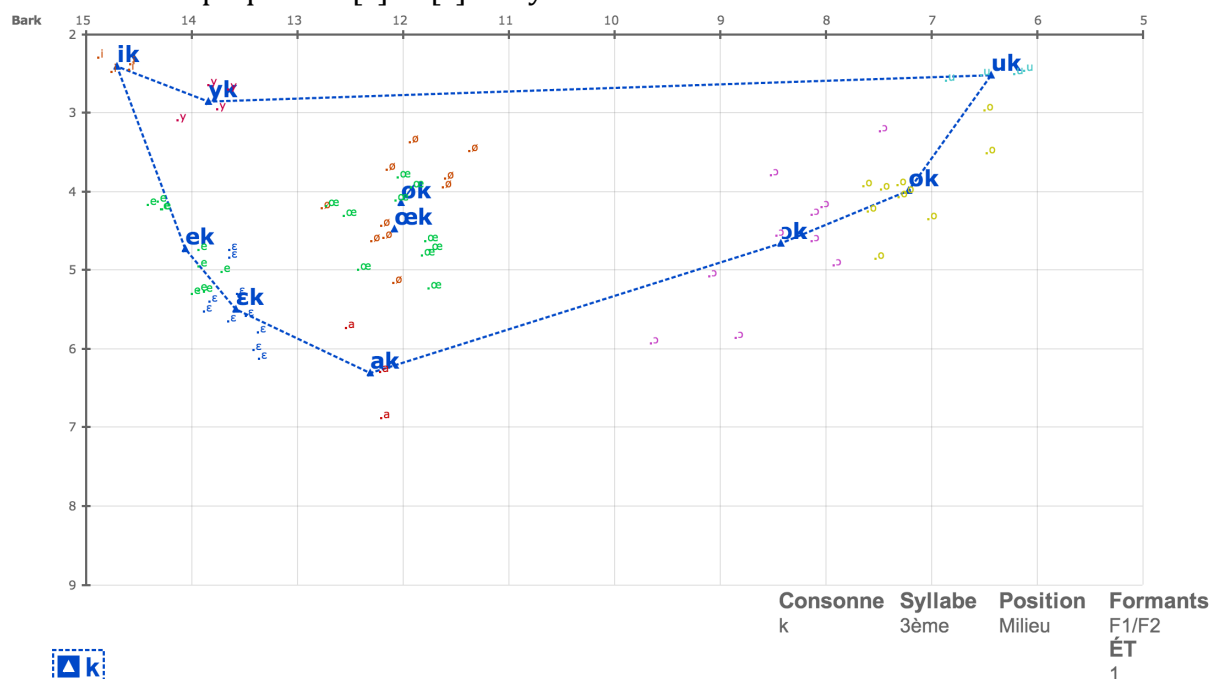


Figure 73 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1

La Figure 73 indique de nouveau une séparation de la plupart des sons représentant les deux qualités [e] et [ε] en syllabe finale kVk au niveau du premier formant. F1 se situe ainsi approximativement entre 430 Hz et 570 Hz pour les dix répliques de [e] et entre 580 Hz et 680

Annexe du chapitre 14

Hz pour la plupart des réalisations de [ɛ]. Cependant deux répliques de [ɛ] sont réalisées avec F1 aux alentours de 500 Hz. La locutrice T10 marque la différence également au plan F2 : [e] est alors généralement réalisé avec F2 plus élevé que [ɛ] qui a donc un caractère plus compact.

Enfin la Figure 74 illustre la position acoustique sur le plan F1/F2 des dix répliques de [e] et [ɛ] produites par la locutrice T10 en syllabe finale RVR (valeur prise au milieu).

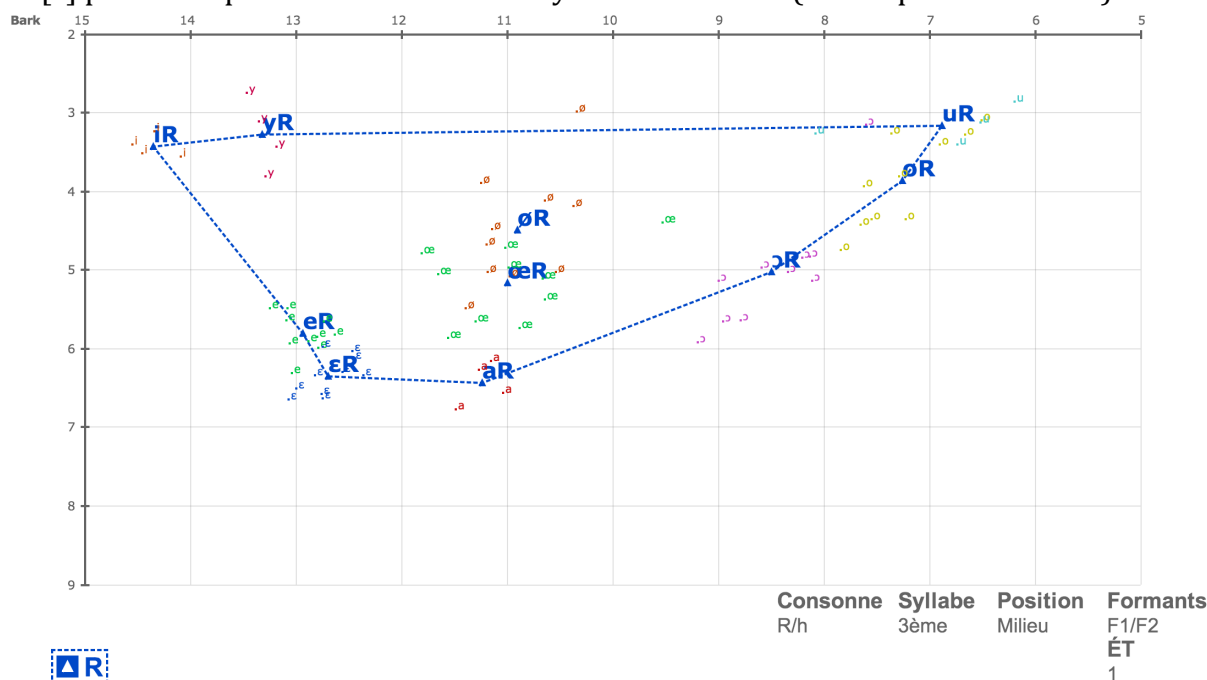


Figure 74 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale RVR (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que e et ε sont pour la plupart séparés sur le plan F1

La Figure 74 illustre qu'il existe une petite distance acoustique entre les voyelles représentant les deux qualités [e] et [ɛ] sur le plan F1. Ce dernier s'élève du fait de l'influence du contexte uvulaire dans le cas des sons des deux catégories avec néanmoins F1 plus bas pour [e] (qui varie approximativement entre 590 et 650 Hz) que pour [ɛ] (qui varie entre 650 et 730 Hz). La plage de variation de F2 est sensiblement la même pour les sons des deux catégories où la plupart des sons sont produits avec F2 entre 1900 Hz et 2100 Hz.

Contraste ø/œ : locutrice T8

La locutrice T8 réalise le contraste ø/œ en contextes p et t.

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 75 indique que le contraste ø/œ est réalisé par la locutrice T8 en syllabe finale pVp (valeur prise au milieu vocalique) sur le plan F1 et F2. La plupart des sons vocaliques représentant la qualité [ø] se réalisent avec F1 entre 300 Hz et 400 Hz et F2 entre 1450 Hz et 1520 Hz. A l'inverse, la majorité des sons représentant la qualité [œ] sont réalisés avec F1 entre 420 Hz et 480 Hz et F2 entre 1600 Hz et 1800 Hz. Cependant quatre répliques du [ø] se réalisent avec F1 entre 400 Hz et 450 Hz et quatre répliques du [œ] avec F2 entre 1400 Hz et 1520 Hz. Cette instabilité de qualité produite montre que le contraste n'est pas encore complètement acquis par la locutrice T8 mais que l'apprentissage est en cours.

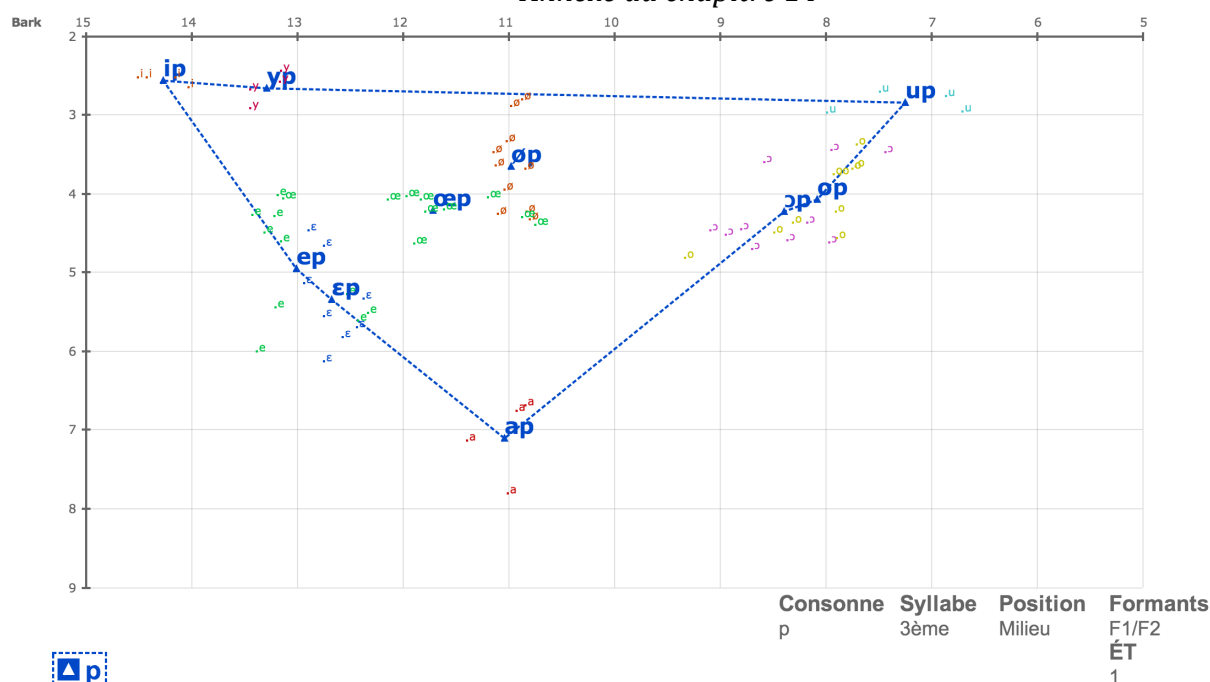


Figure 75 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T8 en syllabe finale pVp (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que ø et œ sont pour la plupart séparés sur le plan F1 et F2

En syllabe finale tVt, la locutrice T8 base le contraste ø/œ exclusivement sur l'indice acoustique F1. La position dans l'espace vocalique F1/F2 (en Bark) de chacune des dix répliques de [ø] et [œ] par la locutrice T8 sont illustrées à la Figure 75. Nous y remarquons que les sons vocaliques représentant la qualité [ø] sont pour la plupart réalisées avec F1 aux alentours de 300 Hz et ceux représentant la qualité [œ] avec F1 entre 370 Hz et 450 Hz. Cependant, deux répliques du [ø] sont réalisées avec F1 aux alentours de 400 Hz ce qui les place dans la zone des sons représentant la qualité vocalique [œ].

Contraste o/ɔ : locutrices T10, T1, T2

La locutrice T10 réalise le contraste o/ɔ en isolation et en contextes p, t, k, R.

Selon le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 36 de la page 108, la locutrice T10 produit des sons isolés représentant la qualité [o] avec F1 le plus souvent entre 350 Hz et 450 Hz et F2 entre 650 Hz et 750 Hz et ceux représentant la qualité [ɔ] avec F1 le plus souvent entre 400 Hz et 550 Hz et F2 entre 780 Hz et 900 Hz. Deux répliques du [ɔ] sont réalisées avec F1 inférieur à 400 Hz et une occurrence du [o] se trouve dans la zone F1/F2 de la voyelle [u] (avec F1 approximativement de 260 Hz et F2 de 650 Hz).

La locutrice T10 produit ensuite le contraste o/ɔ en syllabe finale pVp sur la base de F1 et F2, comme illustré par le triangle F1/F2 de la Figure 72 à la page 147. La réalisation de sons représentant la qualité [o] est stable, avec F1 pour la plupart entre 400 Hz et 500 Hz et F2 aux alentours de 800 Hz. Les sons vocaliques de la qualité visée [ɔ] ont un comportement plus oscillant, avec F1 pour la plupart entre 500 Hz et 600 Hz et F2 entre 850 et 1250 Hz.

Le triangle vocalique (en Bark) de la Figure 76 montre la position acoustique F1/F2 exacte de chacune des dix répliques de [o] et [ɔ] en syllabe tVt (valeur prise au milieu vocalique).

Annexe du chapitre 14

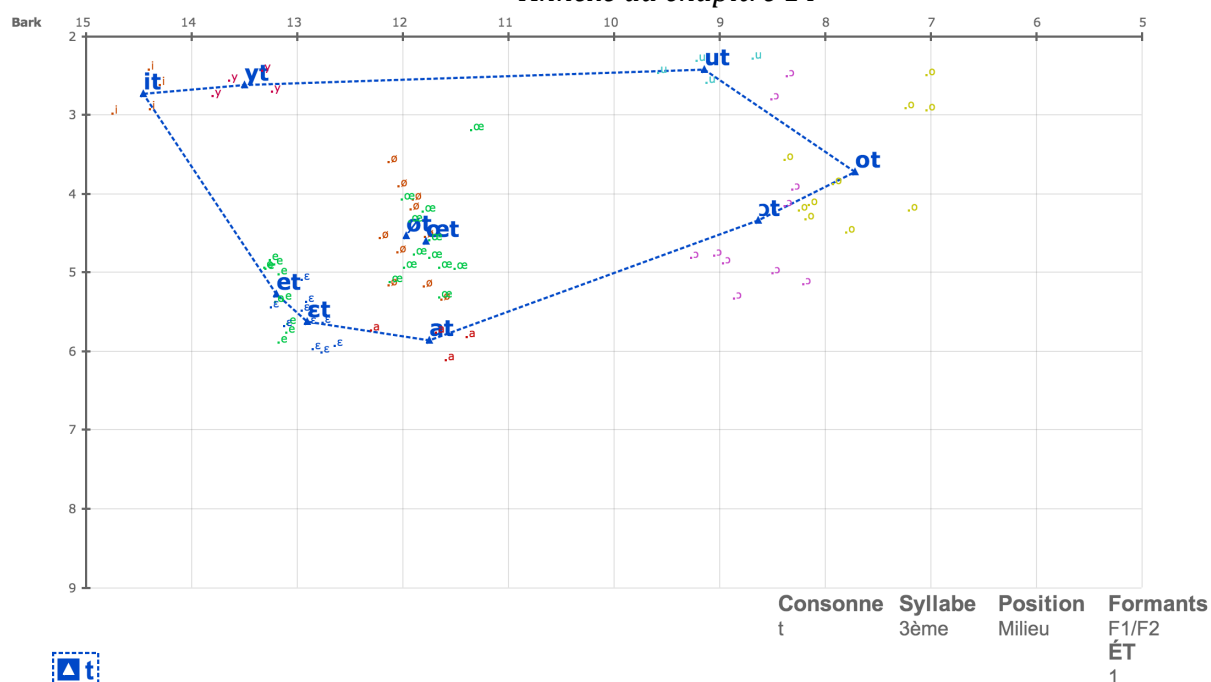


Figure 76 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T10 en syllabe finale tVt (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que [o] et [ɔ] sont pour la plupart séparés sur le plan F2

En syllabe finale tVt, la locutrice T10 produit le contraste o/ɔ sur la base de F2 essentiellement. Ainsi, les sons représentant la qualité visée [o] se réalisent avec F2 entre 800 Hz et 1000 Hz alors que ceux représentant le [ɔ] se réalisent le plus souvent avec F2 entre 1000 Hz et 1150 Hz. La qualité produite [ɔ] est très instable au niveau du premier formant qui varie selon la réplique entre 250 et 550 Hz.

En syllabe finale kVk, la locutrice T10 fait de nouveau contraster o/ɔ essentiellement sur le plan F2 (voir le triangle F1/F2 de la Figure 73 à la page 147 des annexes). Alors que le F2 de [o] est le plus souvent situé entre 700 Hz et 900 Hz, celui de [ɔ] varie entre 900 Hz et 1200 Hz. Le F1 des deux voyelles visées est instable et notamment celui de [ɔ] qui s'entend de 350 Hz à 650 Hz.

Enfin, la locutrice T10 réalise le contraste o/ɔ en syllabe finale RVR sur la base de la valeur des deux premiers formants, comme illustré à la Figure 74 (page 148). Les sons vocaliques des deux catégories y sont pour la plupart clairement distingués. Ceux qui représentent la qualité [o] sont réalisés avec F1 entre 350 Hz et 500 Hz et F2 entre 750 Hz et 900 Hz alors que ceux représentant la qualité [ɔ] sont réalisés avec F1 entre 500 Hz et 650 Hz et F2 entre 950 Hz et 1100 Hz. Une réplique de [ɔ] figure ensuite dans l'espace acoustique F1/F2 du côté des sons correspondant au [o], avec F1 d'environ 320 Hz et F2 de 870 Hz.

La locutrice T1 produit ensuite le contraste o/ɔ en contexte k.

La Figure 77 montre l'emplacement acoustique (F1 et F2, en Bark) des dix occurrences du [o] et du [ɔ] produites par la locutrice T1 en syllabe finale kVk. Nous y remarquons que les deux voyelles sont pour la plupart distinguées par la valeur du premier formant qui se situe entre 400 Hz et 450 Hz pour [o] et entre 480 Hz et 600 Hz pour [ɔ].

Annexe du chapitre 14

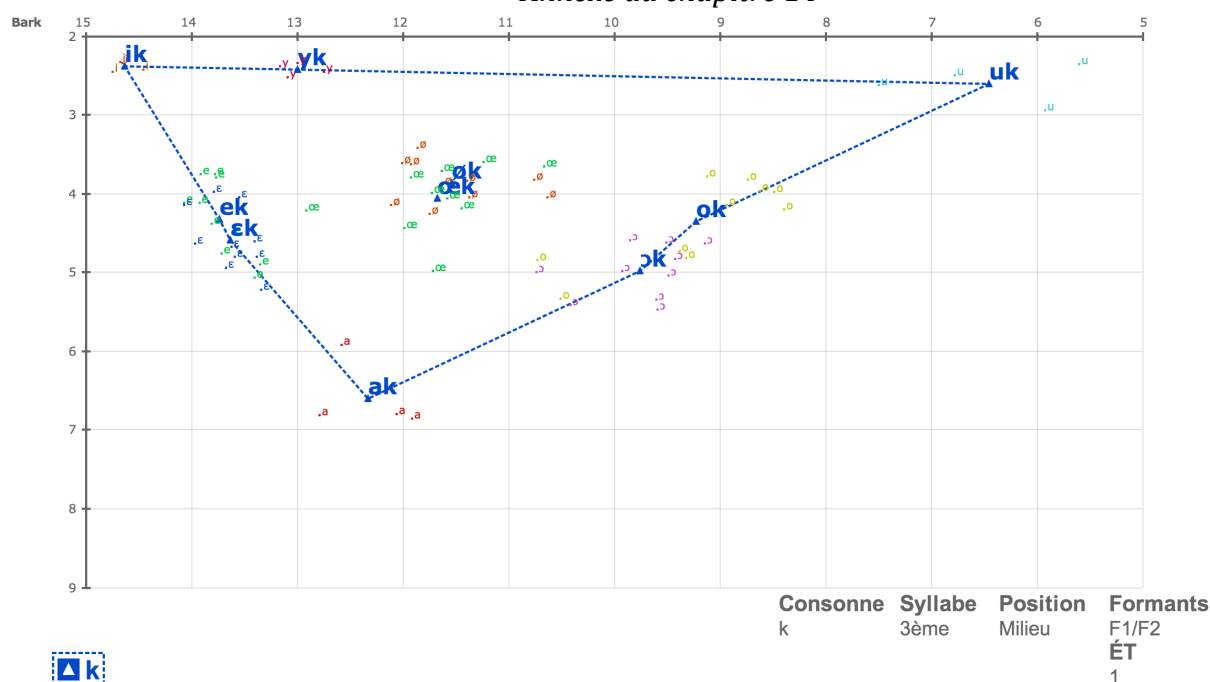


Figure 77 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T1 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que o et ə sont pour la plupart séparés sur le plan F1

Cependant quatre répliques du [o] se réalisent avec F1 entre 500 Hz et 600 Hz. Ainsi, malgré la réalisation de cette catégorie instable où [o] n'est pas complètement maîtrisé, le processus d'apprentissage est installé. La plupart des sons représentant la qualité [o] se réalisent avec F2 inférieur à celui des sons [ɔ] (entre 1000 Hz et 1100 Hz) quoique quatre occurrences se réalisent avec F2 entre 1150 Hz et 1400 Hz.

La locutrice T2 réalise le contraste en contexte k.

Le triangle F1/F2 (en Bark) de la Figure 78 les valeurs de F1 et F2 de chacune des dix répliques de [o] (en jaune) et [ɔ] (en violet). Les sons correspondant au [o] se réalisent le plus souvent avec F1 entre 400 Hz et 450 Hz et ceux correspondant au [ɔ] avec F1 entre 450 Hz et 550 Hz.

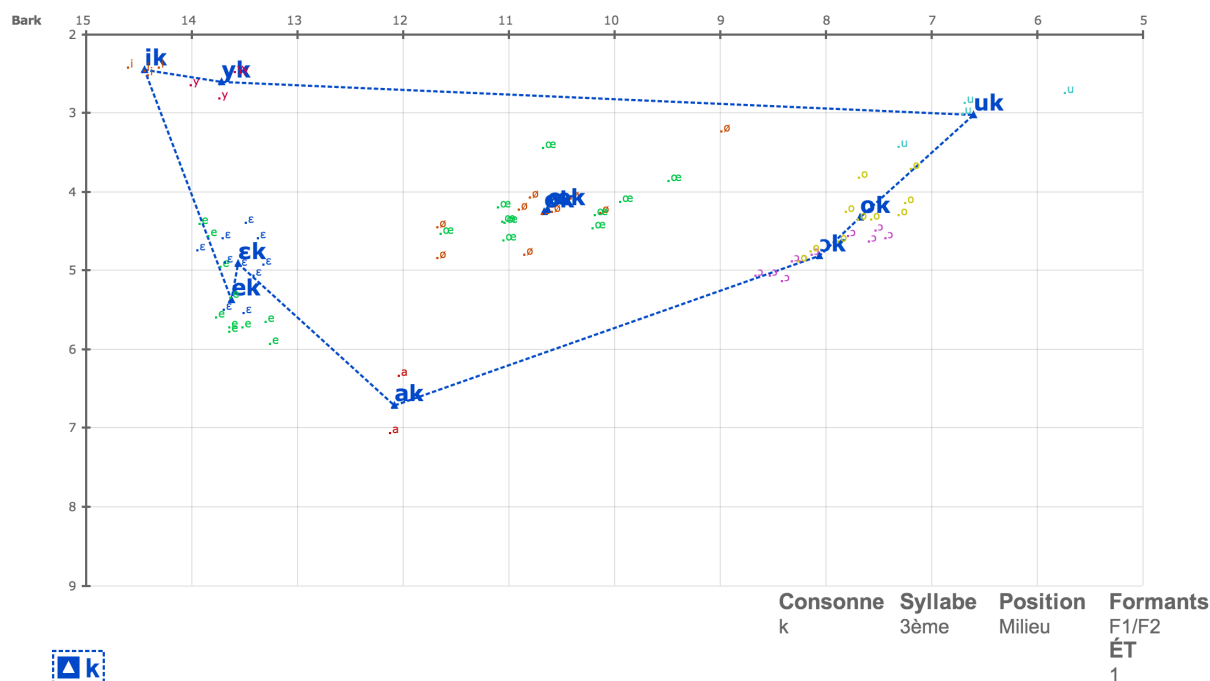


Figure 78 : Triangle F1/F2 (en Bark) des voyelles du français prononcées 10 fois par la locutrice T2 en syllabe finale kVk (valeur prise à la moitié de la durée vocalique). Notons que o et ə sont pour la plupart séparés sur le plan F1

BIBLIOGRAPHIE

- Boersma, P. and Weenink, D. (1992-2011). Praat: doing phonetics by computer, <http://www.praat.org>, Ed.
- Bohn, O. S. and Flege, J. E. (1990). Interlingual identification and the role of foreign language experience in L2 vowel perception. *Applied Psycholinguistics*, **11**, 303-328.
- Gendrot, C. and Adda-Decker, M. (2005). Impact of duration on F1/F2 formant values of oral vowels: an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German. *Interspeech*, pp. 2453-2456.
- Guion, S. G., Flege, J. E., Akahane-Yamada, R. and Pruitt, J. S. (2000). An investigation of current models of second language speech perception : the case of Japanese adult's perception of English consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, **107**.
- Hillenbrand, J., Clarke, C. M. and Nearey, T. M. (2001). Effects of consonant environment on vowel formant patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*, **109**, 748-763.
- Huckvale, M. (2009). VTDemo, University College London.
- Maeda, S. (1982). A digital simulation method of the vocal-tract system. *Speech Communication*, **1**, 199-229.
- Moore, B. C. J. and Glasberg, B. R. (1983). Suggested formulae for calculating auditory-filter bandwidths and excitation patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*, **74**, 750-753.
- Skarnitzl, R. and Volin, J. (2012). Referenční hodnoty vokálních formantů pro mladé dospělé mluvčí standardní češtiny. *Akustické listy*, **18**, 7-11.
- Stevens, K. N. and House, A. S. (1963). Perturbation of Vowel Articulations by Consonantal Context : An Acoustical Study. *Journal of Speech and Hearing Research*, **6**, 111-128.
- Vaissière, J. (2001). Changements de sons et changements prosodiques : du latin au français. *Revue Parole*, **17/18/19**, 53-88.
- Zwicker, E. and Fastl, H. (1990). *Psychoacoustics: Facts and Models*. Springer-Verlag, Berlin.

Perception et production des voyelles orales du français par des futures enseignantes tchèques de Français Langue Étrangère (FLE)

Résumé

Cette étude acoustico-perceptive concerne les limites de la perception et de la production des voyelles orales du français [i, e, ε, a, u, o, ɔ, y, ø, œ], en isolation et en contextes consonantiques divers, chez dix tchécophones, futures enseignantes de Français Langue Étrangère (FLE). Les résultats montrent que (1) La maîtrise phonétique des voyelles dépend de leurs graphies et de l'entourage consonantique. (2) Les voyelles fermées [i, y, u] et le [a] sont globalement maîtrisées avec authenticité. (3) Les capacités de perception des contrastes entre les voyelles moyennes e/ε, ø/œ et o/ɔ ainsi que leur production sont limitées. Ces résultats ne sont que partiellement en accord avec les prédictions établies à partir du Speech Learning Model (SLM) de Flege (1995), basé sur la notion de *similarité* phonétique qui existe entre la langue maternelle (LM) et la langue étrangère (LE).

Mots clés : *phonétique, acoustique, formants, coarticulation, perception, prononciation, voyelles, français, tchèque, Français Langue Étrangère (FLE), Speech Learning Model (SLM)*

Perception and Production of French Oral Vowels in Pre-Service Czech Teachers of French as a Foreign Language (FFL)

Abstract

This acoustic-perceptual study concerns the limits of perception and production of French oral vowels [i, e, ε, a, u, o, ɔ, y, ø, œ], in isolation and in different consonantal contexts, in ten pre-service Czech teachers of French as a Foreign Language (FFL). The results show that (1) Phonetic proficiency in vowels depends on their spellings and consonantal context. (2) Vowels [i, y, u] and [a] are generally mastered with authenticity. (3) The ability to hear contrasts between the vowels e/ε, ø/œ and o/ɔ and pronounce them is limited. These results are only partially consistent with the predictions established in the Speech Learning Model (SLM) by Flege (1995), based on the notion of phonetic *similarity* between the mother tongue (MT) and the foreign language (FL).

Keywords : *phonetics, acoustics, formants, coarticulation, perception, pronunciation, vowels, French, Czech, French as a Foreign Language (FFL), Speech Learning Model (SLM)*