



HAL
open science

L'opposition de voisement des occlusives orales du français par des locuteurs taiwanais

Simon Landron

► **To cite this version:**

Simon Landron. L'opposition de voisement des occlusives orales du français par des locuteurs taiwanais. Linguistique. Université Sorbonne Paris Cité, 2017. Français. NNT : 2017USPCA013 . tel-01577176v2

HAL Id: tel-01577176

<https://theses.hal.science/tel-01577176v2>

Submitted on 28 Aug 2017

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

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

COMUE Sorbonne Paris Cité
UNIVERSITE SORBONNE NOUVELLE – PARIS 3

ED268 : 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

Simon Landron

**L'opposition de voisement des occlusives orales du
français par des locuteurs taiwanais**

Thèse dirigée par
Madame Jacqueline Vaissière
et Monsieur Joël Bellassen

Soutenue le 24 janvier 2017

Jury :

Monsieur Joël BELLASSEN	Membre HDR de l'équipe de recherche PLIDAM-INALCO (Directeur)
Madame Margaret BENTO	Professeure des universités, Paris 5 Paris Descartes
Madame Yueh-chin CHANG	Professeure des universités, National Tsing Hua University (pré-rapporteur)
Madame Francine CICUREL	Professeure émérite, Paris 3 Sorbonne Nouvelle
Monsieur Willy SERNICLAES	Professeur honoraire, Université libre de Bruxelles (pré-rapporteur)
Madame Jacqueline VAISSIERE	Professeure émérite, Paris 3 Sorbonne Nouvelle (Directrice)

Résumé

Cette thèse traite de l'acquisition des occlusives sourdes /p t k/ et sonores /b d g/ du français par 11 locutrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé. La situation de Taïwan est qualifiée de diglossique, les locuteurs parlent généralement deux langues dont les principales sont le chinois mandarin et le taïwanais. Le chinois mandarin possède les occlusives /p t k p^h t^h k^h/ tandis que le taïwanais possède les occlusives /b g p t k p^h t^h k^h/. L'analyse acoustique des logatomes CVCVCVC où C=/b d g p t k/ et V=/a i u/ révèle une grande hétérogénéité entre les locutrices : les indices des natifs du français pour opposer entre sourdes et sonores sont parfois utilisés par les non-natifs, parfois non. On note l'influence du chinois mandarin. Un test de perception révèle une moins bonne discrimination des paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ en syllabe CV si V=/a/, comparé à /i u/. Ces résultats suggèrent une tendance générale chez ces auditrices à mieux discriminer les occlusives du français lorsque le VOT des sourdes est plus long et à ne pas tenir compte du VOT négatif des voisées. En perception, les indices pour discriminer les occlusives aspirées et non-aspirées du chinois mandarin semblent ainsi également être utilisés en français. Nous n'avons pas relevé de signe d'une influence du taïwanais, où l'opposition de voisement existe cependant.

Mots clés : *phonétique, acoustique, perception, prononciation, voisement, consonne occlusive, VOT, v-ratio, français, chinois mandarin, taïwanais, Français Langue Etrangère (FLE)*

Abstract

This dissertation deals with the acquisition of French voiceless stops /p t k/ and voiced stops /b d g/ by 11 Taiwanese intermediate or advanced learners of L2 French. The linguistic situation in Taiwan is described as diglossia. Most speakers speak two languages, mainly Mandarin Chinese and Taiwanese. Mandarin Chinese has plosives /p t k p^h t^h k^h/ while Taiwanese has /b g p t k p^h t^h k^h/. An acoustic analysis of CVCVCVC logatoms where C = /b d g p t k/ and V = /a i u/ shows important heterogeneity among speakers. The cues used by French native speakers to oppose voiceless and voiced stops are irregularly used by non-native speakers. The influence of Mandarin Chinese is noted. A perception test shows poorer discrimination among pairs of consonants (/b p/, /d t/ and /g k/) in CV syllable when V = /a/, as compared to /i u/. The results show that non-native listeners tend to, firstly, better discriminate the voiceless plosives of French when the VOT is longer and secondly, ignore the negative VOT of voiced stops. As regards perception, the cues used in Mandarin Chinese to discriminate between aspirated and non-aspirated stops consonants seem to be used in French too. No clue to the influence of Taiwanese has been found, although the opposition of voicing exists.

Keywords: *phonetics, acoustics, perception, pronunciation, voicing, stop consonant, VOT, v-ratio, French, Mandarin Chinese, Taiwanese, French as a Foreign Language (FLE)*

A mes grands-parents

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Madame Vaissière et Monsieur Bellassen de m'avoir dirigé pendant toutes ces années dans ce travail. Je les remercie pour leur grande disponibilité, leurs encouragements et leur souci de précision qui m'a permis d'accomplir ce travail.

Je suis très reconnaissant envers Céline Chang, Willy Serniclaes, Margaret Bento et Francine Cicurel d'avoir accepté de participer au jury de thèse. Je suis très honoré de leur présence.

Je remercie celle qui est devenue ma femme pendant ces années, malgré la thèse. Je la remercie pour sa patience et son soutien sans lesquels tout cela aurait été impossible.

Je remercie ma famille, mes parents pour leur confiance et leur aide (notamment dans la relecture), mes frères, Donatien pour sa présence quasi-quotidienne malgré la distance, Zec pour son incroyable capacité à mobiliser des locuteurs et des auditeurs et Sylvain parce que lui aussi y croyait plus que moi. Je remercie aussi Claude pour son écoute et ses conseils.

Je remercie tout particulièrement pour leur aide et leur amitié Nikola, Christelle, Jiayin, Takeki, Ahmad, Laurianne, Altijana, Hirofumi et tous ceux qui nous ont rejoint dans le « groupe didactique » et le travail avec PhoDiFLE. Je remercie aussi les doctorants de l'équipe du PLIDAM, et notamment Yohann avec qui nous partageons une passion pour Taïwan.

Je remercie tous les membres du laboratoire, et tout particulièrement Angélique pour son aide pour les scripts Matlab et Praat, mais aussi Nicolas, Coralie, Claire, Martine, Alexis et Cédric.

Je remercie tous mes évaluateurs, auditeurs et locuteurs, Angélique, Nadine, Céline, Catherine, Anne-Lise, Emmanuelle, Fanny A., Jennifer, Pauline, Clémence, Julie, Léa, Minerva, Hsin-Ying, Lingo, Xiaoyi, Meiling, Peiyin, Yujung, Yiwen (Xiaomi), Yuying, Yu-ching, Yuchun, Peiyun, Johanne, Ava, Nicolas, Claire, Tiffany, Benjamin, Benoît, Christelle, Claire, Donatien, Zec, Marie, Bastian, Camille, François, Héloïse, Jennifer, Mathilde, Maxime, Pierre, Pauline, Quentin, Sylvain, Fanny I., Damien, Julien, Laurianne, Michel, Poil, Yoyo, Alix, Hsing-Ping, Julie, Claire, Snow, Sonia, Min-Min, Nathalie. Merci d'avoir rendu ce travail possible.

Je remercie tout le personnel de l'Alliance Française, Yann Bouclet en particulier pour m'avoir donné la chance de travailler à l'Alliance française de Taïwan à Taipei, Hsing-Ping, Min-Min, Dora, Julie, et tous nos supers vacataires pour leur incroyable gentillesse et pour m'avoir libéré du temps pendant toutes ces sessions pour travailler la thèse, tous les autres enseignants Ludovic, Thierry, Juliette, Patricia, Zoé, Sonia, Philippe, Damien, Suli, Thomas, Jacob, pour nos discussions pédagogiques et autres, notre nouveau directeur Bruno Duparc pour m'avoir permis de libérer également du temps pour la soutenance et finalement bien sûr tous les étudiants dont certains ont d'ailleurs gentiment et avec enthousiasme participé aux tests.

Je remercie l'équipe du DFLE de Paris 3, Nikola pour m'y avoir introduit, mais aussi François Vanoosthuysse pour son aide et Fanny Auzéau et Sandrine Wachs pour leur participation.

Je remercie toutes les personnes de l'Université Catholique de Fujen qui m'ont aidé pendant cette année, notamment Laurence et Derek, Richard, mon tuteur pour son aide et nos discussions sur la phonologie du chinois ancien et du taïwanais et la conception des tests de perception en chinois et taïwanais, merci à Belle pour m'avoir conseillé dans les choix des cours, merci aux enseignants, Geneviève qui m'a guidé dans le musée National du Palais, Yves pour ses cours ☺, Manni Chu pour nos discussions sur la phonétique. Je remercie tous les étudiants, notamment ceux qui ont passé des tests de perception sur le chinois et le taïwanais (non utilisés ici) Cynthia, Félicia, Abbie, Vivian ou du département de français, Jocelyne, Eugénie, Séverine et toute la classe.

Je remercie tout le personnel de la bibliothèque de Paris 7, Diderot pour la super équipe de doctorants que nous étions et, eux aussi, pour leur participation aux enregistrements de PhoDiFLE.

Je remercie finalement mon grand ami Gérard pour ces trois premières années de thèse qu'il a vécu avec moi à Paris et Lingo, avec qui nous nous suivons entre Nantes, Paris et Kaohsiung depuis nos années de master, et dégustons les fameuses cerises à l'eau de vie de Gérard.

Merci à tous ceux qui ont partagé mon quotidien pendant ces années, à ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce travail, et à tous les lecteurs qui s'y intéresseront.

Table des matières

Liste des principaux sigles et abréviations	xvii
Présentation de l'Etude.....	1
Structure de l'étude	3
CHAPITRE I- Introduction générale : L'opposition de voisement des occlusives orales du français et l'enseignement – le cas de Taïwan	6
Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales.....	7
1. Le voisement dans la langue	7
2. Les consonnes occlusives	10
3. Le travail du larynx	13
4. La perception du voisement	30
5. Les indices du voisement	31
Chapitre 1 – Deuxième partie. Les particularités linguistiques des locuteurs taïwanais	40
1. Bref historique	41
2. Que désigne le « chinois mandarin » aujourd'hui ?	43
3. Récapitulatif terminologique	49
4. Description phonologique du chinois standard	50
5. Description phonétique des occlusives du chinois mandarin, du mandarin de Taïwan et du taïwanais	52
6. Les systèmes d'écriture	58
Chapitre 1. Troisième partie. L'apprentissage de l'opposition de voisement pour les occlusives orales du français à Taïwan	61
1. Les modèles phonétiques d'apprentissage de la prononciation de sons de langues étrangères.....	62
2. Les difficultés des apprenants sinophones dans la littérature.....	69
3. L'enseignement de la prononciation à Taïwan.....	82
Chapitre II– Etudes perceptives : identification des écarts en perception et en production d'auditeurs/locuteurs taïwanais	99
Chapitre 2. Première partie – Corpus et Locuteurs	100
1. Le français de référence	100
2. Les locuteurs.....	101
3. Le corpus PhoDiFLE.....	105
Chapitre 2. Deuxième Partie - Evaluation globale : le voisement en français, une difficulté comme une autre pour des locuteurs non-natifs d'origine taïwanaise ?.....	112

1. Méthode.....	112
2. Les locutrices	113
3. Choix des stimuli	114
4. Participants : les auditeurs experts	115
5. Résultats	115
6. Profil des locutrices concernant la prononciation en français.....	122
Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taïwanaises non-natives du français	124
1. Méthode.....	124
2. Les stimuli.....	126
3. Les auditeurs	136
4. Résultats	137
Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises	149
1. Les stimuli.....	149
2. Méthode pour le test de discrimination AX	153
3. Les auditrices	156
4. Résultats	159
Chapitre III- Etude des paramètres acoustiques du voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans les contextes vocaliques /a i u/ en positions initiale, intervocalique et finale de logatome	167
Chapitre 3. Première partie – Propriétés générales du corpus pour l’analyse des paramètres de voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	169
1. Processus de traitement des données.....	169
2. La position initiale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	170
3. Deuxièmes et troisièmes positions du logatome - positions intervocaliques.....	174
4. La position finale.....	175
Chapitre 3. Deuxième partie – VOT des occlusives /b d g p t k/	183
1. Procédure.....	183
2. Résultats globaux	187
3. Etude de l’influence de la voyelle sur le VOT des consonnes /b p d t g k/ produites par les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises	188
4. Comparaison des moyennes de VOT obtenues pour les occlusives françaises /b p d t g k/ en position initiale et en fonction de la voyelle en coarticulation par les locutrices françaises et taïwanaises	194

5. Comportements des locutrices françaises et taïwanaises dans la réalisation du VOT des occlusives /b p d t g k/	197
Chapitre 3. Troisième partie – La durée des consonnes et de l’occlusion	208
1. Procédure.....	208
2. Durée totale des occlusives sourdes et sonores	210
3. Durée de la phase d’occlusion.....	212
Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio	216
1. Procédure.....	217
2. Résultats Globaux.....	218
3. Comportements des locutrices.....	230
Chapitre 3. Cinquième partie – Mesures de v-pattern.....	256
1. Procédure.....	258
2. Mesures de v-pattern des occlusives des locutrices françaises en position intervocalique et finale du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$	261
3. Mesures de v-pattern des occlusives voisées des locutrices taïwanaises en position intervocalique	269
4. Mesures de v-pattern des occlusives voisées des locutrices taïwanaises en position finale du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$	275
5. Mesures de v-pattern des occlusives sourdes des locutrices taïwanaises en position intervocalique et en position finale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$	281
6. Mesure complémentaire du placement de la F0 : présence et absence de voisement sur le relâchement.....	285
Chapitre 3. Sixième partie – Durée de la voyelle précédant les occlusives /b d g p t k/.....	293
1. Procédure.....	293
2. Etude des deux groupes de locutrices : mesure de la durée des voyelles entre celles qui précèdent une consonne sourde ou celles qui précèdent une consonne voisée	294
3. Comportement des locutrices taïwanaises : produisent-elles des voyelles de durées différentes selon le type de consonne qui la suit (voisée/non-voisée) ?.....	295
4. Comparaison entre le rapport de durée des voyelles selon qu’elles précèdent une occlusive voisée ou sourde et les résultats de v-ratio	298
Chapitre 3. Septième partie – Mesure de la fréquence fondamentale au début de la voyelle suivante, en coarticulation avec la consonne.....	300
1. Quantification des occurrences exploitables	301
2. Les voyelles concernées	304
3. Mesures de F0 en début de voyelle, après les occlusives sourdes ou voisées.....	305
Chapitre 3. Huitième partie – Analyse de la voyelle précédente : mesures de F0	311

1. Quantification des occurrences exploitables.....	312
2. Les voyelles concernées.....	313
3. Mesures de F0 précédant les occlusives sourdes et sonores	314
CHAPITRE IV– Conclusion – Synthèse des résultats et discussion	323
1. Synthèse globale des analyses acoustiques	323
2. Synthèse des tests de perception	325
3. Profils des locutrices	327
4. Analyse et interprétation des difficultés rencontrées vis-à-vis de l’opposition de voisement par des apprenants sinophones.....	331
5. Maîtrise de l’opposition de voisement en français.....	333
6. L’usage des manuels	334
7. Limitations de cette étude et projets à venir.....	336
Glossaire.....	338
Bibliographie.....	340
ANNEXES	- 1 -
Document 1 : Bibliographie des manuels de FLE cités	- 1 -
Document 2 : Questionnaire natifs (PhoDiFLE).....	- 2 -
Document 3 : Questionnaire non-natifs (PhoDiFLE)	- 4 -
Document 4 : Texte lu du Corpus PhoDiFLE.....	- 5 -
Document 5 : Phrases lues du Corpus PhoDiFLE	- 6 -
Document 6 : Texte du <i>Powerpoint</i> d’entraînement à la tâche de lecture des voyelles isolées-	6
-	
Document 7 : Texte du <i>Powerpoint</i> d’entraînement à la tâche de lecture des logatomes	- 7 -
Document 8 : Texte du <i>Powerpoint</i> d’entraînement à la tâche de lecture du texte et des phrases	- 12 -
Document 9 : Script Praat utilisé pour l’analyse des différents paramètres du voisement...-	13 -
Document 10 : lignes du script pour le calcul du v-ratio	- 25 -
Document 11 : Tableau des stimuli par locutrice taïwanaise pour le test d’identification proposés à 10 auditeurs natifs du français	- 26 -
Document 12 : liste des stimuli pour le test d’identification AX proposé à 10 auditeurs taïwanais.....	- 27 -
Document 13 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taïwanaises en position initiale pour le test d’identification par 10 auditeurs natifs.....	- 28 -
Document 14 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taïwanaises en position intervocalique pour le test d’identification par 10 auditeurs natifs.....	- 37 -

Document 15 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaises en position finale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs.....	- 46 -
Document 16 : Chapitre 2 – troisième partie : tableaux statistiques pour l'analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaises non-natives du français	- 56 -
Document 17 : Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaises non-natives du français : L'effet combiné de la position prosodique et de la voyelle.....	- 59 -
Document 18 : Spectrogrammes des 36 stimuli produits par des locutrices françaises et retenus pour le test de discrimination AX effectué par 10 auditrices taiwanaises.....	- 71 -
Document 19 : tableaux pour Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises	- 74 -
Document 20 : tableaux pour Chapitre 3. Première partie – Propriétés générales du corpus pour l'analyse des paramètres de voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	- 77 -
Document 21 : Tableaux pour Chapitre 3. Deuxième partie – VOT des occlusives /b d g p t k/ -	80 -
Document 22 : Etude complémentaire : Quantification des occurrences avec présence ou absence d'un relâchement facilement segmentable.....	- 87 -
Document 23 : Tableaux pour Chapitre 3. Troisième partie – La durée des consonnes et de l'occlusion	- 89 -
Document 24 : Etude complémentaire : Mesures indicatives de débit lors de la production des logatomes.....	- 92 -
Document 25 : Etude complémentaire : Durée totale de la consonne : différence entre les deux groupes : natives et non-natives (position 2).....	- 93 -
Document 26 : Etude complémentaire : Durée totale des occlusives /b d g p t k/ : comparaison entre les locutrices	- 94 -
Document 27 : Etude complémentaire : Durée de la phase d'occlusion : différence natives/non-natives	- 102 -
Document 28 : Tableaux et graphiques pour le Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio -	104 -
Document 29 : Tableaux pour le Chapitre 3. Cinquième partie – Mesures de v-pattern... -	121 -
Document 30 : Tableaux pour le Chapitre 3. Sixième partie – Durée de la voyelle précédant les occlusives /b d g p t k/	- 122 -
Document 31 : Tableaux pour le Chapitre 3. Septième partie – Mesure de la fréquence fondamentale au début de la voyelle suivante, en coarticulation avec la consonne.....	- 125 -
Document 32 : Tableaux pour le Chapitre 3. Huitième partie – Analyse de la voyelle précédente : mesures de F0	- 129 -
Document 33 : Tableaux pour le CHAPITRE IV– Conclusion – Synthèse des résultats.. -	134 -
1. Synthèse des résultats par locutrice taiwanaise.....	- 137 -

2. Classement par paramètre	- 144 -
3. Classement des locutrices	- 146 -
Liste des tableaux	- 148 -
Liste des figures	- 159 -
Liste des graphiques	- 163 -

Liste des principaux sigles et abréviations

FR : français

TW : taïwanais

R.P.C. : République Populaire de Chine (Chine continentale)

R.O.C. : République de Chine (Républic Of China), nom officiel de Taïwan

C : consonne

V : voyelle

VOT : Voice Onset Time : délai d'établissement du voisement, se mesure en millisecondes (ms)

v-ratio : taux de voisement durant la consonne, se mesure en pourcentage (%)

v-pattern : taux de voisement (%) à différents moments de la consonne : début, (milieu) et fin

F0 : fréquence fondamentale, inverse de la période, se mesure en Hertz (Hz)

F1 : premier formant, se mesure en Hertz (Hz)

API : Alphabet Phonétique International

L1 / LM : langue première / langue maternelle

L2 : langue seconde

LocXt/ LocXf : code des locutrices taïwanaises et françaises (avec leur numéro X de 1 à 11/12)

FLE : Français Langue Etrangère

PhoDiFLE : pour « Phonétique Didactique du Français Langue Etrangère » (nom du corpus)

SLM : Speech Learning Model : Modèle d'Apprentissage de la Parole de Flege (1995)

PAM / PAM-L2 : Perceptual Assimilation Model : Modèle d'Assimilation Perceptive de Best (1995) et en L2 de Best et Tyler (2007)

NLM : Native Language Magnet : Modèle de Kuhl et Iverson (1995) basé sur la théorie de l'aimant perceptif (théorie perceptive du prototype)

Présentation de l'Etude

Nous nous intéressons dans notre thèse à l'acquisition des occlusives sourdes et sonores du français par des locutrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé, en Français Langue Etrangère (FLE). Enseignant depuis 2004 à Taïwan, d'abord en stage de maîtrise (devenue Master cette année-là) du ministère des Affaires Etrangères à l'Institut Wenzao des langues Etrangères (aujourd'hui université), nous avons dès lors été confronté aux spécificités de ce public, et nous nous sommes notamment intéressé à la prononciation de ces apprenants. Nous avons depuis enseigné le français Langue Etrangère (FLE) à Taïwan : à l'Alliance Française de Kaohsiung, à l'Université Catholique de Fujen, au centre de langue de l'Université Nationale Normale de Taïwan (NTNU, Shida), ou en dehors comme à l'Université Paris 3, Sorbonne Nouvelle, pour le département de Didactique du Français Langue Etrangère (DFLE), nous enseignons aujourd'hui à l'Alliance Française de Taïwan à Taipei et nous sommes également examinateur pour les épreuves de DELF/DALF¹ et du TCF².

Plutôt que de proposer une approche pour enseigner la prononciation à Taïwan, cette thèse vise d'abord à comprendre les difficultés de prononciation de ce public particulier, assez difficile à définir a priori étant donné la situation de diglossie (Saillard, 2003) qui s'y trouve. En plus du mandarin de Taïwan, la majorité des Taïwanais parle en effet le taïwanais (variété du minnan), ou une des nombreuses autres langues présentes sur l'île.

Nous avons voulu dans cette thèse nous intéresser à la plus grande difficulté de ces apprenants au niveau de la prononciation et nous avons de la sorte d'abord cherché à la définir, via une évaluation générale de nos apprenants dans un test d'évaluation proposé à des auditeurs experts (deuxième chapitre de cette thèse). Il en est ressorti que parmi toutes les difficultés le /R/³ français et le voisement étaient les principales difficultés.

La difficulté à réaliser le voisement par des locuteurs sinophones est bien connue, mais peut être une surprise pour des locuteurs taïwanais. En effet, l'opposition de voisement n'est pas absente du système phonologique du taïwanais. Ainsi, comment expliquer que ces locuteurs, qui possèdent pour la plupart l'opposition de voisement dans une de leurs langues maîtrisées, aient des difficultés avec l'opposition de voisement en français ? Le chinois mandarin peut certes en être la cause, mais la maîtrise du taïwanais ne peut-elle pas à un moment donné aider ces apprenants ? Nous nous sommes ainsi intéressé à des locuteurs taïwanais de niveau intermédiaire à avancé pour observer en quoi cette difficulté pouvait être persistante. Nos locuteurs sont en fait des locutrices puisque nous avons cherché à obtenir une certaine homogénéité de notre groupe, et que par ailleurs, la grande majorité des apprenants du français à Taïwan sont des apprenantes.

¹ Diplôme d'Etude en Langue Française et Diplôme Approfondi de Langue Française ; Diplômes officiels du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche et proposés par le Centre International d'Etudes Pédagogiques (CIEP) : <http://www.ciep.fr/delf-dalf>

² Test de Connaissance du Français ; test de français proposé par le CIEP : <http://www.ciep.fr/tcf>

³ Nous utilisons le signe « R » majuscule, ne faisant pas partie de l'API, pour représenter le « R » français sans distinction des différentes réalisations allophoniques.

Nous ne nous sommes pas limité à une comparaison des systèmes phonologiques pour notre étude, mais nous avons voulu analyser en détail les réalisations des locuteurs taïwanais. Nous avons ainsi analysé différents indices acoustiques associés au voisement : le VOT (*Voice Onset Time*, le délai d'établissement du voisement), le taux de voisement durant la consonne (ou v-ratio), le pourcentage de voisement à différents moments de la consonne (ou v-pattern), la présence de périodicité du signal lié aux vibrations des plis vocaux au moment du relâchement, la durée de l'occlusion, la durée de la voyelle précédente, la valeur de la FO au début de la voyelle suivante ou en fin de voyelle précédente. Ces éléments ont été analysés dans un contexte contrôlé de logatomes de type CVCVCVC où C = /b d g p t k/ et V = /a i u/.

Nous avons également effectué des tests de perception d'abord avec des natifs pour évaluer la qualité des consonnes produites par les non-natives, puis avec des auditeurs taïwanais pour tester leur faculté de discrimination des occlusives françaises pour les paires /b p/, /d t/ et /g k/.

La diversité de nos résultats concernant les indices acoustiques a mis en évidence la nécessité de s'intéresser au profil de chaque locutrice non-native, ne pouvant dégager de véritables tendances générales. Notre groupe de locutrices n'est pas homogène et nous avons observé des écarts importants entre les locutrices réalisant du prévoisement lors de la réalisation des occlusives voisées et celles n'en produisant pas. Au niveau de l'ensemble des indices, nous avons observé une tendance à ce que les locutrices qui prévoisent les consonnes voisées fassent également des distinctions pour les autres indices et inversement, mais avec des exceptions.

Au niveau perceptif, sur un groupe différent d'auditrices, nous avons observé globalement une moins bonne discrimination lorsque la consonne est en coarticulation avec la voyelle /a/ que pour les voyelles /i u/. Les différents éléments de nos analyses en perception et en production nous ont confirmé l'utilisation par certaines locutrices des catégories du chinois mandarin dans la discrimination des occlusives sourdes ou voisées du français, et la nécessité de s'intéresser aux différentes réalisations allophoniques, et donc à la voyelle suivante ou à la position prosodique de la consonne (début, milieu et fin de logatome). Ainsi, plutôt que d'assimiler toutes les occlusives sourdes du français à une catégorie du chinois mandarin, une certaine distinction est faite entre les consonnes sourdes coarticulées avec des voyelles fermées /i u/ et celles coarticulées avec la voyelle ouverte /a/. Les consonnes sourdes coarticulées avec la voyelle /a/ sont ainsi confondues avec les occlusives voisées du français. La catégorie des occlusives sourdes du français est ainsi réinterprétée entre la catégorie des occlusives sourdes aspirées du chinois mandarin et la catégorie des occlusives sourdes non aspirées. Une distinction allophonique du français correspondant à une opposition phonologique du chinois mandarin (aspiration) est utilisée pour interpréter les sons du français.

Ces résultats ne s'appliquent pas à toutes les locutrices, certaines ayant au contraire produit ces indices comme des natives, même mieux marqués, ou ayant une bonne discrimination des occlusives sourdes ou voisées. Nous n'avons cependant pas relevé d'influence du taïwanais dans ces résultats. Au contraire, la durée d'exposition à la langue est apparue comme un facteur important, mais cependant pas toujours décisif, dans ces résultats. Un

approfondissement avec d'autres types de tâches, comme en parole spontanée, s'impose pour préciser nos résultats.

Structure de l'étude

La première partie du chapitre 1 détaille la réalisation du voisement en français et l'aspiration en chinois mandarin. Le voisement et l'aspiration sont tous les deux produits au niveau du larynx et font intervenir une configuration spéciale des plis vocaux. Pour réaliser le voisement en français, les plis vocaux doivent être mollement resserrés et la pression trans-glottique doit être positive. Nous nous intéressons ainsi dans notre thèse aux différents indices acoustiques qui concernent le voisement en français.

La deuxième partie du chapitre 1 présente les deux principales langues parlées par les Taïwanais : le mandarin de Taïwan et le taïwanais. Le mandarin de Taïwan est une variété de « chinois » dont la norme est le *guoyu* qui se distingue de par son histoire de la norme utilisée en Chine continentale (République Populaire de Chine, ou désormais R.P.C.) appelée *putonghua*. Les différences n'en font cependant pas des langues différentes. Le terme de « chinois » n'étant pas assez précis, nous parlerons de « chinois standard » pour faire référence à la norme, de *putonghua* pour la norme de R.P.C. et de *guoyu* pour la norme de Taïwan. Nous parlerons de « chinois mandarin » pour les différents parlers relatifs à cette norme, et de « mandarin de Taïwan » pour le parler spécifique à Taïwan. Ce dernier est fortement influencé par la seconde langue parlée à Taïwan, appelée parfois *minnan*, *holo*, *hoklo*, et que nous appellerons désormais le taïwanais. L'influence de ce dernier ne concerne cependant pas la réalisation des occlusives en chinois mandarin, bien que les systèmes phonologiques soient différents. Le chinois standard possède l'opposition d'aspiration pour les occlusives, tandis qu'en taïwanais existent à la fois l'aspiration et le voisement. Nous détaillons ainsi les caractéristiques des consonnes de ces deux langues. Nous parlons également des systèmes d'écritures qui peuvent influencer l'apprentissage de langues étrangères.

La troisième partie du chapitre 1 présente différents modèles et observations sur la réalisation du voisement des apprenants sinophones en langues étrangères : en anglais et en français. La réalisation et la perception de l'opposition de voisement des occlusives du français posent problème chez ces apprenants, ceci étant notre constatation de départ. Ce que nous apportent les différents modèles de prédiction tels que les modèles SLM (Speech Learning Model, Flege, 1993, 1995), PAM-L2 (Perceptual Assimilation Model for L2 learners, Best et Tyler, 2007), ou encore NLM (Native Language Magnet, Kuhl et Iverson, 1995), c'est d'abord que l'on ne peut pas se limiter à une analyse phonologique des langues pour comprendre les difficultés de prononciation des apprenants. Il est important d'entrer dans une description phonétique et articulatoire de ces sons. La perception est présentée comme l'élément fondamental pour l'essentiel de ces théories. Différentes hypothèses peuvent à ce moment être posées :

<p>Nous posons l'hypothèse 1) que le contraste de voisement entre les occlusives sourdes et voisées du <i>français</i> de même lieu d'articulation ne sera pas perçu par les locutrices/auditrices d'origine taïwanaise, et /b d g p t k / seront toutes phonétiquement assimilées aux occlusives sourdes non-aspirées du <i>mandarin de Taiwan</i> ou que 2) les occlusives voisées du français</p>
--

seront perçues et produites comme des occlusives sourdes non aspirées et que les occlusives sourdes seront produites comme des occlusives aspirées.

Nous passons en revue différentes études en français et en anglais sur la prononciation d'apprenants sinophones en général et taïwanais en particulier et montrerons les processus qui amènent l'anglais à être également source d'interférence pour l'apprentissage du français.

Ceci nous amène à présenter l'enseignement de la prononciation à Taïwan, en observant d'abord les cadres dans lesquels le français peut être enseigné, puis en nous intéressant plus spécifiquement aux manuels qui sont utilisés à Taïwan, et plus particulièrement la place qui est accordée à l'opposition de voisement pour les trois paires de consonnes du français : /b p/, /d t/ et /g k/.

Notre deuxième chapitre présente le corpus utilisé pour nos analyses et plus largement le corpus PhoDiFLE que nous avons créé avec d'autres chercheurs du laboratoire LPP (Laboratoire de Phonétique et Phonologie) dans le but de travailler sur des données comparables relatives à la prononciation du français de locuteurs d'origines différentes. Ce chapitre présente également différents tests de perception.

La première partie du chapitre 2, présente ainsi notre corpus ainsi que les locutrices l'ayant enregistré. 11 locutrices françaises et 11 (+1) locutrices taïwanaises ont ainsi enregistré l'ensemble des tâches de PhoDiFLE.

Dans le chapitre 2, deuxième partie, nous présentons un test d'évaluation proposé à 5 évaluateurs experts pour déterminer les erreurs principales de prononciation des 12 locutrices taïwanaises pour une minute chacune de parole spontanée. Il ressort de ces évaluations que le voisement et la prononciation du /R/ sont les deux principaux éléments que ces évaluateurs ont jugés prioritaires.

Dans la troisième partie du chapitre 2, un nouveau test perceptif vise à vérifier la qualité des occlusives produites par les locutrices taïwanaises en français. Nous avons cette fois-ci sélectionné des stimuli dans un corpus de logatomes en position initiale, intervocalique et finale, en distinguant les occlusives voisées réalisées avec un prévoisement, des occlusives voisées phonologiquement mais sans prévoisement phonétiquement et les occlusives sourdes phonétiquement et phonologiquement. Pour chaque position prosodique, 10 évaluateurs natifs ont répondu à un test d'identification. Les résultats montrent que les occlusives voisées phonétiquement et phonologiquement ou les occlusives sourdes phonétiquement et phonologiquement sont bien reconnues par les natifs. Néanmoins, les occlusives voisées phonologiquement mais sourdes phonétiquement ont obtenu des résultats intermédiaires, donc ni totalement identifiées comme des sourdes, ni comme des voisées. Ainsi, d'autres indices que la présence de fréquence fondamentale doivent avoir été produits. Néanmoins, ces indices ne sont pas toujours suffisants pour une bonne identification, ce qui confirme l'évaluation précédente.

La quatrième partie du chapitre, présente un test de discrimination proposé à des auditrices taïwanaises à partir de stimuli de consonnes occlusives françaises produites et attestées par des

natifs du français. Les résultats ont montré des différences entre les locutrices, mais néanmoins la tendance à ce que les consonnes soient moins bien discriminées dans un contexte vocalique /a/ que dans les contextes vocaliques /i u/. Ce résultat a mis en évidence que les auditrices taïwanaises utilisent des distinctions allophoniques des consonnes sourdes françaises pour catégoriser en fonction des distinctions phonologiques du chinois mandarin. Des consonnes de la même catégorie phonologique du français sont perçues différemment en fonction de la voyelle en coarticulation.

Le chapitre 3 contient les analyses acoustiques de différents indices du voisement. Les consonnes C= /b d g p t k/ produites en coarticulation avec les voyelles V= /a i u/ dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ sont analysées dans les différentes positions et dans les différents contextes vocaliques. Ces résultats nous ont permis de dresser des profils de locutrices : natives tout d'abord, puis des non-natives et d'envisager différents niveaux d'interlangue pour chacune d'elles.

La première partie du chapitre 3, présente les différentes caractéristiques du corpus dont il a fallu prendre compte pour l'analyse des indices mentionnés. Nous avons ainsi défini les trois positions prosodiques du corpus : la position initiale que nous avons voulu post-pausale, la position intervocalique, accentuée ou non, et la position finale, pré-pausale ou non, et pour laquelle nous avons évalué le statut du schwa final.

Les deuxième, quatrième et cinquième parties de ce même chapitre analysent successivement différents indices liés à la vibration des plis vocaux, respectivement le VOT, le v-ratio et le v-pattern. Le chapitre 3, troisième partie, analyse la durée des consonnes et de la phase d'occlusion, la durée de la consonne étant importante pour interpréter les données de v-ratio et de v-pattern. Ces chapitres mettent en évidence que la moitié des locutrices ne prévoise pas les occlusives voisées du français. Les consonnes partiellement voisées le sont d'abord en début de consonne pour les deux groupes de locutrices, ceci concernant cependant surtout les occlusives sourdes des natives, alors que pour les non-natives sans prévoisement, ceci se vérifie sur les sourdes et les sonores. Pour autant, trois non-natives obtiennent des différences significatives de VOT alors même que leurs VOT sont positifs. Une locutrice avec des VOT positifs ne distingue pas ainsi les occlusives sourdes et sonores du français. Cette dernière ne semble ni utiliser les catégories de sa L1 ni celles du français pour opposer sourdes et sonores du français.

Les sixième partie, septième partie et huitième partie analysent des indices du voisement autres que ceux correspondant à la stricte vibration des plis vocaux durant la consonne, respectivement la durée de la voyelle précédente, et les valeurs de F0 au début de la voyelle suivante et en fin de voyelle précédente. Excepté le dernier indice, ces indices sont assez systématiquement présents pour distinguer sourdes et sonores chez les natives. Les indices sont également présents chez trois locutrices taïwanaises ayant également des taux élevés de voisement, ce qui les rend très similaires aux natives. Leur utilisation est plus aléatoire, sinon absente chez les autres.

Nous proposons finalement dans le chapitre 4 une synthèse générale et une conclusion.

CHAPITRE I- Introduction générale : L'opposition de voisement des occlusives orales du français et l'enseignement – le cas de Taïwan

Nous étudions dans ce premier chapitre les caractéristiques du voisement en général et en français en particulier. Nous présentons également les caractéristiques langagières des apprenants taïwanais en présentant les principales langues qu'ils connaissent avant le français : le mandarin de Taïwan, le taïwanais et la première langue étrangère apprise : l'anglais.

En français, les sourdes /p t k/ sont non-aspirées phonétiquement et la tenue des voisées /b d g/ est accompagnée des vibrations des plis vocaux. Ces deux groupes de consonnes s'opposent par le trait de voisement. Elles sont transcrites phonologiquement /p t k b d g/. Au contraire, en *mandarin de Taïwan* les occlusives sourdes non-aspirées /p t k/ s'opposent aux occlusives sourdes aspirées /p^h t^h k^h/ par le trait de l'aspiration.

Le public taïwanais est un public sinophone particulier car, si comme beaucoup d'autres sinophones les locuteurs taïwanais sont généralement bilingues, la seconde langue la plus parlée, le *taïwanais*, comme nous l'appellerons (sinon *holo*, *hoklo*, *minnan...*), possède dans son système phonologique deux occlusives voisées non-aspirées /b g/, les occlusives sourdes non aspirées /p t k/ et les occlusives orales sourdes aspirées /p^h t^h k^h/. Ces huit consonnes sont transcrites phonologiquement /b g p t k p^h t^h k^h/. Nous y trouvons donc à la fois les oppositions de voisement et d'aspiration. Sa structure syllabique cependant fait de ses locuteurs des locuteurs particulièrement intéressants dans les études d'apprentissage de langues étrangères (pour le voisement) car toutes les oppositions sont neutralisées pour les occlusives en position finale : seules les occlusives /p t k/ sourdes non aspirées y sont possibles.

Ensuite, à partir de ces informations et des principaux modèles de prédiction des difficultés que vont rencontrer les apprenants d'une langue d'origine donnée, à savoir les modèles SLM (Speech Learning Model, (Flege, 1995)), PAM-L2 (Perceptual Assimilation Model for L2 learners, (Best et Tyler, 2007)), ou encore NLM (Native Language Magnet, (Kuhl et Iverson, 1995)), nous présentons nos hypothèses quant aux difficultés que vont rencontrer ces apprenants en français. Nous faisons ainsi l'hypothèse que les locutrices taïwanaises ne distingueront pas les occlusives sourdes et sonores du français et les assimileront à une seule catégorie du mandarin de Taïwan : les occlusives sourdes non aspirées.

Nous compléterons cette partie théorique par l'observation des manuels de FLE utilisés à Taïwan et notamment de la place que prend l'opposition de voisement des occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ dans ces manuels.

Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales

Le voisement est utilisé dans toutes les langues, de façon distinctive ou non. En français il permet notamment d'opposer les occlusives /b d g/ aux /p t k/. Une telle différence n'existe pas en mandarin de Taïwan : l'opposition est celle d'aspiration entre /p t k/ et /p^h t^h k^h/.

Articulatoirement, le voisement et l'aspiration font intervenir le larynx, le voisement nécessitant un certain relâchement et l'aspiration une certaine tension. La vibration des plis vocaux nécessite une différence de pression trans-glottique suffisante, un accolement « mou » des plis vocaux et un relâchement suffisant des muscles concernés. La vibration peut être empêchée par une trop grande tension. Une occlusion totale au niveau supraglottique bloque le passage de l'air, augmente la pression supraglottique et diminue la pression trans-glottique et défavorise le voisement : il est moins facile de voiser un /b/ qu'un /m/. Une articulation antérieure permet une augmentation du volume des cavités supra-glottiques, donc une diminution de la pression buccale et favorise le voisement : il est plus facile de voiser un /b/ qu'un /d/. Le voisement correspond à un relâchement de la tension et sera favorisé dans les positions prosodiques dites faibles, après l'accent ou à l'intervocalique. L'aspiration correspond à une tension et sera favorisée dans les positions prosodiques dites fortes, la position initiale de mot et l'accent.

Un son peut être analysé acoustiquement au travers de différents indices. Le VOT (Voice Onset Time) mesure la durée entre le relâchement et le départ de voisement. Les vibrations des plis vocaux se traduisent par l'apparition sur le spectrogramme de basses fréquences (la « barre de voisement »). Des indices comme le v-ratio (pour le taux de voisement) ou le v-pattern (pour étudier la répartition du voisement sur la consonne) ont été proposés. Les durées de l'occlusion, de la consonne, de la voyelle précédente, ou bien des mesures de fréquence fondamentale (F0) ou du premier formant (F1) permettent parfois d'objectiver des différences entre consonnes sourdes et sonores. Ces indices, selon les contextes ou la langue d'origine des auditeurs, peuvent avoir des poids perceptifs différents.

Le voisement est un sujet en phonétique étudié, décrit, analysé dans de nombreuses langues, et faisant l'objet de tant de mémoires et de thèses qu'il est devenu impossible de le présenter d'une façon qui soit vraiment originale. Il est même devenu difficile d'être vraiment exhaustif sur le sujet. Notre objet se situe plutôt dans une comparaison interlangue de ce phénomène et s'intéresse à ce qui se passe lorsque des locuteurs d'une langue qui ne l'utilise pas (mandarin de Taïwan) s'expriment dans une langue qui l'utilise (le français). Aussi, nous présentons simplement dans cette partie les points essentiels pour situer le voisement dans une perspective plus globale, avec les enjeux qu'une telle analyse soulève.

1. Le voisement dans la langue

a. Le voisement dans les langues du monde

L'Alphabet Phonétique International (API) propose 106 symboles différents, incluant 78 consonnes et 28 voyelles, et des signes diacritiques. Ces symboles peuvent indifféremment être utilisés pour des descriptions fines de réalisations phonétiques (symboles phonétiques) ou des analyses phonologiques des langues (dans quel cas, un même symbole phonologique pourra regrouper des réalisations phonétiques différentes ou allophones).

Même s'il est impossible d'obtenir le nombre exact de l'ensemble des sons existants dans les langues du monde – dans la mesure où il faudrait être certain qu'il n'existe pas une langue où certains sons peuvent être distinctifs alors qu'ils ne le sont pas dans les langues connues des analystes – Ladefoged (2001) estime qu'il pourrait exister autour de 600 consonnes et 200 voyelles.

En ce qui concerne l'opposition de voisement, le tableau de l'API propose 18 paires sans diacritiques : /p, b/, /t, d/, /t̥, d̥/, /c, ɟ/, /k, g/, /q, ɢ/, /p̥, β/, /f, v/, /θ, ð/, /s, z/, /ʃ, ʒ/, /ç, ʝ/, /x, χ/, /ɸ, β̥/, /h, ɦ/ et /t̪, ɟ̪/, où la première représente la composante sourde et la seconde la composante voisée.

Dans une analyse phonologique, il faut cependant noter que certains de ces sons peuvent exister dans des langues sans leur contrepartie voisée/non-voisée. Il se peut en effet que l'opposition de voisement n'y soit pas présente, ou bien tout simplement que le son correspondant soit absent de l'inventaire phonémique de cette langue.

En français, deux types de consonnes sont concernés par l'opposition de voisement : les occlusives /b, d, g, p, t, k/ et les fricatives /v, z, ʒ, f, s, ʃ/. Les premières se caractérisent par une occlusion totale de l'appareil phonatoire à un point donné, tandis que les secondes se caractérisent par une obstruction partielle de l'appareil phonatoire, produisant un bruit de friction.

Les occlusives non-voisées /p, t, k/ sont les consonnes les plus fréquentes dans les langues du monde.

« Some consonants occur more frequently than others. The most common are the voiceless stops. About 98 percent of the world's languages have the three voiceless stops p, t, k, and every known language has sounds similar of two of these three. »
(Ladefoged, 2001).

Plus largement, les occlusives orales /p, b, d, t, k, g/ sont parmi les 22 consonnes les plus fréquentes dans les langues du monde (Vaissière, 2006).

Ces chiffres, issus d'études phonologiques, ne rendent pas compte de la grande variabilité de réalisation de ces sons. Il est très probable que des locuteurs de langues différentes ne s'accordent pas sur l'identification d'un de ces phonèmes produit dans une langue donnée. Les paramètres de production et les critères d'identification des sons varient en effet entre les langues. Si dans une perspective phonologique il peut être intéressant d'identifier les éléments communs entre les langues afin d'obtenir une description universelle, une approche qui vise à la bonne production d'un son dans une langue étrangère doit s'intéresser certes aux ressemblances, mais aussi aux différences entre ces langues afin de mieux comprendre les mécanismes à mettre en place chez l'apprenant et pour pouvoir le guider dans cet apprentissage.

b. Le larynx – la source du voisement

Le voisement provient d'un phénomène articuloire au niveau du larynx : la vibration des plis vocaux. Cette vibration est également à la source de tous les sons périodiques ou quasi-périodiques de la langue.

« The quasiperiodic modulation of the respiratory airstream by the vibrations of the [vocal folds] provides the primary source of energy for the production of voiced sounds and this process is called phonation. » (Vaissière, 1997)

« Tous les sons voisés ont pour origine le bourdonnement glottal, produit par les vibrations des plis vocaux » (Vaissière, 2006).

Le son généré par les plis vocaux (et les bruits, comme les bruits d'aspiration) est ensuite filtré par le conduit vocal pour produire les différents timbres.

« The acoustics of speech production is based on the concept of a source and a filter fonction – in a more general sense a raw material and a sound shaping process. In current models the source of voiced sounds is represented by a quasiperiodic succession of pulses of air emitted through the glottis, as the vocal cords open and close, and the filter function is assumed to be linear and short time invariant. » (Fant, 1982)

Tous les sons de la langue ne sont pas voisés. Ceux qui ne le sont pas ont des sources non voisées, des sources de bruits.

« Il y a aussi d'autres sources, non voisées (ou non périodiques), situées au niveau de la glotte ou dans les cavités supraglottiques : bruit d'explosion au relâchement des consonnes occlusives, bruit de friction, d'aspiration... » (Vaissière, 2006)

Toutes les langues ont des sons voisés et utilisent la vibration de plis vocaux pour produire ces sons. La vibration des plis vocaux est donc phonétiquement présente dans toutes les langues. Cependant, la proportion entre les sons voisés et non voisés est variable selon les langues. En français, selon Catford (1977) 78% des phonèmes sont voisés. En anglais, selon le même auteur, il n'y en a que 72% et en chinois de Pékin seulement 57%.

Le voisement correspond originellement à un phénomène articuloire. Il est donc nécessaire d'entrer dans des considérations phonologiques pour comprendre les processus d'opposition qu'il génère.

c. Les oppositions phonologiques

La présence ou l'absence de voisement sur un son n'est pertinente que si deux sons de même configuration supraglottique, l'un en ayant et l'autre non, permettent de distinguer des mots dans la langue. L'étude du voisement d'un son, en tant que phénomène discriminant relève de la phonologie.

Un son voisé peut exister sans un équivalent non voisé. Le /R/ français peut être voisé ou non sans que cela ne génère la moindre différence pour le mot. Il s'agit d'allophones.

« Par contenu phonologique nous entendons l'ensemble des traits phonologiquement pertinents d'un phonème, c'est-à-dire les traits qui sont communs à toutes les variantes de ce phonème et qui le distinguent de tous les autres phonèmes de la même langue, en particulier des phonèmes le plus étroitement apparentés. » (Troubetzkoy, N. S., 1939, traduit par J. Cantineau 1949, réédition de 1967)

Chaque phonème contient une combinaison de traits qui permet de le distinguer de tous les autres.

« le phonème coïncide, non pas avec une image phonique concrète, mais seulement avec les particularités phonologiquement pertinentes de cette image » ;
« Ces sons du langage ne sont jamais les phonèmes eux-mêmes, puisqu'un phonème ne peut contenir aucun trait qui ne soit pas phonologiquement pertinent, ce qui est impossible pour un son du langage effectivement produit. Les sons concrets qui figurent dans le langage sont plutôt de simples symboles matériels des phonèmes. » (Troubetzkoy, N. S., 1967).

Ainsi, si un son est produit voisé, mais que cette particularité ne le distingue d'aucun autre son de la langue, alors le voisement n'entrera pas dans la description phonologique de ce son. Si de la même façon aucun son de la langue n'est opposé à un autre par ce trait, alors ce trait sera simplement absent de la description phonologique de la langue.

2. Les consonnes occlusives

Nous nous intéressons dans cette partie aux consonnes occlusives et plus particulièrement celles du français, les consonnes /b d g p t k/.

a. Caractériser les occlusives

Les consonnes occlusives se caractérisent par une obstruction complète dans le conduit vocal.

« les consonnes occlusives, appelées ainsi parce que leur génération nécessite la fermeture (occlusion) du conduit vocal de manière à pouvoir créer une surpression en amont de la fermeture, suppression qui provoque un bruit d'explosion lorsque la fermeture est rapidement relâchée » (Martin, 2008)

Cette obstruction est vraiment complète pour les occlusives orales. Les occlusives nasales sont particulières car l'air peut s'échapper par le conduit nasal, y compris pendant l'occlusion : il n'y a pas de surpression, et donc pas de bruit d'explosion lorsque la fermeture est rapidement relâchée. La majorité des occlusives sont dites « pulmoniques » car l'obstruction concerne le flux d'air expiré par les poumons. D'autres types d'occlusives existent, non pulmoniques, plus rares, comme les clics, les éjectives et les injectives. Nous nous intéressons dans cette partie spécifiquement aux occlusives orales pulmoniques.

L'alphabet phonétique international recense une vingtaine d'occlusives pulmoniques orales : /p b t d t̥ d̥ c ɟ k g q ɢ/ ou nasales : /m ŋ n ŋ̃ ɲ ɳ/ sans signes diacritiques.

b. Les six occlusives orales du français

Le français compte six occlusives orales phonologiques : trois voisées : /b d g/ et trois sourdes : /p t k/. Ces consonnes s'organisent en trois paires de consonnes voisées (sonores) ou non-voisées (sourdes) : /b p/, /d t/ et /g k/.

Nous pouvons distinguer différents moments articulatoires de la consonne : une phase d'occlusion, durant laquelle l'air est bloqué, et une phase de relâchement où l'air est brusquement libéré (Figure 1 et Figure 2).

Le bruit au relâchement provient de la libération brutale de l'air dans le conduit vocal. Il est plus faible dans le cas des occlusives sourdes que dans le cas des occlusives sonores. Les lèvres se ferment pour les occlusives bilabiales (/b p/) ; les occlusives /d t/ sont classées comme dentales (contact au niveau des dents) ou alvéolaires (contact au niveau des alvéoles), et apicales (faisant intervenir l'apex (pointe de la langue) ou laminales (la lame de la langue). Enfin, les consonnes /g k/ sont dites dorso-vélaires, l'occlusion s'effectuant entre le dos de la langue et le palais mou. En fonction de la voyelle en coarticulation, le lieu d'articulation du /k/ peut changer : « /k/ varie en fonction de la voyelle : elle est réalisée phonétiquement comme vélaire dans /ku/, palato-vélaire dans /ka/ et palatale dans /ki/ » (Vaissière, 2006).

c. La structure de la consonne occlusive

Acoustiquement, la phase d'occlusion des sourdes peut s'observer sur le spectrogramme par un silence complet si l'occlusion est totale. Pour une occlusive voisée apparaîtra une barre noire dans les basses fréquences, appelée « barre de voisement » ou « murmure vocal ». Le relâchement s'observe tout d'abord par l'apparition d'une « barre d'explosion » (relâchement, « burst », explosion), de courte durée, dit parfois bruit instantané, traversant toutes les fréquences du spectrogramme et correspondant au bruit provoqué par le relâchement brusque de l'air (Fant, 1960). Il est suivi par un bruit de friction, dû à l'écoulement de l'air dans un resserrement supra-glottique. Il a les mêmes caractéristiques fréquentielles que la fricative du même lieu d'articulation. Le bruit de friction est éventuellement suivi d'un bruit d'aspiration qui a les mêmes caractéristiques fréquentielles que la voyelle suivante⁴. Ces deux bruits sont difficiles à séparer de façon nette sur un spectrogramme. Un bruit « d'aspiration », bien que non distinctif, peut apparaître en français (il n'y a pas de consonne phonologiquement aspirées) pour les consonnes sourdes [p t k] (Serniclaes, 1984). Avec l'aspiration, le F1 disparaît et les formants F2 et F3 sont fortement atténués (Serniclaes, 1987). Ce bruit d'aspiration est facilement confondu avec un dévoisement de la voyelle. En effet, après une occlusive sourde, le départ de voisement sur la voyelle, notamment avec des voyelles fermées, peut être retardé (Fant, 2006 ; Vaissière (SL444)) (Figure 3), voire absent dans les cas extrêmes.

⁴ Voir la partie : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : L'aspiration*

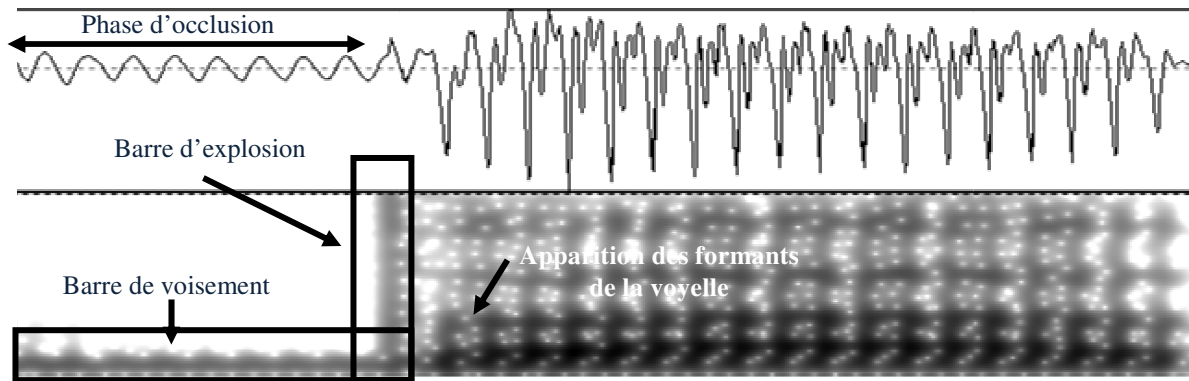


Figure 1 : Signal et spectrogramme de [ba] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en deuxième position dans un logatome de type $C_1VC_2VC_3VC_4$

Nous voyons sur la Figure 1 le spectrogramme de [ba] réalisé en logatome avec présence de barre de voisement sur toute la durée de la consonne, la phase d'occlusion et la phase de relâchement, avec la barre d'explosion, la quasi absence de bruits de friction puis l'apparition de formants de la voyelle.

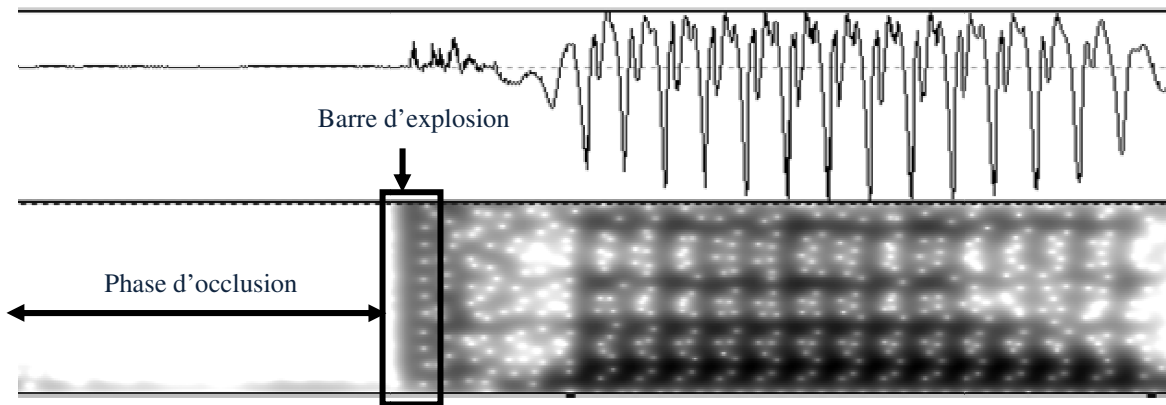


Figure 2 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [ta] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en deuxième position dans un logatome de type $C_1VC_2VC_3VC_4$

Nous pouvons observer sur la Figure 2 le spectrogramme et le signal de la syllabe [ta] réalisé par une locutrice native. Nous voyons qu'il n'y a pas de barre de voisement pendant la phase d'occlusion, la consonne est sourde.

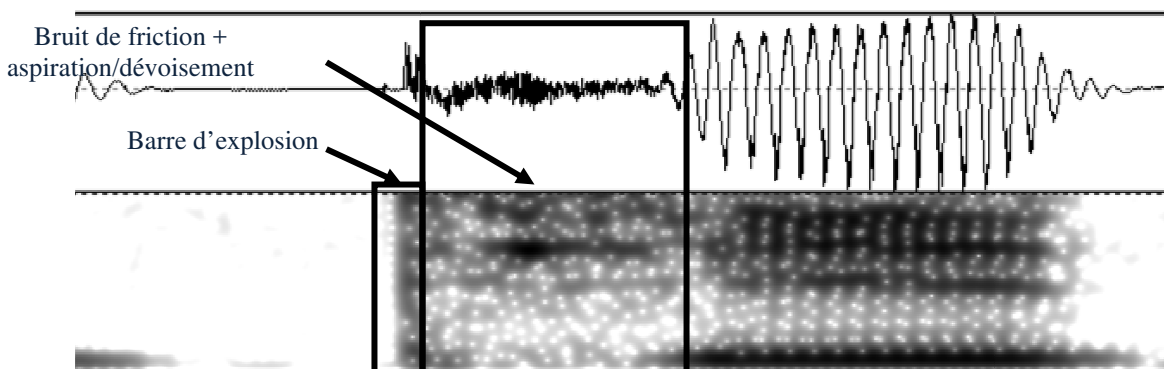


Figure 3 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [ti] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en troisième position dans un logatome de type $C_1VC_2VC_3VC_4$

Nous pouvons observer sur la Figure 3 le spectrogramme et le signal de la syllabe [ti] réalisé par une locutrice native. Nous voyons qu'ici, le début de la voyelle /i/ subit des perturbations :

l'apparition de la barre de voisement est retardée, des formants se devinent, mais le F1 est à peu près disparu, et les formants supérieurs sont affectés par des bruits « d'aspiration » et le dévoisement.

3. Le travail du larynx

Le voisement tire son origine dans la vibration des plis vocaux. Toutes les oppositions qui concernent le travail laryngé ne sont pas du voisement. Nous présentons ici la physiologie du larynx et l'utilisation qu'il est possible d'en faire dans la parole.

a. Les traits liés au travail laryngé

Notre travail vise à comprendre des écarts de prononciation en français de locuteurs d'origine sinophone, aussi nous ne nous attarderons pas dans cette thèse à chercher la meilleure façon de catégoriser phonologiquement le phénomène du voisement, ou de l'aspiration. Néanmoins, la distinction étant d'ordre phonologique, nous présentons ici la façon dont ces phénomènes ont pu être catégorisés par des phonologues, le lien qui existe entre le larynx et différents traits distinctifs, et finalement les liens qui peuvent exister entre phonétique et phonologie dans cette catégorisation.

Le larynx n'est pas dédié à la production exclusive de voisement dans les langues. En plus du trait [+/-voisé], Chomsky et Halle (1973) définissent pour la phonologie générative d'autres traits liés au larynx, comme [+/-sonant], [+/-vocalique] (ou [+/-syllabique]), [+/-consonantique], [+/-occlusion glottale], certains traits comme [+/-occlusion glottale], [+/-pression infra-glottale accrue], [+/-tendu] ou [+/-voisé] étant liés au voisement.

La distinction de voisement elle-même ne repose pas sur le corrélat de voisement dans toutes les descriptions phonologiques. La désignation du trait par [+/-voisé] insiste positivement sur la présence ou l'absence de voisement, d'autres désignations insistant au contraire sur l'indice de tension comme [+/-tendu] (Jakobson, Fant et Halle, 1952) ou encore sur la configuration de la glotte [+/-glotte ouverte] ([spread glottis]) (Halle et Stevens, 1971) ou finalement [fortis] opposé à [lenis] (Malécot, 1966).

Ainsi, la liste des traits varie selon les auteurs et selon la description qui en est faite : plutôt articulatoire (comme Chomsky et Halle, 1968) ou acoustique et perceptive (comme Jakobson et al., 1952). Dans tous les cas, il existe un lien fort entre ce trait abstrait, phonologique, et sa réalisation dans la langue. Un certain effort est constamment porté à comprendre comment les traits distinctifs sont implémentés dans les langues en premier lieu, mais surtout, pour les phonologues, dans la langue universellement. A partir de la phonologie générative, les auteurs considèrent qu'il existe différents niveaux d'interprétation des traits : le niveau phonologique et le niveau phonétique. Selon la phonologie générative, il existe des règles de passage de l'un à l'autre : les traits phonologiques ont différentes façons de se réaliser dans les langues, et ces transformations peuvent être décrites par des règles.

Plus récemment, Stevens (1972) cherche à réconcilier les approches en alliant les dimensions articulatoire, acoustique et perceptuelle (liée aux propriétés acoustiques) des traits distinctifs :

« For each distinctive feature there is a defining acoustic or perceptual correlate and a defining articulatory correlate. That is, the value (+ or -) of each distinctive feature is based on the presence or absence of a particular articulatory attribute together with the presence or absence of an acoustic attribute that has a distinctive perceptual consequence. In a sense, then, these defining articulatory and acoustic attributes are invariant. » (Stevens, 2004)

Stevens a constaté que des variations progressives d'un paramètre articulatoire ne produisent pas une variation linéaire du signal acoustique, autrement dit, il existe des zones articulatoires de stabilité où le signal acoustique ne subira pas de modification importante. Au-delà d'un certain seuil cependant, apparaîtra une modification rapide et importante du signal acoustique. Ces zones de stabilité acoustique, relatives à ce paramètre articulatoire, doivent pouvoir servir, selon lui, à définir articulatoirement et acoustiquement (par le lien ainsi mis en évidence) les traits distinctifs.

« For some types of articulatory parameters, there are ranges of values ... for which the acoustic signal has well-defined attributes, and these ranges are bounded by regions in which the properties of the signal are relatively insensitive to perturbations in the articulation. The acoustic attributes of the signal within one of these plateau-like regions appear to define the acoustic correlates of a phonetic feature. » (Stevens, 1972)

Ainsi, les traits distinctifs reposeraient en fait sur une relation entre une articulation qui ne nécessiterait pas une grande précision pour obtenir certaines propriétés acoustiques, générant ainsi une certaine stabilité dans la relation articulation/propriété acoustique.

Ainsi, quelle que soit l'approche envisagée, comprendre comment le phénomène du voisement est réalisé dans une langue en particulier, ou dans les langues en général nécessite d'en comprendre les mécanismes articulatoires.

b. Physiologie du larynx

Le larynx (voir Figure 4, Figure 5 et Figure 6) se situe au niveau de la gorge, la pomme d'Adam que l'on peut sentir en passant sa main (notamment pour les hommes) en est un composant : le cartilage thyroïde. La glotte est le nom de l'espace situé entre les plis vocaux. Les plis vocaux sont deux petits muscles situés entre les cartilages aryténoïdes (partie postérieure) et les cartilages thyroïdes (partie antérieure). Les cartilages aryténoïdes peuvent faire varier la position des plis vocaux : les étirer ou les écarter, l'écartement permettant de respirer ou produire de sons sourds, les accoler suffisamment (mais pas trop) permettant de produire des sons voisés. Différents degrés d'accolement permettent de créer d'autres qualités de phonation (voix craquée, voix soufflée), et les accoler fortement permet de bloquer toute vibration éventuelle.

« The arytenoid cartilages are controlled by a complex muscle system that allows them to be rotated and to slide along the cricoid cartilage. When they are rotated they pull the vocal folds apart, forming voiceless sounds. They can also be used to adjust the position of the vocal folds so that various voice qualities are produced ».
(Ladefoged, 2001)

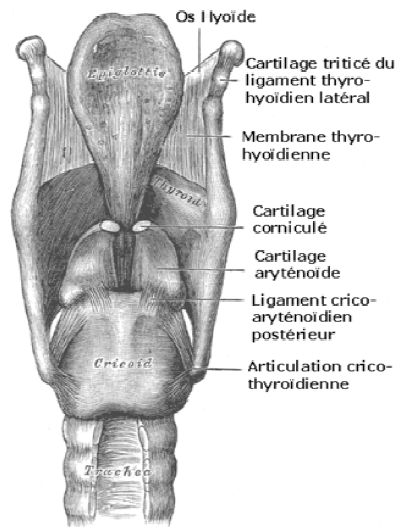


Figure 4 : Vue arrière du larynx. Source : Henry Vandyke Carter — Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com : Gray's Anatomy, Planche 952, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=253592>

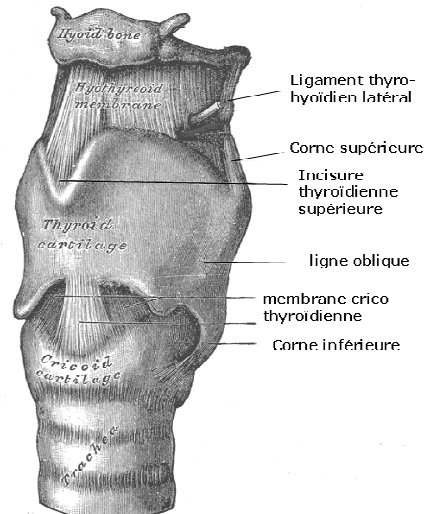


Figure 5 : Vue avant du larynx. Source : Henry Vandyke Carter — Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com: Gray's Anatomy, Planche 951, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=253587>

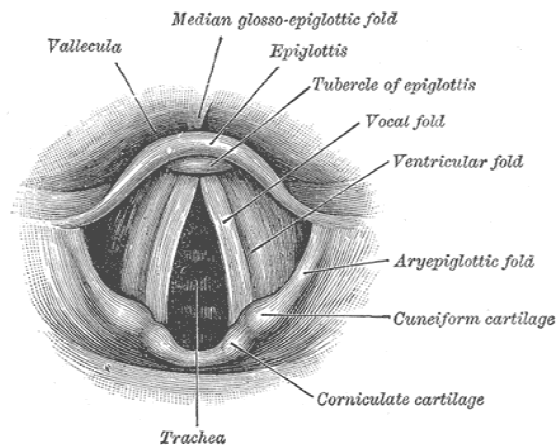


Figure 6 : Vue supérieure du larynx, avec les plis vocaux en position de respiration (glotte ouverte), Source : Henry Vandyke Carter - Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com: Gray's Anatomy, Planche 956

c. Utilisation du larynx

Nous présentons ici les différentes possibilités d'utilisation du larynx dans la parole.

Vaissière (1997) résume la littérature sur les différentes utilisations possibles du larynx. Tout d'abord, il est possible de faire varier la pression sous-glottique et ainsi la différence de pression trans-glottique : « First, the *subglottic pressure* and the pressure across the glottis may be varied ».

Il est ensuite possible de faire varier la longueur et la masse des plis vocaux :

« Second, *the length and the mass of the VFs [Vocal Folds]* can be directly controlled. Two muscles are mainly involved: the cricothyroid (CT) and the vocalis (VOC). The contraction of CT stretches the VFs. Lengthening results in an increase in the longitudinal tension of the VFs, which increases the rate of vibrations of the VFs (and therefore of the perceived pitch) ».

Il est également possible d'ajuster précisément l'espace entre les plis vocaux, appelé la glotte :

« Third, the *glottis (airspace between the VFs)* can be finely adjusted. The arytenoids cartilages may be pressed together or abducted, and there may be a medial compression of the vocal fold tissue. Slightly abducted glottis or slightly adducted glottis allows vibration of the VFs, in breathy voice, murmur, or slack voice, and in creaky voice, laryngealized voice, and stiff voice, respectively. The abduction of the glottis leads to air leakage and to the presence of noise. Strongly abducted or adducted VFs hinder voicing. Combined spacing between the VFs and tension are used in *phonation types* for segments (breathy, creaky vowels and consonants) ».

La hauteur du larynx peut également être ajustée, élevée ou abaissée :

« Fourth, the *whole larynx can be raised or lowered*. First, the raising of the larynx decreases the volume of the supraglottic cavities, increases the VFs tension by stretching them, and increases the coupling stiffness in the vertical dimension of the larynx. A lowering movement has the reverse effects. [...] Second, they are used to assist F0 raising and lowering, through their effect on VFs length. Third, a lowered larynx may assist voicing by a 'bunching' of the surface issue (slackening) the VFs ».

Le larynx offre ainsi de nombreuses possibilités de modulations qui, en dehors de la simple production involontaire, peuvent aussi être utilisées dans les langues à des fins distinctives ou pour l'expressivité. Nous ne détaillerons pas ici tous ces états (Catford, 1977, Stevens, 1977, Ladefoged, 1983, 2001, Ladefoged et Maddieson, 1996), citons néanmoins en plus du voisement et de son absence, qui est possible pour les consonnes occlusives ou fricatives, que les occlusives peuvent également être aspirées. Nous détaillons ci-dessous ces états qui nous intéressent directement pour les occlusives.

La vibration des plis vocaux peut générer différentes qualités de phonation : la voix peut être modale, c'est-à-dire avec une vibration des plis vocaux sur toute leur longueur et une fermeture régulière complète de la glotte, ou encore soufflée ou craquée. En voix soufflée, les plis vocaux sont plus détendus, la fermeture de la glotte n'est pas totale. Au contraire, en voix craquée, les plis vocaux sont plus tendus et ne peuvent pas vibrer sur toute leur longueur (Catford, 1977, Stevens, 1977, Ladefoged, 1983, 2001, Ladefoged et Maddieson, 1996).

Citons également le coup de glotte, provoqué par un resserrement des plis vocaux et constituant une occlusion. Il peut constituer un phonème dans certaines langues, comme en hawaïen (Ladefoged, 2001). Citons enfin d'autres utilisations comme la production des consonnes éjectives (l'air est expulsé par élévation du larynx) ou des implosives (l'air est aspiré par l'abaissement du larynx) (Ladefoged et Maddieson, 1996).

d. Le larynx : voisement et aspiration

Nous avons précédemment présenté le larynx et ses possibilités d'utilisation. Nous nous attardons dans cette partie sur les conditions particulières de la production de voisement, de son absence et de la production de « l'aspiration ».

i. *Voisement et non-voisement*

Le voisement nécessite des conditions particulières qui rendent sa production contraignante au point que les consonnes occlusives ont plutôt tendance à ne pas être voisées (voir un résumé dans Vaissière, 1997). Les occlusives sourdes sont ainsi plus fréquentes dans les langues que les occlusives voisées (Maddieson, 1984). Pour beaucoup de langues, comme en français, la production de voisement existe en contraste avec son absence : « Most languages have some sounds that differ only in that one is voiced and the other is voiceless » (Ladefoged, 2001).

La source du voisement implique la vibration des plis vocaux. Ohala (1983) précise les conditions particulières pour que ce phénomène soit possible. Deux conditions doivent être remplies : les plis vocaux doivent être suffisamment rapprochés et l'air doit pouvoir les traverser.

« Voicing – vibration of the vocal cords – has two physiological requirements: First, the vocal cords must be in the suitable configuration – typically, lightly adducted; and second there must be sufficient air flowing past them. If either one or both of these conditions are missing, there will be no voicing. » (Ohala, 1983)

Il faut préciser que pour la première condition, qui implique que les plis vocaux soient assez rapprochés, il est nécessaire que les plis vocaux ne soient pas trop tendus non plus pour permettre une vibration (Van den Berg, 1958; Ladefoged, 1973; Stevens, 1977). Ensuite, la condition pour que l'air puisse traverser la glotte est qu'il y ait une pression trans-glottique suffisante : la pression sous-glottique – liée à la quantité d'air contenu dans les poumons – soit supérieure à la pression supra-glottique. Tant que ces conditions sont réunies, les plis vocaux peuvent s'écarter sous la pression de l'air, puis, en raison de l'effet de Bernoulli (Van den Berg, 1958), la glotte se referme rapidement et le cycle peut éventuellement recommencer.

« A partir d'une différence suffisante de pression entre l'aval et l'amont des cordes vocales en contact et donc fermées, et selon la force d'adduction, la fermeture cède, les cordes vocales⁵ s'ouvrent [...], le flux d'air expiratoire peut à nouveau s'écouler. Il se produit alors un phénomène aérodynamique (phénomène de Bernoulli) qui produit une dépression lorsque la section s'élargit dans le mouvement du fluide [...]. Cette dépression va agir sur les cordes vocales ouvertes et provoquer leur fermeture brutale, jusqu'à ce que le cycle recommence. » (Martin, 2008, 2009, p. 55-56/ p. 22-23)

Dans le cas des occlusives orales, durant la phase d'occlusion, le maintien des vibrations est limité par la montée de la pression supra-glottique qui aboutit à la diminution de la pression trans-glottique. Ainsi, pour prolonger une pression trans-glottique positive, et donc la vibration des plis vocaux, plusieurs moyens peuvent être employés : a) en raison d'une certaine élasticité, les parois des cavités supra-glottiques⁶ peuvent s'étendre passivement sous l'effet de la pression de l'air, diminuant ainsi la pression supra-glottique (Ohala et Riordan, 1979 ; Ohala, 1983, 1997) ; b) certains gestes articulatoires peuvent être produits de façon active pour augmenter le volume de la cavité, diminuant également la pression supra-glottique : Il est ainsi possible d'abaisser le larynx, la mandibule ou la langue, d'élever le palais mou, d'élargir la section du pharynx ou alors abaisser le voile du palais pour laisser échapper de l'air par le conduit nasal au début de la consonne (Westburry, 1983 ; Ohala, 1983, 1997 ; Fuchs et Perrier, 2003, pour l'abaissement de la mandibule pour /d/ par rapport à /t/ en allemand)). Cette vibration peut également être maintenue activement par un relâchement des plis vocaux, et l'abaissement du larynx, par un mouvement de rotation de la glotte, épaissit les plis vocaux qui vibrent alors, mais plus lentement (Stevens, 1991 ; Vaissière, 1997).

Ce qui différencie les occlusives voisées des occlusives non-voisées (sourdes) est la tension des plis vocaux (Halle et Stevens, 1971, Stevens, 1991), ce qui explique que les traits plus ou moins voisé ou plus ou moins tendu sont physiologiquement liés. Comme nous l'avons mentionné, une trop grande raideur des plis vocaux entrave leur vibration (une augmentation de raideur élève le rythme de leurs vibrations). Un certain relâchement des plis vocaux favorise leurs vibrations. L'existence de ce phénomène de raidissement des plis vocaux durant la tenue des occlusives sourdes peut être appuyé sur le constat d'une montée de la fréquence fondamentale après une occlusive sourde, qui serait alors due à cette raideur des plis vocaux (Stevens, 1977, 1991 ; Stevens et Keyser, 2010).

« [...] the feature [+stiff vocal folds] [...], which causes an inhibition of glottal vibration in the consonant obstruent region and an increased fundamental frequency of glottal vibration in the following vowel adjacent to the consonant (House & Fairbanks, 1953). » (Stevens et Keyser, 2010)

Notons que cette élévation de la fréquence du fondamental se limite à la voyelle suivante, et non à la fin de la voyelle précédente, pour une raison non expliquée : on pourrait supposer que les plis vocaux se tendent pour arrêter le voisement, avant la tenue de la consonne occlusive, et

⁵ Il est préférable désormais d'utiliser l'expression « plis vocaux » au lieu de « cordes vocales ».

⁶ L'on compte quatre cavités supra-glottiques : la cavité pharyngale (le pharynx), la cavité buccale, la cavité labiale et la cavité nasale (les fosses nasales). La cavité nasale est isolée des autres lorsque le voile du palais est relevé, ce qui est le cas pour des occlusives orales. La cavité labiale est créée par protrusion des lèvres.

donc on s'attendrait à une élévation de la fréquence du fondamental à la fin de la voyelle précédant une occlusive sourde (Vaissière, suite à une discussion avec Stevens sur ce point, communication personnelle).

Cette raideur est importante dans une langue qui cherche spécifiquement à opposer des phonèmes selon cet indice. En effet, comme nous l'avons dit, à partir du moment où les plis vocaux sont suffisamment accolés et détendus, et que l'air peut traverser la glotte, avec une différence de pression trans-glottique suffisante, alors les plis vocaux vibreront. Or, la différence de pression trans-glottique est bien là au début de la consonne occlusive, et le temps pour l'égalisation de pression entre la pression sous-glottique et la pression supra-glottique peut aller jusqu'à 15ms au maximum, ce à quoi il faut ajouter 10ms pour chaque centimètre cube gagné par expansion passive des tissus (Ohala, 1997). Pour que cette durée n'augmente pas encore, Vaissière (cours de SL444) note qu'au début des consonnes /p t k/, une fermeture du voile du palais est nécessaire pour garder la pression intra-orale constante. Finalement, pour que les plis vocaux ne commencent malgré tout pas à vibrer avant que la pression supra-glottique soit suffisante, il est encore possible d'influer sur la tension ou l'ouverture des plis vocaux (Vaissière, 2001). Vaissière (2001) note d'ailleurs qu'en position intervocalique (entre deux voyelles par définition voisées), position où la tension vocale est plus faible (qu'en position initiale), il y a une tendance au voisement des occlusives sourdes : il est plus difficile physiologiquement de réaliser une occlusive voisée en début de mot qu'une occlusive sourde et il est plus difficile physiologiquement de réaliser une occlusive sourde qu'une occlusive voisée à l'intervocalique. Une occlusive voisée a tendance à s'assourdir en début de mot et une occlusive sourde a tendance à se voiser à l'intervocalique.

ii. *L'aspiration*

En tant que trait distinctif, le phénomène de l'aspiration s'oppose à son absence, le plus souvent pour des consonnes sourdes. L'aspiration correspond à un souffle produit après le relâchement de la consonne, période pendant laquelle les plis vocaux sont écartés. Le terme « aspiration » n'est pas des mieux choisis, car l'air qui sort des poumons est expiré.

« They [the vocal folds] do not come together and start vibrating immediately after the closure is released. There is a small delay before the following vowel in which the air rushes out, forming what is known as aspiration. » (Ladefoged, 2001)

L'aspiration renvoie directement au « bruit d'aspiration » que l'on trouve après certaines occlusives. Le « bruit d'aspiration » provient de la glotte et il est un bruit glottique. Il ne doit pas être confondu au bruit de friction qui suit directement le relâchement, et qui est un bruit supraglottique, créé quelques centimètres en avant au point d'articulation de la consonne. Au moment du relâchement, l'air expiré, au contact de la constriction va produire un bruit. Les deux bruits, de friction et d'aspiration se chevauchent un certain temps, ce qui les rend difficilement segmentables sur un spectrogramme. Stevens (1999) a mesuré la durée approximative de ces différents bruits. Le bruit de friction est dominant pour les labiales sourdes aspirées sur environ 6ms et 25ms pour les consonnes vélaires sourdes aspirées. Dans les deux cas, le bruit d'aspiration est ensuite dominant jusqu'à l'apparition du voisement :

« For both the labial and the velar cases, the noise at the supraglottal constriction increases abruptly within 1 or 2 ms after the release. For the labial consonant model, the calculations show that the noise source at the supraglottal constriction is the dominant source at the initial 6ms, and then the noise source at the glottis becomes dominant. After about 10ms from the release, the amplitude of the aspiration noise source remains relatively constant until the onset of vocal fold vibration. [...] For the voiceless aspirated velar, the level of the source at the supraglottal constriction remains larger than the glottal noise source for the initial 25ms. The aspiration noise then becomes dominant until voicing onset. » (Stevens, 1999)

Phonologiquement, Halle et Stevens (1971) interprètent l'aspiration en fonction de l'ouverture de la glotte avec le trait [+ glotte ouverte] pour les consonnes aspirées. Lisker et Abramson (1964) l'interprètent plutôt en fonction du délai d'établissement du voisement (VOT = *voice onset time*), avec un départ de la vibration des plis vocaux plus tardif pour les occlusives aspirées. La réalisation principale de l'aspiration peut cependant varier selon les langues (Vaissière, 1997), en fonction de l'ouverture de la glotte et de la tension des plis : le point d'ouverture maximale de la glotte peut être avant le relâchement de la consonne, ou au moment du relâchement.

L'interprétation de Lisker et Abramson permet de mettre directement l'aspiration en lien avec le voisement, le VOT étant utile aussi bien pour l'opposition générée par l'un (le voisement) comme pour l'autre (l'aspiration), l'anglais étant une langue particulière où les deux phénomènes coexistent dans la langue pour la même opposition phonologique.

« The fact that the measure of voice onset time provides an effective way of separating both voiced from voiceless and aspirated from inaspirated stops in English suggests the possibility that differences in relative voice onset time might prove to be important for separating stop categories generally in languages, whether these categories are called voiced and voiceless or aspirated and inaspirated or fortis and lenis or different in still other ways. » (Lisker et Abramson, 1965)

Aspiration et voisement ne sont pas deux phénomènes totalement distincts, ils sont produits tous les deux d'abord par un certain jeu sur les plis vocaux et peuvent être interprétés par un même indice acoustique (le VOT). Aspiration et voisement diffèrent cependant par les valeurs données au VOT. Enfin, ils peuvent être utilisés dans la même langue comme traits distinctifs différents (comme en hindi, où il y a une opposition entre sourdes aspirées et sonores aspirées), ils peuvent également apparaître dans une même langue, phonétiquement, pour implémenter un même trait distinctif (comme en anglais), ou ils peuvent enfin être absents l'un ou l'autre, dans une langue (phonologiquement), sans utilisation phonétique de l'autre aspect (voisement en français et aspiration en chinois).

Notons cependant que l'aspiration, même non utilisée phonologiquement dans une langue comme en français, est également favorisée par certains contextes (notamment si ce contexte provoque une « surtension » des plis vocaux (Vaissière, 2001)), comme dans le cas de l'accent initial d'insistance avec une élévation de la pression sous-glottique et peut apparaître de façon

non distinctive après certaines occlusives sourdes, phonologiquement non aspirées (voir les parties sur l'influence du contexte : *La voyelle* et *La position prosodique*).

e. Conditions particulières de la production du voisement et de l'aspiration

Nous avons présenté les conditions articulatoires (configuration de la glotte, tension des plis vocaux) et aérodynamiques (pression trans-glottique) de la production de voisement et d'aspiration. Nous abordons maintenant les contraintes liées au contexte phonétique, c'est à dire à la position de la consonne dans l'énoncé et l'influence de la voyelle en coarticulation. Nous développons également d'autres aspects de variations : le locuteur et les langues.

i. *Différences en fonction des caractéristiques des consonnes*

Comme nous l'avons noté dans la partie : *La structure de la consonne occlusive*, une consonne occlusive est composée d'une phase d'occlusion et d'une phase de relâchement. En français, les consonnes voisées sont en général voisées sur toute la durée de la phase d'occlusion, tandis que pour les occlusives sourdes non aspirées, le voisement commence tôt après le relâchement (ou au relâchement dans le cas de /pa/, où le VOT peut être égal à zéro). Pour les occlusives sourdes, le départ de voisement n'est pas essentiel en français puisqu'il n'y existe pas de consonnes phonologiquement aspirées⁷. Nous nous intéressons ici aussi aux conditions particulières de rétablissement du voisement après le relâchement, d'autant plus que des consonnes aspirées existent en mandarin de Taïwan.

• *La durée des consonnes et de l'occlusion*

Le premier élément qui contraint le maintien du voisement durant les trois occlusives /b d g/ est la durée de l'occlusive : la pression supra-glottique augmente durant le maintien de l'occlusive, et la pression intra-orale diminue. En raison des contraintes aérodynamiques, le voisement s'arrêtera dès que la différence de pression trans-glottique disparaîtra. Durant la phase d'occlusion, le volume d'air pouvant être contenu dans les cavités supra-glottiques est limité. Aussi, plus la phase d'occlusion est longue, plus la probabilité que le voisement s'interrompt est grande. « The longer the stop closure is held, the greater is the likelihood that voicing will be extinguished » (Ohala, 1983). Une consonne occlusive voisée sera donc plus facile à conserver voisée si elle est courte. Vaissière (2001) précise que « les sonores de plus de 90ms [tendent] à être sourdes », d'où la difficulté à produire phonétiquement des occlusives géminées sonores.

Au contraire, une durée réduite de la phase d'occlusion peut être favorable au voisement : « Conversely, the shorter a stop closure is, the more likely it is to remain voiced, or if originally voiceless, to become voiced » (Ohala, 1983). En effet, de par l'existence d'une pression trans-glottique suffisante, seule une action sur les plis vocaux peut permettre de bloquer le voisement : « sans mouvement actif d'ouverture et de tension des cordes vocales, les occlusives sourdes brèves ont tendance à se sonoriser » (Vaissière, 2001). Vaissière (2001) précise que « les occlusives sourdes de 66ms ou moins tendent à être complètement voisées, quelle que soit leur position », d'où la difficulté à produire phonétiquement des occlusives sourdes brèves à l'intervocalique.

⁷ L'aspiration est disponible pour des fins expressives, comme l'insistance.

- *Différences selon la consonne*

Nous avons vu précédemment que le voisement pouvait être préservé plus longtemps pendant la phase d'occlusion grâce à une expansion passive des tissus, ou par un élargissement actif du volume des cavités supra-glottiques (ou de libération d'air par le conduit nasal). Les caractéristiques articulatoires des consonnes /b d g/ ont également une grande importance dans le maintien ou non du voisement : « there is also extensive evidence that voicing sits more comfortably on stops, pulmonic or implosive, made at some places of articulation rather than at others. » (Ohala, 1983). En effet, le volume des cavités supra-glottiques dépend en grande partie de la place de l'occlusion. Plus l'occlusion est antérieure, plus la cavité orale sera grande et plus il y aura de surface de tissus qui pourra s'étendre passivement. Une consonne vélaire ou encore plus postérieure offre moins de volume et de surface de tissus extensibles qu'une dentale et encore moins qu'une labiale. Les possibilités d'une extension active sont également plus grandes pour une occlusive pour laquelle l'occlusion est antérieure (Ohala, 1983 ; Westbury, 1983). Ainsi, le voisement est plus difficile à conserver pour /g/, /d/ permet de le conserver plus longtemps et l'occlusive permettant de le garder le plus longtemps est le /b/. Des différences de moyenne de durée de l'occlusion ont été observées par Ohala et Riordan (1979) qui ont mesuré des 82ms pour [b], 63ms pour [d] et 52ms pour [g]. En contrepartie, l'absence de voisement est plus difficile à obtenir pour les consonnes présentant des cavités supra-glottiques plus extensibles, telle que le /b/ : « voicelessness does not sit well on bilabial stops [...] [p] has a greater tendency to become voiced and thus merge with [b] » (Ohala, 1983). Pendant la phase de relâchement, puisque la bouche est ouverte, la différence de pression trans-glottique peut augmenter et le voisement continuer, ou redémarrer (s'il y a eu interruption auparavant). En conséquence /apa/ a plus tendance à devenir [aba] que /aka/ [aga].

Pour une occlusive sourde, une plus grande durée de la phase d'occlusion facilite l'absence de voisement. Il est plus facile de produire [appa] que [abba]. Pendant la phase d'occlusion, le voisement sera d'autant mieux bloqué que la constriction sera postérieure, et la cavité supra-glottique moins extensible. Il est plus facile de produire [akka] que [appa]. La pression montera ainsi plus vite. /p/, consonne bilabiale, sera ainsi plus facilement voisée en coarticulation avec la voyelle /a/ (voir la partie sur l'influence de : *La voyelle*). Cho et Ladefoged (1999) proposent également que la pression monte plus haut pour les occlusives dont l'occlusion est plus postérieure. Ceci a une influence au moment du relâchement. En effet, pendant la phase de relâchement, le délai d'établissement du voisement (VOT) varie en fonction de la consonne : comme déjà mentionné, plus le lieu d'articulation est postérieur, plus le voisement débute tardivement (Fischer-Jørgensen, 1954 ; Peterson et Lehiste, 1960). Le VOT de /ka, ki, ku/ est plus long, toutes choses égales par ailleurs, que celui de /pa, pi, pu/. Cho et Ladefoged (1999) ont observé ce phénomène plus largement dans les langues et Serniclaes (1987) fait la même constatation en français. Cho et Ladefoged (1999) proposent qu'une pression plus grande pour les occlusives postérieures retarderait le début du voisement. Ils proposent également que pour des occlusives dont le lieu d'occlusion est plus postérieur, l'air ne pourrait pas s'échapper après le relâchement aussi rapidement qu'avec une occlusive plus antérieure en raison précisément du lieu d'occlusion. L'air contenu dans le reste de la bouche, et la bouche elle-même ne permettant pas à l'air de s'échapper aussi rapidement que pour une occlusive antérieure, il en résulterait un délai supplémentaire pour retrouver une

différence de pression trans-glottique suffisante pour le voisement : « the drop in the pressure of the air in the vocal tract will be slower for velars, again resulting in more time to attain the crucial transglottal pressure difference required for voicing » (Cho et Ladefoged, 1999). Une explication articulatoire est également apportée par Hardcastle (1973) qui propose que le bout de la langue et les lèvres sont plus rapides que l'arrière de la langue, ce qui est confirmé par Kuehn et Moll (1976) par des observations cinéroradiographiques. Ces différences de vitesse des articulateurs influent sur le temps de l'air à s'échapper et influent sur la vitesse de diminution de la pression supra-glottique. Stevens (1999) reprend également l'explication : « because of the slower release of the constriction, the intraoral pressure drops more gradually for the velar model than for the labial model ». Une autre explication possible provient de la surface de contact nécessaire à produire l'occlusion. Cho et Ladefoged (1999) posent qu'en général, plus la surface de contact est large, plus le délai de voisement est grand. L'explication est proposée par Stevens (1999) qui expose qu'avec une plus grande surface de contact, l'effet de Bernoulli peut s'appliquer et attirer les deux articulateurs, ce qui ralentit l'ouverture et en conséquence, la diminution de la pression supra-glottique. Enfin, il existe une explication au niveau du fonctionnement de la glotte. Ridouane et al. (2012) ont observé avec un ePGG (photoglottographie externe), méthode non invasive d'observation de la glotte brevetée par le Laboratoire de Phonétique et Phonologie (CNRS/Sorbonne-Nouvelle) que le /k/ français présentait une ouverture de la glotte plus importante et un délai de rétablissement du voisement effectivement plus grand que /p t/, ces deux dernières consonnes ne présentant cependant pas de différence entre elles.

ii. *La position prosodique*

L'influence de la position prosodique dans le mot (la position initiale, la position intervocalique et la position finale) et la position de la consonne par rapport à l'accent de mot sur l'articulation et donc sur les changements des sons a été largement illustrée par les spécialistes de phonétique historique au XVIII^{ème} siècle. Rousselot (1901) a illustré comment la réalisation d'un phonème dépend de sa position dans un énoncé.

« Le geste articulatoire dépend de la position du phonème dans la syllabe, le mot et la phrase. Selon sa position, il pourra être dominant : mieux articulé, plus long, plus intense, il imposera certaines de ses caractéristiques aux phonèmes environnants. Dans le cas contraire, il est dominé, sous l'influence des phonèmes qui l'entourent, parfois au point de disparaître » (Vaissière, 2006).

Nous avons vu précédemment que l'absence de voisement pouvait être provoquée par une trop grande tension des plis vocaux. Au contraire, le voisement est possible si les plis vocaux sont suffisamment accolés et pas trop tendus.

• *La position initiale*

La position initiale, comme la position sous l'accent, est une position dominante. Rousselot (1897-1908) et Straka (1963) parlaient de « force articulatoire » s'exerçant dans une telle situation. Straka (1963) y voit une augmentation de l'activité musculaire et une contraction des muscles plus importante. Cette position est ainsi caractérisée par « une tension accrue des articulateurs » (Vaissière, 2001, 2010, voir aussi Fougeron, 1998, 1999). La position initiale

affecte l'articulation par un surcroît de tension : plus grande tension des plis vocaux, et contraction du muscle élévateur du voile du palais (Straka, 1979 ; Vaissière, 1988, 2001 ; Fougeron, 1998), réduisant la nasalité. La tension due à la position initiale peut bloquer le voisement, il s'en suit que « ce surplus de tension vocale se traduit, au niveau des cordes vocales, par un retard de leur accolement et par un délai de voisement au début de la voyelle qui suit une consonne sourde, et un dévoisement des voisées » (Vaissière, 2001). Ainsi, comme le remarquait Durand (1956), en français, il n'est pas rare que les occlusives voisées soient dévoisées en position initiale de phrase. La durée de la consonne en initiale de mot est également affectée puisque « la première consonne des mots tend à être légèrement allongée », tout comme parfois aussi la consonne en initiale de syllabe (coda), notamment pour les occlusives sourdes (Vaissière, 1982, 1991, 2010). En position initiale et avant l'accent, les cibles sont mieux atteintes, il y a moins de réduction de gestes, par rapport aux autres positions.

- *La position intervocalique*

Au contraire, en position intervocalique, en position non accentuée, il y a une baisse de tension des articulateurs qui conduit à une tendance au voisement, y compris pour les sourdes : « le défaut de tension en position intervocalique se traduit, au niveau glottique, par une tendance au voisement des sourdes » (Vaissière, 2001, 2010). Les conditions aérodynamiques sont en effet favorables au voisement en position médiane (Westbury et Keating, 1986). Vaissière (2001) note également qu'en position intervocalique non accentuée, l'occlusion des occlusives peut être incomplète (« un relâchement de la fermeture des obstruents) et qu'il y a une tendance à la « spirantisation des occlusives ». Ohala (1997) précise que la tendance à la spirantisation des occlusives dans cette position est plus importante pour les occlusives voisées que pour les occlusives sourdes. En effet, la préservation du voisement incite à produire des occlusives voisées plus courtes, et au contraire, les occlusives sourdes plus longues. Dans cette position plus relâchée, une durée plus courte de la consonne augmente la possibilité que l'occlusion soit moins complète. En position intervocalique initiale et post-accentuelle, les cibles sont moins bien atteintes, il y a plus de réduction de gestes par rapport aux autres positions.

« excessive shortening could lead a stop to have an imperfect closure and thus become a spirant or approximant [...] In contrast, there is no similar motivation to shorten the closure duration of voiceless stops; on the contrary, a longer closure duration tends to ensure voiceless by the time of the stop release. As is well known, voiced stops are typically shorter than cognate voiceless stops (Suen and Beddoes 1974). Thus voiced stops show a greater tendency to spirantize intervocalically than do voiceless stops » (Ohala, 1997).

- *La position finale*

En position finale, surtout avant une pause, les articulateurs sont au contraire relâchés, la glotte s'ouvre et le voile du palais s'abaisse pour anticiper la reprise de souffle. Cette situation n'est pas non plus favorable au voisement. Les plis vocaux ne sont alors pas correctement accolés, et la différence de pression trans-glottique peut être réduite. Il en résulte une tendance à la perte de voisement ou seulement de vibration modale des plis vocaux : la voix peut ainsi être soufflée en raison des plis vocaux trop relâchés, ou au contraire parfois craquée.

« Final position is marked by relaxation of all articulators, a slow down of the movements (related to final) lengthening, a decrease of the degree of stricture and even disappearance. At the laryngeal level, it is often marked early devoicing and breathiness. In a quite large number of languages (like German), the voicing distinction for stops and fricatives is neutralised in word final position and all final consonants are voiceless. Final position in sentences may also be marked by creakiness, due to irregular vibrations of the vocal fold (probably concomitant to a very low transglottal pressure). » (Vaissière, 1997)

Ainsi, pour les trois positions prosodiques que nous avons distinguées, les occlusives ont tendance à être sourdes en positions initiale et finale, et à être voisées en position intervocalique non accentuée.

- *La position accentuée*

Selon la tradition, le français est caractérisé par une accentuation de la dernière syllabe des groupes rythmiques (ou groupes de sens, constitués chacun d'un ou plusieurs mots lexicaux), au détriment de l'accent de mot. La position de l'accent lexical n'est pas distinctive au niveau du mot : la syllabe accentuée des mots lexicaux du latin, dont le français est issu, correspond uniformément à la dernière syllabe du français, et la syllabe post-accentuelle du latin, porteuse des cas, a disparu. Il n'existe donc pas en français d'accent lexical phonologique, à fonction distinctive. L'« accent de groupe », appellation qui met en avant sa fonction démarcative (Delattre, 1966) est parfois appelé « accent tonique » (Léon, 2003) ou d'accent démarcatif, car situé sur la dernière syllabe, il indique ainsi la frontière droite d'un groupe de sens. L'accent de groupe placé sur la dernière syllabe du groupe rythmique se traduit par un allongement de la syllabe (Delattre, 1938, 1939, 1962, Charliac et al., 1998, pour un exemple issu d'un manuel de FLE). Le fait que la dernière syllabe d'un groupe soit plus longue a été attesté, notamment en parole journalistique (Adda-Decker et al., 2008). Martin (2009) l'évalue à un allongement de l'ordre de 50% par rapport aux autres voyelles. L'allongement de la dernière syllabe d'un groupe de sens, est explicable par (a) un allongement dû à sa position finale, et (b) un allongement corrélat de la réalisation d'un accent de mot.

L'accent de groupe peut également se caractériser par une variation de l'intonation (Hirst et Di Cristo, 1998), par une montée de la fréquence fondamentale (F0) (Delattre, 1966), pour une phrase déclarative et s'il ne s'agit pas de la dernière syllabe de la phrase, ou par une baisse de la fréquence fondamentale s'il s'agit de la dernière. En effet, pour marquer le fait que la phrase n'est pas finie, chaque autre fin de groupe est caractérisée par une « montée de continuation » (Delattre, 1966 ; Rossi, 1980). L'inflexion de la courbe intonative (Delattre, 1938), c'est à dire par un mouvement ascendant de la courbe de la fréquence du fondamental contribue à renforcer le caractère accentué de la dernière syllabe des groupes internes à la phrase. Vaissière (2001) note que la proéminence perceptive des « intonèmes montants en fin de syntagme et de groupe intonatif non terminal » est plutôt un phénomène d'ordre intonatif, supra-lexical, et la dernière syllabe des énoncés est souvent peu audible. En conséquence, comme un groupe de sens final ne se termine pas toujours par une syllabe accentuée, on peut admettre que le français est une langue sans accent phonologique, et qu'il doit être considéré comme une langue à intonation : les accentuations perçues relèvent du niveau intonatif.

Il existe plusieurs types d'accentuation : les accentuations qui structurent l'organisation du sens (accent lexical, en fin de mot, et accent de groupe, en fin de syntagme), dont nous venons de parler et les accentuations liées à l'expressivité. L'accent d'insistance, emphatique ou « secondaire » est relativement mobile dans le mot. Il peut frapper la dernière syllabe des mots courts. L'« accent secondaire, frappe habituellement (mais pas toujours) la première syllabe de mots lexicaux » (Martin, 2009).

Malgré l'allongement final, le français est une langue où les syllabes sont perçues comme ayant une durée similaire : « [Le français donne] l'impression d'une succession de syllabes sensiblement égales » (Delattre, 1966). Abercrombie (1967), notamment, classe le français dans les langues à syllabes isochrones⁸. Cette particularité est largement enseignée dans les manuels de Français Langue Etrangère (FLE) : « toutes les syllabes à l'intérieur d'un mot ont la même durée. C'est le principe de l'égalité syllabique » (Charliac et al., 1998).

Comme longuement commentée auparavant, en position accentuée, les articulateurs sont tendus comme en position initiale : « la position initiale de mot et la position accentuée sont associées avec une tension accrue des articulateurs » (Vaissière, 2001) et les vibrations des plis vocaux y est ainsi rendue plus difficile. Durand (1956) remarque ainsi que des occlusives voisées peuvent être dévoisées en position accentuée. Saerens, Serniclaes et Beeckmans (1988) remarquent cependant après une observation informelle que de tels cas restent rares. Enfin, la position accentuée joue également sur la durée des occlusives orales : elles y sont plus longues (Simon, 1967 ; Fougeron, 1998 pour le français; Keating et al., 1983 pour le suédois), ce qui défavorise également le voisement, comme signalé auparavant.

iii. *La voyelle*

« Le contexte phonétique qui entoure le phonème influence les gestes de la langue et des lèvres, du voile du palais et de la glotte par lequel il est réalisé. Comparez les positions de vos lèvres durant la réalisation de la première consonne des mots *toute* et *tête* ; elles sont plus arrondies durant la production des consonnes /t/ dans *toute* que dans *tête* » (Vaissière, 2006)

L'ensemble de l'appareil vocal adopte une certaine position, une certaine configuration en fonction des phonèmes environnants. La configuration du conduit vocal durant la tenue des occlusives est dépendante du contexte dans lequel la consonne est réalisée. Nous présentons ici l'influence possible des 3 voyelles extrêmes : /a i u/, /a/ étant la voyelle la plus ouverte, /i/, une voyelle antérieure fermée et étirée, et /u/ une voyelle fermée, arrondie et postérieure.

Nous rappelons que les deux grandes phases de la production de la consonne (voir : *La structure de la consonne occlusive*) : la phase d'occlusion et la phase de relâchement.

⁸ L'isochronie des syllabes en français est loin d'être stricte. Wioland (1991) précise qu'il existe un phénomène d'équilibre naturel entre les groupes rythmiques : le locuteur cherche à équilibrer la durée des groupes rythmiques, en accélérant par exemple le débit pour les groupes les plus longs, et en ralentissant, en allongeant ou en introduisant des pauses pour les plus courts. Vaissière (1991), cite 5 facteurs qui sont susceptibles de faire varier la durée des syllabes : 1) une alternance longue-courte des syllabes, 2) une tendance à un léger allongement de la syllabe initiale, spécialement pour les occlusives sourdes, 3) une tendance à certaines syllabes plus « lourdes » à porter un pic de durée, 4) un allongement de la pénultième syllabe, caractéristique d'accents régionaux et 5) des influences intrinsèques et cointrinsèques de la durée de chaque segment.

- *Pendant la phase d'occlusion*

Comme nous l'avons *présenté précédemment*, la phase d'occlusion se caractérise par une obstruction empêchant l'air de s'échapper. Durant cette phase, la pression trans-glottique s'harmonise rapidement, et bien qu'elle puisse être allongée passivement et activement, l'issue reste à plus ou moins court terme une cessation de la vibration des plis vocaux.

La voyelle en coarticulation influe sur le maintien du voisement durant la phase d'occlusion d'une occlusive voisée. Ohala (1983) a mesuré la tenue maximale du voisement dans des séquences V_1CV_2 où $V_1=V_2= [i\ u\ e\ a]$ et C une consonne voisée $[b\ d\ g]$ anormalement prolongée. Cette durée anormale de la consonne était permise par le placement d'un cathéter nasal, permettant ainsi au voisement de se prolonger indéfiniment. Une valve placée sur le cathéter pouvait le fermer et causer ainsi une augmentation rapide de la pression intra-orale. Les auteurs ont ainsi pu déterminer la durée maximale du voisement après fermeture du cathéter pendant cette phase d'occlusion pour la combinaison de chacune de ces consonnes en coarticulation avec les voyelles citées. Ils ont observé que les voyelles hautes $[i\ u]$ permettent de conserver le voisement plus longtemps qu'avec les voyelles basses (comme $[a]$), en raison d'une cavité pharyngale plus élargie (Smith, 1977, cité par Ohala, 1983), à l'exception de la coarticulation de $[b]$ avec $[a]$ où cet effet est probablement compensé (et même dépassé en gain) par l'expansion passive de la cavité orale supplémentaire avec les joues, rendue possible par cette combinaison de phonèmes. Cette hypothèse concernant les résultats concernant la séquence $[aba]$ de Ohala (1983) semble aller dans le sens des observations d'une étude aérodynamique effectuée par Delebecque et al. (2012) qui analysent l'influence de l'expansion des joues sur l'évolution de la pression intra-orale dans une séquence $/apa/$. Les auteurs constatent in-vivo une augmentation de l'ordre de 60% de la durée de la montée de pression intra-orale permise par l'expansion des joues (comparée à une absence d'expansion).

- *Pendant la phase de relâchement*

Le relâchement signifie la libération brutale de l'air. Les contraintes aérodynamiques ne sont plus les mêmes : la pression supra-glottique diminue. Le plus important n'est alors plus le volume des cavités supra-glottiques, mais le degré d'ouverture du conduit vocal. La voyelle $/a/$ est la voyelle la plus ouverte. C'est avec elle que l'air s'échappe le plus rapidement. Au contraire, les voyelles « fermées » $/i\ u/$ ont un degré d'ouverture du conduit vocal réduit et l'air s'échappe plus lentement. Ainsi, la pression supra-glottique diminue plus vite avec $/a/$ qu'avec $/i\ u/$ et en conséquence, c'est avec $/a/$ que la différence de pression trans-glottique nécessaire au voisement est rétablie le plus rapidement. La reprise du voisement après une occlusive sourde est plus rapide avec $/a/$ après le relâchement. Avec $/i\ u/$, le voisement sera plus long à rétablir. Serniclaes (1987) remarque ainsi : « le VOT positif s'allonge devant les voyelles fermées ». Les possibilités d'un dévoisement du début de la voyelle sont plus importantes qu'avec une voyelle ouverte. Ohala (2011) remarque : « A close constriction attenuates the rate of airflow exiting the vocal tract after a stop and thus delays the time when P_0 is low enough to initiate voicing. » (Ohala, 2011). Vaissière remarque ainsi en parlant des contraintes aérodynamiques en général qu'il y a une « tendance naturelle au dévoisement des voyelles fermées » (2006), phonologisée en japonais entre deux consonnes sourdes. Ce délai supplémentaire d'établissement du voisement, accompagné d'un bruit de turbulences, est

similaire à de l'aspiration et n'est pas distinctif, mais peut le devenir : « Occasionally this longer VOT [voice onset time] before close vowels leads to a sound change where aspiration becomes distinctive » (Ohala, 2011).

iv. *Synthèse sur les conditions de production de voisement ou de son absence*

Nous récapitulons ici les différents éléments articulatoires qui peuvent influencer sur la vibration des plis vocaux en jouant sur les contraintes aérodynamiques. Ces différents sont récapitulés par Ohala (1997) dans un tableau (Tableau 1) :

Facilitating Voicing	Inhibiting Voicing
short closure duration	long closure duration
lax vocal tract walls	tense vocal tract walls
forward place of articulation	back place of articulation
nasal leakage	
active oral cavity expansion	

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des facteurs affectant le voisement des occlusives en influençant le débit de l'air trans-glottique (« Factors affecting voicing in stops by influencing glottal flow », Source : Ohala (1997)).

En résumé, une occlusion courte favorise le voisement, tandis qu'une occlusion longue favorise son absence, une tension générale du conduit vocal (position forte) favorise l'absence de voisement, tandis qu'un conduit vocal plus relâché favorise le voisement ; une occlusion postérieure comme pour /g k/ favorise l'absence de voisement alors qu'une occlusion antérieure, comme avec les lèvres pour /b p/ favorise le voisement ; une expansion active des cavités supra-glottiques favorise le voisement ; un voile du palais abaissé facilite le voisement pendant la phase d'occlusion, les voyelles fermées (/i u/) favorisent le voisement, tout comme /a/ avec les occlusives bilabiales ; pendant le relâchement, la voyelle /a/ permet un rétablissement du voisement plus rapide que les voyelles /i u/.

v. *Les variations interlocuteurs*

Il existe également des différences interlocuteurs dans la production de voisement. En dehors des variations qui relèvent de l'idiolecte, on peut noter que : les femmes dévoisent plus que les hommes (Fant, 1973 ; Slis, 1986) ; on dévoise plus au nord-est de la France que dans les autres régions (Goudailler, 1983).

f. *Les variations selon les langues*

Le travail de notre thèse se fonde sur la constatation que, manifestement, un phonème, même s'il est représenté par le même symbole phonétique, ne se prononce pas de la même façon dans les langues. « The sound of English **b** is not quite the same as Spanish **b**. English **p** is also not the same as Spanish **p** » (Ladegoged, 2001). Deux types de différences peuvent être envisagés : un même symbole est utilisé pour représenter des phonèmes différents dans des langues différentes (le symbole signale seulement une différence phonologique) ou l'implémentation dans la langue du phonème ne s'effectue pas de la même façon (il s'agit alors du même phonème, néanmoins la réalisation phonétique est différente).

i. *Un même signe pour différents phonèmes*

Contrairement à l'Alphabet Phonétique International (API) qui préconise : « un seul signe pour chaque son, un seul son pour chaque signe », l'écriture des sons avec l'alphabet latin cache des différences selon les langues. La romanisation du chinois mandarin qui s'effectue avec le pinyin (voir : *Les systèmes d'écriture*) en est un bon exemple. « Le pinyin n'est pas un alphabet phonétique » (Yang-Drocourt, 2007), il s'agit plutôt d'un alphabet phonologique. Ses auteurs ont cherché à produire un système d'oppositions simple et cohérent. Ainsi, les occlusives sourdes non aspirées sont transcrites avec des « b d g » et les aspirées avec des « p t k » sans signe diacritique (voir : *La transcription latine des occlusives du chinois mandarin*), même si leur réalisation phonétique s'apparente respectivement à [p t k p^h t^h k^h].

ii. *Renforcement et affaiblissement des corrélats du trait*

La différence se situe au niveau des corrélats acoustiques majeurs et mineurs qui actualisent le trait phonologique. Stevens (2004) pose que les traits distinctifs correspondent à des propriétés acoustiques et articulatoires stables, voire invariantes : « The point of view we are taking as a starting point is that there are invariant or defining acoustic and articulatory correlates for each distinctive feature ». Il justifie la variabilité dans les langues par l'ajout de caractéristiques qui viennent renforcer les indices liés à la réalisation du trait phonologique (« enhancement ») : « Enhancing gestures can lead to substantial variability in the acoustic attributes that provide evidence for a distinctive feature ». Ces éléments, qui ne participent pas à la définition du trait distinctif, permettent cependant une meilleure perception de celui-ci. En tant que tels, ils doivent être considérés dans une description phonétique complète du phonème car ils ont aussi leur rôle à jouer dans la langue considérée.

« A paradigm example is the rounding that accompanies the production of /ʃ/ in English as opposed to the lack of rounding in English /s/. There is no reason to suppose that rounding is a distinctive part of the representation of the segment /ʃ/. But this is true only from a phonological point of view. There is no contrast between a rounded and an unrounded /ʃ/ or a rounded and an unrounded /s/. For the phonologist, then, rounding is extraneous. But to the phonetician it is important. In English no description of /ʃ/ that does not include rounding can be said to be complete » (Keyser et Stevens, 2006)

Stevens remarque également que s'il existe une possibilité de renforcement des indices acoustiques liés à la réalisation d'un trait distinctif, il existe également la possibilité d'un affaiblissement des indices liés à la réalisation d'un trait distinctif, en raison de chevauchement d'autres indices liés aux phonèmes environnants. Ainsi, un indice acoustique ou articulatoire dit « invariant » peut ne pas apparaître dans la réalisation du trait distinctif où il est requis. Il se peut même qu'un indice de renforcement subsiste dans la réalisation d'un trait, alors même que l'indice dit invariant ne soit pas présent, auquel cas, ce trait est perçu uniquement grâce à l'indice de renforcement. L'existence d'un indice invariant d'un trait n'implique donc pas que cet indice invariant soit systématiquement présent dans la réalisation du trait.

L'objet de notre thèse ne sera pas de poser un invariant stable entre différentes langues, mais de caractériser la réalisation de phonèmes (/b d g p t k/) dans des langues différentes (français

et mandarin de Taïwan), et de voir dans ces langues données, comment sont réalisés les traits distinctifs qui nous intéressent, afin d'expliquer les écarts de prononciation en français des locuteurs originaires de cette langue. Ainsi, d'un point de vue de l'apprentissage d'une langue étrangère, il n'est pas nécessaire de faire la part des choses entre ce qui est l'invariant universel (problématique de phonologie) et de ce qui ne relève que de la langue. Néanmoins, il est nécessaire de considérer le voisement – qui nous intéresse ici – non pas seulement du point de vue de la vibration des plis vocaux, mais également avec tous les gestes articulatoires et les propriétés acoustiques qui y sont liées qui participent au « renforcement » des indices acoustiques liés à la réalisation du trait.

iii. *Le cas particulier de l'anglais*

La réalisation du trait de voisement en anglais est souvent prise comme exemple, non seulement parce qu'il s'agit de la langue principale de communication dans la recherche phonologique et phonétique, mais aussi parce que cette langue utilise le voisement et l'aspiration pour implémenter un même trait distinctif : le trait de voisement (Lisker, 1986).

« Although they are typically voiceless, English (and other Germanic languages) are commonly said to have voiced stops that contrast with voiceless stops ».
(Ladefoged, 2001)

Lisker (1986) explique qu'en anglais, la présence de voisement sur la consonne implique que ce soit une voisée /b d g/. En revanche, l'absence de voisement n'implique pas toujours qu'il s'agisse d'un /p t k/. Ainsi, /b/ n'est pas voisé en position initiale (Ladefoged, 1982 ; Lisker, 1984). Cependant, /b/ en position initiale n'est jamais aspiré alors que /p/ l'est (Lisker, 1984). Ainsi, /b d g/ anglais ne sont pas prévoisés en position initiale, mais sont généralement voisés en position intervocalique (avec un voisement comparable au français). /p t k/ au contraire, sont aspirés en position initiale absolue (ils ne le sont pas après un /s/, comme dans « stop »). Ainsi, l'anglais utilise le voisement et l'aspiration. Lisker (1986) établit ainsi une liste de 16 paramètres qui permettent d'établir si une consonne est voisée ou non en anglais (voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : Les indices du voisement*).

Les Taïwanais sont généralement plurilingues, parlant dès la naissance ou ayant appris à l'adolescence des langues locales comme le taïwanais ou le hakka. L'anglais est la première langue étrangère apprise à Taïwan et peut de la sorte influencer l'apprentissage des autres langues étrangères comme le français.

4. La perception du voisement

La perception du voisement est catégorielle (Lieberman et al. 1957) : au même point d'articulation, une consonne est perçue comme /p/ ou /b/, il n'y a pas d'intermédiaire. Cependant, les locuteurs/auditeurs ont la capacité de juger la qualité des réalisations des sons produits et de déterminer s'ils sont de bons ou de mauvais exemplaires de la catégorie. Kuhl (1991) fait l'hypothèse qu'il existerait pour chaque phonème un prototype, une sorte de meilleure réalisation possible de la catégorie. Plus une réalisation s'éloigne de ce prototype, moins elle est perçue comme un bon exemplaire. Les catégories seraient organisées autour de

ces prototypes, les réalisations les plus proches y étant assimilées, les éléments y appartenant divergeant le plus seraient à la « frontière ». Selon l'auteur, le prototype attire vers lui la perception des réalisations proches.

Il faut cependant noter que le contexte de prononciation (position prosodique, voyelles en coarticulation, place de l'accent...) va conduire à rapprocher ou éloigner la réalisation de chaque phonème de son prototype. Enfin, les auditeurs de langues d'origine différentes n'interpréteront pas non plus un même stimulus d'une seconde langue apprise de la même façon car les indices acoustiques sont différents. Ainsi, l'identification d'un stimulus ne se fait pas simplement par la réception du stimulus (« bottom up »), mais nécessite aussi une interprétation (« top down ») à partir des connaissances de la langue, de son système phonologique, mais aussi de toutes les composantes de la langue (sémantique, pragmatique...), si ceux-ci sont proposés (nous travaillerons dans le *chapitre 3* (p. 167) sur des logatomes, dépourvus de sens).

5. Les indices du voisement

Les indices acoustiques peuvent être observés sur sa représentation en trois dimensions (temps, fréquence, intensité) : le spectrogramme.

a. Corrélats acoustiques du voisement

Un trait distinctif est, comme nous l'avons vu, un faisceau complexe d'indices, chacun participant plus ou moins pertinemment (Delattre, 1968). Delattre (1958) définit ainsi 10 indices acoustiques pour le voisement en français :

- « 1. la présence de "barre de voix" – ou représentation de la fréquence fondamentale – durant la tenue des occlusives sonores
2. chez les fricatives sonores, présence d'une voyelle neutre durant la friction qui s'ajoute à la "barre de voix"
3. la présence de la transition du formant 1 contribue à la perception de sonorité
4. l'aspiration, c'est-à-dire la présence d'un bruit de turbulence dans les transitions des formants 2 et 3 ajoutée à l'absence de transition du formant 1 contribue à la perception de sourdité
5. la vitesse de la transition du formant 1.
6. la présence de la transition du formant 3 contribue à la sourdité
7. la durée relative de la tenue des intervocaliques
8. l'intensité relative du bruit contribue à la sourdité
9. la durée de la voyelle précédente
10. la distinction de voisement – ainsi que l'opposition de nasalité, résiste bien au bruit ». (Delattre, 1958).

L'indice acoustique le plus étroitement lié à la vibration des plis vocaux apparaît en premier : la présence de « barre de voix » (que nous appellerons « barre de voisement », ou en anglais « voice bar »).

Lisker (1986) analyse les indices acoustiques en anglais qui peuvent distinguer les phonèmes /b p/ dans les mots « *rabid* » et « *rapid* ». Il présente ainsi seize corrélats acoustiques permettant d'opposer des consonnes voisées ou non, vérifiés pour l'anglais :

Occlusion :

- 1) durée de l'occlusion;
- 2) durée du signal glottal;
- 3) intensité du signal glottal.

Pré-occlusion (*pre-closure*) :

- 4) durée de la voyelle;
- 5) durée de la transition du premier formant (F1);
- 6) fréquence de l'offset du F1;
- 7) temps de l'offset de la transition du F1;
- 8) timing de l'offset du voisement;
- 9) contour de la fréquence fondamentale;
- 10) temps de 'disparition' du signal (« *decay time of signal* »).

Post-occlusion (*post-closure*):

- 11) intensité du relâchement;
- 12) temps d'établissement du voisement (VOT);
- 13) temps d'établissement de la transition du F1;
- 14) fréquence de l'établissement du F1;
- 15) durée de la transition du F1;
- 16) contour de la fréquence fondamentale.

Lisker (1986) classe les indices en fonction de leur situation dans la consonne : pendant ou en lien avec l'occlusion, avant l'occlusion et après l'occlusion. Ces indices ne s'arrêtent pas à la frontière de la consonne elle-même mais incluent aussi les phonèmes environnants : le précédent et le suivant. La présence ou l'absence de la fréquence fondamentale (contour de la fréquence fondamentale, VOT...) est distribuée sur plusieurs indices, répartis parmi d'autres. Selon l'auteur, aucun de ces indices seul n'est suffisant pour identifier le voisement.

La présence ou l'absence de la fréquence fondamentale (aussi appelée pulsation glottale, murmure de voisement ou F0) reste en français l'indice principal du voisement. Une consonne en présentant dès le début du relâchement est dite voisée, ou sonore, tandis qu'une consonne n'en ayant pas, (celui-ci apparaissant après le relâchement, s'il y en a) est dit non voisée, ou sourde. L'indice de VOT (voice onset time), indiquant le délai d'établissement du voisement, est souvent utilisé pour opposer les occlusives sourdes et sonores. Il correspond à la durée entre le début du relâchement et le début du voisement (Lisker et Abramson, 1964). D'autres indices pouvant donner des informations sur la présence ou non de F0 ont été proposés en français, comme le V-ratio (Hallé et Adda-Decker, 2007), correspondant au pourcentage de voisement sur la durée de la consonne ou le V-pattern (Hallé et Adda-Decker, 2011), permettant d'indiquer le taux de voisement sur différentes périodes de la consonne. D'autres indices ont été proposés pour le français, comme la durée de l'occlusion dont nous avons parlé précédemment, l'intensité du relâchement, la durée de la voyelle précédente, et différentes variations de la fréquence fondamentale ou du premier formant (F1) à la fin du phonème précédent, ou au début du phonème suivant (van Dommelen, 1983 ; Saerens, Serniclaes et Beeckmans, 1989 ; Duez, 1995).

b. La fréquence fondamentale

Notons que du point de vue perceptif, même un voisement soutenu durant la tenue d'une occlusive sourde n'influence pas sa perception comme occlusive sourde ou sonore : ce qui est important du point de vue perceptif, c'est ce qui se passe autour du relâchement. En français, les occlusives voisées doivent présenter un prévoisement, même bref, c'est-à-dire un départ de voisement avant le relâchement (et donc présent pendant le relâchement), tandis que les occlusives sourdes ont départ de voisement après le relâchement (Serniclaes, 1984, 1987). Serniclaes (1975) remarque qu'une occlusive est perçue comme voisée s'il y a du voisement au voisinage de la détente orale, et qu'au contraire, elle est perçue comme sourde dès que la durée de cet arrêt atteint la durée caractéristique des occlusives sourdes (d'autres indices peuvent intervenir pour les cas d'ambiguïté). Duez (1995) observe, en parole spontanée, que des occlusives françaises /t/ sont toujours perçues comme sourdes si le voisement débute plus de 30ms après le relâchement. Entre 0 et 15ms, elles sont toujours perçues /d/. Malgré ces observations, en français, les occlusives voisées ont tendance à être voisées sur toute leur durée (Saerens, Serniclaes et Beeckmans, 1998), tandis que les occlusives sourdes sont peu ou pas du tout voisées.

c. Le VOT

Lisker et Abramson (1964) posent le VOT comme l'indice unique et pour les oppositions de voisement et pour les oppositions d'aspiration : le plus court ou négatif pour les voisées, intermédiaire pour les sourdes non aspirées, et le plus long pour les sourdes aspirées. Lisker et Abramson (1964) ont déterminé les différentes valeurs de VOT correspondant aux types de consonnes : les occlusives voisées avec un VOT de -125 à -75ms (moyenne de -100ms), les occlusives sourdes et non aspirées avec un VOT de 0ms à 25ms (moyenne de 10ms) et les occlusives aspirées avec un VOT de 60ms à 100ms (moyenne de 75ms)⁹. Selon les auteurs, ces valeurs prennent en compte l'essentiel des différences constatées dans les langues étudiées. Les auteurs attirent cependant l'attention sur des variations dues au lieu d'occlusion de la consonne, les occlusives vélaires présentant constamment un VOT plus élevé. Nous récapitulons dans le Tableau 2 différentes valeurs observées pour l'anglais.

	/b/	/d/	/g/	/p/	/t/	/k/
Lisker et Abramson (1964) anglais américain (position initiale) ¹⁰	1/ -101	5/ -102	21/ -88	58	70	80
Docherty (1992), anglais britannique	15	21	27	42	64	62
Klatt (1975) (position initiale)	11	17	27	47	65	70

Tableau 2 : Valeurs de VOT en anglais des occlusives /b d g p t k/ observées par Lisker et Abramson (1964), Docherty (1992) et Klatt (1975)

Le VOT est un indice « déterminant » dans la perception du trait de voisement des occlusives en français (Serniclaes, 1987). En position prévoicative, Saerens, Serniclaes et Beeckmans

⁹ Toutes les langues ne rentrent pas dans cet ensemble, voir par exemple : Cho et Ladefoged, 1999.

¹⁰ Les auteurs ont distingué les occurrences avec un VOT négatif et un VOT positif, un locuteur (sur les 4) étant à l'origine de 95% des occurrences avec un VOT négatif, suggérant des stratégies de productions différentes selon les locuteurs.

(1988, 1989) concluent que le VOT est l'indice le plus important. En position finale, Van Dommelen (1983) a montré que la durée de la vibration des plis vocaux par rapport au relâchement était l'indice auquel se fiaient le plus les auditeurs, après une expérience faisant varier différents paramètres d'occlusives /d/ et /t/ dans les mots « rade » et « rate » en français.

En français, Serniclaes (1987) évalue à partir de ses propres travaux et d'études antérieures un VOT moyen des occlusives sourdes de 30-35ms. Il mesure des VOT d'occlusives voisées françaises en situation d'environ -130ms (entre -80ms et -200ms) (Serniclaes, 1987). Pour les deux types de consonnes (sourdes et sonores), le VOT est également plus élevé avec les occlusives vélaires (diminution du prévoisement pour les voisées et retard de départ de voisement plus grand pour les sourdes). L'interprétation du VOT est enfin dépendante du débit de parole : les valeurs diminuent lorsque le débit augmente (Summerfield, 1975).

L'indice de VOT a cependant ses limites comme indice de voisement. Mis à part le fait qu'il est parfois critiqué car il peut être dans certaines situations supplanté ou complété perceptivement par d'autres indices (Wajskop et Sweerts, 1973), il pose également des problèmes de mesure. Lisker et Abramson (1967) le remarquent eux-mêmes :

« Occurrences of prevocalic /bdg/ in non-initial position can usually not be measured for VOT when voicing is present in segments preceding the stop closure. The voicing of such a preceding environment tends to continue unbroken into the closure interval. »

Le VOT ne peut pas être mesuré en position intervocalique, d'autant plus en français que les occlusives voisées sont généralement intégralement voisées : le voisement sera ininterrompu entre la voyelle qui précède et la consonne. A partir de là, il ne sera possible de déterminer le début du voisement pour l'occlusive voisée qu'en position initiale post-pausale. En effet, s'il n'y a pas d'interruption du voisement avant la consonne, le départ de voisement ne peut pas lui être attribué. Cette situation est quasi-systématique pour les occlusives voisées françaises en position intervocalique (où le voisement est facilité) et même plus généralement post-vocalique, ce qui rend l'indice du VOT totalement inopérant pour ces consonnes dans ces positions.

Si nous considérons que le départ de voisement dans la voyelle qui suit l'occlusive sourde est dépendant de la voyelle, le VOT inclut le début dévoisé de la voyelle, et cette partie de bruit appartient à la voyelle (Fant, 2006). Pour des raisons pratiques, la segmentation entre le bruit de friction, le bruit d'aspiration et le dévoisement de la voyelle est impossible.

En résumé, le VOT est un indice utile, puisqu'il renseigne du rapport temporel entre le début du voisement et de l'occlusion. Serniclaes (1987) et Saerens, Serniclaes et Beeckmans, (1988) montrent qu'il est l'indice principal lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté, qu'il atteint une durée suffisante en position prévocalique et qu'il n'y a pas de réinterprétation en fonction du sens de l'énoncé (Saerens, Serniclaes et Beeckmans, 1988).

d. Le v-ratio

Le v-ratio (Hallé et Adda-Decker, 2007) est une mesure du pourcentage de voisement sur la durée de la consonne. Il n'informe pas sur la position du voisement par rapport au relâchement

comme le VOT. Les zones voisées sont rapportées à la durée de la consonne pour en donner un pourcentage de la durée. En français, une occlusive voisée est supposée entièrement voisée, notamment en position intervocalique, donc avec un v-ratio de 100% (comme nous l'avons par exemple observé dans Landron et al., 2016). Saerens, Sernicales et Beeckmans (1988) remarquent en effet que :

« les mesures effectuées sur un large corpus d'occlusives intervocaliques insérées dans des phrases suggèrent que les [bdg] s'accompagnent toujours de vibrations laryngées ininterrompues depuis le début de l'occlusion de l'occlusion jusqu'à la fin de la transition d'ouverture vocalique ».

Au contraire, les consonnes sourdes n'ont pas ou peu de voisement. Une absence de voisement se traduit par un taux de 0%. Un voisement incomplet introduira des valeurs intermédiaires. Le v-ratio n'informe cependant pas de la localisation de ce voisement.

Le v-ratio permet de caractériser les consonnes françaises entre les voisées, entièrement voisées, et les sourdes, peu ou pas voisées. Contrairement au VOT, il peut être mesuré en position post-vocalique pour toutes les consonnes, même les consonnes non relâchées. Par contre, il ne peut pas être mesuré en position initiale post-pausale puisque la durée de ces consonnes ne peut pas être définie.

e. Le v-pattern

Le v-pattern (Hallé et Adda-Decker, 2011) est une mesure de pourcentage de voisement sur une fraction de la consonne. Le principe est celui du v-ratio, mais effectué à différents moments de la consonne, non sur la totalité. La consonne est généralement divisée en deux parties égales (comme l'ont fait les auteurs) : début et fin, mais peut l'être en trois parties égales : début, milieu et fin, si la consonne est suffisamment longue.

Le v-pattern permet de préciser des résultats pour un v-ratio indiquant des valeurs intermédiaires (il est inutile avec un v-ratio de 0% où il n'y a pas du tout de voisement, ou de 100% où la consonne présente du voisement du début à la fin). Il permet de déterminer où se trouve le voisement. Hallé et Adda-Decker présentent quatre configurations de *v-patterns* :

« We considered four configurations in addition to fully voiced and fully voiceless : a single portion located at the left edge, at the right edge, or in the middle of the segment, or scattered voicing with possible contact at one or both edges. We call these configurations 'voicing patterns' or *v-patterns*. » (Hallé et Adda-Decker, 2011)

Le voisement peut se trouver à gauche, à droite, au milieu ou dispersé avec possibilité d'un contact avec un ou les deux bords. Dans leurs observations sur l'assimilation en français, les auteurs obtiennent comme résultats que le voisement est rarement dispersé sur la consonne (6,3% des cas au maximum pour les occlusives) et encore moins sur la droite de la consonne (3,7% des cas maximum). Lorsque la consonne n'est pas entièrement voisée ou entièrement dévoisée, le voisement se situe sur la gauche de la consonne, et s'étend vers la droite, jusqu'à, si possible, atteindre la côté droit (et réaliser un voisement complet) :

« Most of the time, voicing lies on the entire segment duration or on the left edge (about 83% of the time). [...] Obstruents generally have a single voiced portion starting from obstruent onset and extending to the right, possibly until obstruent offset. » (Hallé et Adda-Decker, 2011)

Pour les occlusives sourdes, les auteurs observent du voisement à gauche (sur le spectrogramme) :

« The non-zero baseline v-ratios found for voiceless obstruents must therefore measure preceding vowel voicing lag in most situations » (Hallé et Adda-Decker, 2011)

Ce voisement au début d'une consonne sourde est attribué à la voyelle précédente, et peut correspondre à la fin de la vibration des plis vocaux due à la voyelle précédente. Agnello (1975) décrit cet intervalle, appelé V.T.T. (Voice Termination Time), comme l'intervalle qui va de la closure articulaire à la dernière vibration glottique. Le V.T.T. est le délai d'arrêt du voisement et correspond pour Sock (1998) au temps nécessaire à l'amortissement des plis vocaux.

Ainsi, les résultats de v-pattern (ici dans une analyse de l'assimilation en français) mettent en évidence que lorsqu'il y a un voisement incomplet sur une consonne occlusive, sourde ou sonore, celui-ci n'est pas dispersé et tend à être en début de consonne (sur la partie gauche).

f. La durée de l'occlusion comme indice de voisement

Il a été montré (Lehiste, 1970) que les occlusives sourdes sont généralement plus longues dans les langues que les occlusives voisées correspondantes : « there is, therefore, a very widespread tendency among languages to have voiced stops (or voiced obstruents in general) shorter than their voiceless counterparts » (Ohala, 1983). Meynadier et Gaydina (2012) attestent d'une différence de durée des occlusives sourdes et sonores en français, en parole modale et chuchotée.

Saerens, Serniclaes et Beeckmans (1989) montrent ainsi qu'une occlusive sourde avec une phase d'occlusion trop courte en position intervocalique est perçue comme une occlusive voisée. La durée de l'occlusion peut dans cette situation être plus importante que l'absence de F0. Meynadier (2013) (voir aussi Meynadier, Dufour et Gaydina, 2013) analyse la voix chuchotée, donc en absence de vibration des plis vocaux) et remarque : « les durées segmentales n'ont un impact sur la reconnaissance du trait voisé qu'en voix chuchotée et non en voix modale ». Ceci rejoint les observations de Saerens, Serniclaes et Beeckmans (1988) sur la primauté (« la fiabilité ») de l'utilisation de l'indice de VOT.

g. La durée de la voyelle précédente

La durée de la voyelle varie en fonction du type de consonne qui suit : elle est plus courte devant des consonnes sourdes que devant des voisées (Lehiste, 1970). Des résultats similaires ont été observés en français par Meynadier et Gaydina (2012) en parole modale et chuchotée.

Les occlusives sont plus facilement perçues comme voisées si la voyelle précédente est plus longue. Ceci a été observé par Van Dommelen (1983) dans l'expérience mentionnée

précédemment avec les mots « rade » et « rate » où la consonne a été perçue plus souvent comme /d/ après une voyelle plus longue. Meynadier (2013) remarque cependant qu'en voix chuchotée en français, cet indice est moins important dans l'identification du type de consonne que la durée de la consonne.

Ohala (2011) met ce phénomène en rapport à la durée de la consonne elle-même, les occlusives sourdes étant plus longues que les voisées :

« A further consequence of making voiced obstruents short is that the preceding vowel can become long. (Whether this comes about because the vowel now occupies more of the time allotted to the VC sequence or because the longer vowel length creates a useful contrast with the shorter C whose shortness is itself a cue to its identity is an open matter.) » (Ohala, 2011)

Ainsi, que ce soit pour créer un contraste entre la durée de la voyelle et celle de la consonne, ou pour correspondre à une certaine durée globale de la rime, le phénomène est attesté.

h. L'intensité du relâchement

La pression intra-orale est plus importante pour les occlusives sourdes (ce qui correspondrait au trait [fortis] vs. [lenis] dont nous avons parlé dans la partie : *Les traits liés au travail laryngé*), (Malécot, 1955, 1966). Une plus forte pression intra-orale conduit à une plus forte intensité du relâchement.

L'intensité du relâchement est un indice important pour distinguer les occlusives sourdes et les occlusives voisées (Jakobson et al., 1952 ; Repp, 1979). Repp (1979) montre que les auditeurs identifient les occlusives comme sourdes quand le relâchement est plus intense, et comme des occlusives voisées lorsqu'il l'est moins. Il fait également l'hypothèse que cet indice est encore plus pertinent dans les langues où il n'y a pas d'aspiration. En français, une occlusive sourde nasalisée et voisée contextuellement et donc dépourvue de silence durant sa tenue, comme le /t/ de « lentement » par exemple, est identifiée comme sourde par un auditeur à l'aide de la forte intensité de son relâchement (Vaissière, cours sl444 ; voir aussi : Androjna, 2010). Williams (1977) supprime le prévoisement d'occlusives espagnoles voisées (les occlusives sourdes sont non aspirées dans cette langue) en position initiale, et observe également qu'une identification correcte de l'occlusive reste possible grâce à la faible intensité du relâchement et du départ de voisement immédiat après le relâchement.

Des études plus récentes de Meynadier et Gaydina (2012, 2013) confirment cette différence en français, en voix modale et chuchotée (quoique réduite dans ce dernier cas).

La tension de tous les articulateurs empêche l'extension du volume supra-glottique, ce qui défavorise le voisement. Stevens (1999) explique: « This greater stiffness limits the expansion of the vocal tract volume in response to the increased intraoral pressure ».

Les mesures d'intensité sont particulièrement délicates à enregistrer et à interpréter. Elles dépendent du volume de la voix, et ce volume peut changer au cours de l'enregistrement. Elles dépendent de la distance de chaque locuteur au micro lors de la prise de données et cette distance est en général non contrôlée: « doubler la distance entre un locuteur et le microphone

d'enregistrement par exemple revient à diminuer l'amplitude d'un facteur 2 et d'une intensité de 4 » (Martin, 2008). Pour un même locuteur, un micro-casque garantit une distance stable locuteur-micro, ce qui est utilisé pour l'enregistrement de notre corpus PhoDiFLE.

Nous n'analysons pas l'intensité du relâchement dans notre thèse.

i. Les variations de F0

Les observations faites concernent essentiellement l'influence de la consonne sur la F0 de la voyelle suivante. La F0 est plus basse après une occlusive voisée qu'après une occlusive sourde.

Comme mentionné auparavant, Halle et Stevens (1971 ; voir aussi Stevens, 1991) attribuent ainsi l'augmentation de la fréquence du fondamental au début de la voyelle suivante à la tension de plis vocaux sur les occlusives sourdes. Cette augmentation de F0 est la conséquence de la rigidité des plis vocaux :

« At the onset of glottal vibration in the vowel immediately following the consonant release, the enhanced vocal fold stiffness results in a raised frequency of glottal vibration, which then decreases as the stiffness is relaxed » (Stevens, 1999).

Ce phénomène a été observé par Löfqvist et al. (1989) qui notent une augmentation d'activité du muscle responsable de la tension du larynx pendant les occlusives sourdes.

La hauteur du larynx peut également être impliquée dans le phénomène. La fréquence fondamentale diminue lorsque le larynx est abaissé (Moeller et Fischer, 1904 ; Ohala, 1972 ; Ewan, 1976). Pour produire du voisement, le larynx peut être abaissé (Ewan et Krones, 1974 ; Ewan, 1976), ce qui peut contribuer à augmenter le volume des cavités supra-glottiques et donc à maintenir plus longtemps la différence de pression trans-glottique.

Ces deux processus peuvent influencer sur la F0 au début de la voyelle suivante : la tension des plis vocaux augmentant la F0 après une consonne sourde, l'abaissement du larynx diminuant la F0 après une occlusive voisée (Maddieson, 1996). Honda et al. (1999) ont montré avec des images obtenues par IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) un lien entre les deux processus : le fait de monter le larynx facilite l'étirement des plis vocaux, alors qu'au contraire, le fait de l'abaisser conduit à un raccourcissement et un relâchement des plis vocaux.

L'augmentation de la F0 au début de la voyelle suivante après une occlusive sourde, ou sa diminution après une occlusive sonore est d'ailleurs aussi à l'origine de la séparation des quatre tons du chinois ancien (aussi appelé « archaïque ») en huit tons en chinois médiéval (aussi appelé « moyen ») en fonction de la consonne précédant la voyelle, les consonnes voisées étant à l'origine des tons du registre bas et les consonnes sourdes des tons du registre haut. Ces oppositions ont supplanté l'ancienne opposition de voisement (Hagège et Haudricourt, 1978) excepté dans quelques « dialectes » comme le Wu (lire par exemple : Norman, 1988 ; Gao, 2015).

Le processus physiologique qui se trouve derrière ce phénomène devrait le rendre universel : l'on devrait trouver la F0 systématiquement plus haute après des occlusives sourdes et plus

basses après des occlusives voisées. Kingston et Diehl (1994) observent qu'il existe des contre-exemples et défendent ainsi l'idée que le processus doit au contraire être contrôlé afin de renforcer l'opposition de voisement.

Saerens, Serniclaes et Beeckmans (1988) ont montré qu'en français, en syllabes isolées (hors contexte), la F0 sur la voyelle suivante joue un rôle important dans la discrimination sourd/voisé lorsque le VOT est ambigu.

j. Le premier formant (F1)

Le voisement est associé à d'autres indices acoustiques ou perceptifs que nous n'étudierons pas dans cette thèse. Summerfield et Haggard (1977) mettent en évidence que la hauteur relative du premier formant (F1) de la voyelle suivante joue un rôle en anglais : il est plus grave après les consonnes voisées qu'après les consonnes sourdes. Ces mêmes auteurs remettent en cause l'importance de la durée des transitions du F1, citées pourtant plus tard dans les paramètres de Lisker (1986) autant pour la voyelle précédente que pour la suivante.

Le voisement et l'aspiration peuvent être étudiés sous leurs aspects articulatoire, aérodynamique, acoustique ou perceptif. Le voisement est utilisé en français pour assurer le contraste entre /b d g/ et /p t k/, et l'aspiration en chinois entre /p t k/ et /p^h t^h k^h/.

L'articulation du voisement et de l'aspiration implique le larynx et les plis vocaux. Ces derniers nécessitent pour vibrer une différence de pression de l'air trans-glottique suffisante, un accolement suffisant des plis vocaux et une tension peu élevée. Tout l'appareil phonatoire est également impliqué, passivement ou activement, pour influencer sur les différentes contraintes aérodynamiques et permettre une extension de la cavité supra-orale ou la bloquer.

Acoustiquement, le début du voisement visible dans les basses fréquences du spectrogramme peut être mesuré par rapport au relâchement de la consonne : c'est le VOT, l'indice le plus souvent retenu et le plus fiable pour le voisement et pour l'aspiration. Le v-ratio et le v-pattern permettent de quantifier le voisement de la consonne, globalement ou en deux parties (début et fin) ou trois parties (début, milieu et fin) de la tenue de l'occlusion. La durée de l'occlusion, la durée de la voyelle précédente et les variations de F0 et de F1 au début de la voyelle suivante et à la fin de la voyelle précédente sont parfois indiqués comme d'autres indices du voisement.

Selon les langues, les indices n'auront pas la même interprétation ni le même poids. Perceptivement, les auditeurs identifient les sons en fonction des catégories de leur langue et sont capables d'évaluer la qualité d'un son produit par rapport à un prototype.

Enfin, le contexte, de par son influence favorisant ou défavorisant le voisement et l'aspiration est pris en compte par l'auditeur pour catégoriser les consonnes. La décision varie selon la langue que l'on connaît.

Chapitre 1 – Deuxième partie. Les particularités linguistiques des locuteurs taiwanais

La langue principale parlée à Taïwan est aujourd’hui le mandarin de Taïwan, un parler local de chinois mandarin. Sa norme est le *guoyu*, différente du *putonghua* qui s’est formé à la suite de la prise de contrôle de la Chine par le régime communiste, tandis que Taïwan gardait l’ancienne norme. Pour autant, bien qu’ayant de petites différences, les deux appellations ne sont que des variations d’une même langue.

Le taiwanais est une variation du *minnan* propre à Taïwan et est la langue maternelle d’environ 75% de la population. Il existe une forte interaction locale entre ces deux langues (le taiwanais était parfois considéré comme un dialecte du chinois). Les deux systèmes phonologiques présentent cependant des différences, notamment au niveau des occlusives. Le mandarin de Taïwan ne possède que l’opposition d’aspiration entre /p t k/ et /p^h t^h k^h/ tandis que le taiwanais possède en plus les occlusives voisées /b g/.

Il existe également à Taïwan des communautés hakka et aborigènes avec leurs propres langues, procurant à Taïwan une grande diversité de langues, et un multilinguisme largement répandu. La langue de l’enseignement et des médias traditionnels est le mandarin de Taïwan.

L’écriture du chinois en caractères chinois (équivalent de « sinogramme » dans notre thèse) transcrit le sens. Le (*Hanyu*) pinyin est la transcription officielle en caractères latins de République populaire de Chine (R.P.C.) et tend à s’imposer y compris à Taïwan. La transcription des consonnes /p t k p^h t^h k^h/ se faisant respectivement avec les symboles « b, d, g, p, t, k », participe, parmi d’autres facteurs, à confondre l’opposition d’aspiration du chinois et l’opposition de voisement en français.

Les locuteurs Taiwanais parlent plusieurs langues (parfois considérées comme des dialectes). Ainsi, « la situation à Taiwan est habituellement qualifiée de diglossique » (Saillard, 2003). Les principales langues sont le chinois mandarin et le taiwanais (appelé aussi *minnan* (*min* du sud), *hoklo*¹¹ (ou *holo*, = « Hokkien » en anglais), « *taiyu* » ou « *minnanhua* » (*en chinois*), etc.).

Nous allons nous intéresser dans cette partie aux systèmes phonologique des consonnes du chinois et du taiwanais. Pour le premier, d’abord nous faut-il définir ce qu’est le chinois. En effet, le chinois comme langue unique n’existe pas. Tous les locuteurs du chinois ne parlent pas le même chinois. Le mandarin, le « *guoyu* », le « *putonghua* », « *zhongwen* », « *hanyu* », « *guowen* », « *huayu* », « *huawen* », « *zhongguohua* » sont autant d’appellations du chinois qui ne désignent pas toutes exactement la même chose. Par ailleurs, pour une appellation donnée, dans une région donnée, les linguistes eux-mêmes ne sont pas d’accord sur le nombre de phonèmes.

Dans cette thèse, nous nous intéresserons au chinois standard et au mandarin de Taïwan, tel que ce « chinois » est parlé à Taïwan. Il n’est cependant pas possible d’expliquer le mandarin de Taïwan sans parler du taiwanais, principale source d’influence sur le mandarin parlé à Taïwan. Nous distinguons également la norme du mandarin de Taïwan (« *guoyu* ») de l’influence du taiwanais constitutif d’un accent local.

¹¹ Ministère de l’information de la République de Chine (Taiwan), 2008.

1. Bref historique

a. Le chinois et le chinois standard

Le chinois en tant que langue n'existe pas à proprement parler.

« On ne saurait parler d'UNE seule langue chinoise, mais plutôt de variétés, de très nombreuses variétés, de chinois » ; « LE chinois, c'est d'abord un nom générique, un hypéronyme, qui comprend des sous classes et des variétés » (Yang-Drocourt, 2007).

Si le chinois doit être compris comme une langue, alors il sera compris comme la norme, « le chinois, c'est la langue standard » (Yang-Drocourt, 2007). Mais si l'on parle de chinois standard, il ne faut pas le comprendre au même titre que le français. En Chine, la norme est rarement réalisée :

« Le chinois standard, également, doit être conçu comme une langue idéalisée, un modèle dont tous les sinophones seraient censés se rapprocher, à cela près que sa standardisation est loin d'atteindre le même niveau de perfection que celle du français ». (Yang-Drocourt, 2007)

Le seul à vraiment l'utiliser, c'est l'Etat, ou bien tous ceux qui doivent s'exprimer de façon officielle ou publique :

« Dans la pratique, c'est la langue officielle d'un Etat, celle de l'administration et de l'enseignement, celle qui est employée par les présentateurs à la radio et à la télévision. Hors des communautés chinoises et pour les non sinophones, c'est la langue présentée et expliquée dans les méthodes d'apprentissage, celle que l'on enseigne dans les établissements scolaires en France en tant que « chinois langue étrangère » ». (Yang-Drocourt, 2007)

Le chinois standard en tant que langue ne permet donc pas de bien définir la langue que parle une population donnée. Il est donc nécessaire d'être plus précis dans notre appellation.

b. Le chinois mandarin

Une autre appellation possible, utilisée également pour les Taïwanais est : « chinois mandarin ». Mais lorsque l'on dit que les Taïwanais parlent chinois mandarin, qu'entend-on par là ?

Le mandarin a une longue histoire. A l'origine, il s'agissait d'une langue qui devait être utilisée par tous. La référence était la langue utilisée à la capitale. Langue qui se voulait raffinée, elle était utilisée dans les occasions les plus solennelles, et pour toutes les démarches administratives, législatives, scientifiques... Elle provient à l'origine de la ville de Nankin, toutefois, à travers l'histoire, l'influence de Pékin se faisant de plus en plus forte, l'on a distingué deux mandarins, celui du sud et celui du nord, issu du premier, mais avec l'influence du parler de Pékin. C'est dans la deuxième moitié du dix-neuvième siècle que le mandarin du nord s'est finalement imposé, mais en restant la langue impériale, des lettrés et des scientifiques.

c. *guoyu*

Au début du XX^{ème} siècle, afin d'unifier à nouveau les différents parlars de Chine, l'on a cherché à définir une norme à ce mandarin du nord, très variable selon les régions. On lui a même donné un nom : le *guoyu*, langue nationale.

« La future « langue nationale » n'était plus synonyme de « mandarin pékinois » : elle entendait désigner désormais une langue officiellement NORMALISEE » (en 1910) (Yang-Drocourt, 2007).

La langue utilisée n'étant pas la même entre l'élite, le peuple et les différentes régions, le *guoyu* a en fait d'abord été une langue fabriquée. Mais devant la difficulté à diffuser une langue inventée, la norme de prononciation est vite devenue celle du parler de Pékin.

En 1945, le Guomindang avec son leader Tchang Kaï-chek est obligé de fuir Pékin face aux communistes et il se réfugie à Taiwan, cédé alors depuis peu par les Japonais. On n'y parle alors que le japonais, le minnan, le Hakka et les différentes langues aborigènes. Le chinois mandarin n'y est donc pas pratiqué, sinon par les continentaux juste arrivés. Le gouvernement de Tchang Kaï-chek impose alors la langue dénommée *guoyu* à la population, au prix de sévères sanctions. La langue sera adoptée par la population, mais ne fera pas disparaître les autres : « Mandarin will become the lingua franca while Southern Min and Hakka will be used only among native speakers and in ethnically homogeneous areas » (Young, 1986). Le *guoyu* n'est donc pas devenu la langue de toute la population de l'île mais a réussi à s'imposer comme langue principale : « Mandarin promotion has become so pervasive in Taiwan that the use of non-Mandarin dialects are diminishing » (Young, 1986).

Le *guoyu* est aujourd'hui encore l'appellation du chinois de Taiwan. Taiwan conserve donc encore aujourd'hui cette norme, mais la prononciation a évolué, notamment avec l'influence des autres langues de l'île. Toutefois, elle n'a pas subi les évolutions imposées par le régime communiste. Si les continentaux et les insulaires se comprennent, l'utilisation actuelle de la langue est différente.

d. *putonghua*

La révolution communiste est l'étape suivante dans l'évolution de la langue officielle de Chine. Le terme désignant la langue commune a ainsi changé, devenant le *putonghua*, qui signifie le « parler universel » qui se voulait plus populaire que le terme *guoyu* associé à la bourgeoisie et à la minorité Han. A son origine, le *putonghua* prétendait provenir « du chinois du nord comme dialecte de base » (Yang-Drocourt, 2007), mais en fait, ce dialecte du nord était lui-même « composé de plusieurs branches » (Yang-Drocourt, 2007). Ainsi, le *putonghua* emprunte au dialecte de Pékin son système phonologique, mais la prononciation des mots varie, provenant parfois du dialecte de Pékin, parfois du mandarin, parfois les deux étant possibles. Enfin, la grammaire est inspirée du « chinois écrit non littéraire » (Yang-Drocourt, 2007). On voit donc que les fondements du *putonghua*, ou le chinois standard selon une autre dénomination, sont différents de ceux du *guoyu* et du chinois de Pékin.

« Although SC [Standard Chinese] is very similar to the Beijing dialect, these two are not identical. [...] the vocabulary and the grammar of SC are based on the

broader northern Mandarin dialects and there are phonetic and phonological differences between SC and the Beijing dialect» (Lin, 2007).

Aujourd'hui, le *putonghua*, bien que diffusé dans les médias et utilisé comme langue officielle, n'est pas utilisé et compris par tous les chinois. Ainsi, une enquête en Chine 1999 à 2001, publié en 2004 (sauf Hong-Kong et Macao) montre que :

« plus de 86% des sinophones parlent avant tout un dialecte¹². [...] seuls 53% des sinophones, toutes catégories confondues, sont capables de communiquer en *putonghua* » (Yang-Drocourt, 2007).

Le *putonghua* n'est donc pas partagé par tout le monde.

e. Autres appellations

Nous avons relevé d'autres appellations du « chinois » : « *zhongwen* », « *hanyu* », « *guowen* », « *huayu* », « *huawen* », « *zhongguohua* ». Ces appellations sont des transcriptions en *pinyin* (Hanyu pinyin), la transcription officielle de Chine (R.P.C.) en caractères latin des caractères chinois. Elles portent chacune une histoire et un référent différent (voir Yang-Drocourt, 2007). Le premier, « *zhongwen* » est utilisé pour poser le « chinois » comme langue, au même titre que le français ou l'anglais. Il fait cependant plutôt référence à l'écriture (en raison du « *wen* »). « *Hanyu* » fait plus référence à la langue et est recommandée comme appellation, mais dans l'usage, elle fait plus formelle. « *guowen* » fait référence à « *guoyu* », la norme utilisée à Taïwan. C'est là qu'elle est le plus utilisée et fait plutôt référence à l'écrit. « *huayu* » et « *huawen* » sont des expressions plus récentes qui remplacent petit à petit l'expression « *hanyu* » pour respectivement désigner l'oral et l'écrit, en dehors de la Chine continentale. La dernière expression, « *zhongguohua* » fait référence à la langue de Chine continentale (R.P.C.). L'expression est moins soutenue.

2. Que désigne le « chinois mandarin » aujourd'hui ?

a. Le « chinois mandarin » aujourd'hui

Nous avons vu dans cet historique que le terme de chinois mandarin réfère à une dénomination passée qui a de plus beaucoup évolué. De parler de Nankin à langue officielle du nord avant qu'elle ne soit normalisée, son utilisation semble aujourd'hui inappropriée. Aussi, il est bon de rappeler que « le mandarin n'est pas le chinois standard »¹³ (Yang-Drocourt, 2007). L'utilisation du terme est cependant possible dans la vie courante :

¹² L'auteure utilise le terme de « dialecte » pour désigner ce qui peut aussi être appelé « langue sinitique », mais qui n'est pas reconnu officiellement comme une « langue » en Chine. « C'est donc dans un contexte sociolinguistique qu'on emploierait le terme de « dialecte », appliqué à toutes les variétés régionales, par opposition à la langue commune de forme haute : le mandarin d'autrefois et le *putonghua* de nos jours » (Yang-Drocourt, 2007).

¹³ Yang-drocourt (2007) rappelle que « le *Grand Robert* définit clairement le mot mandarin comme un « dialecte du chinois moderne, parlé notamment à Pékin » ; et on lit, dans le *Grand Larousse de la langue française*, que c'est le « nom traditionnel du *kuan-hoa*, un des plus importants dialectes du chinois moderne » ». L'auteure

« Dans la vie courante, en revanche, par convention ou par commodité, il continue à avoir cours pour désigner la lingua franca chinoise. [...] Autrement dit, le produit a évolué avec le temps, mais on a gardé la vieille étiquette » (Yang-Drocourt, 2007).

Ainsi, c'est plus par habitude que par convention que le terme reste utilisé et il ne désigne plus du tout aujourd'hui ce qu'il désignait lorsque le terme est apparu.

b. Le groupe « chinois mandarin »

Il désigne ainsi un ensemble de parlers : « le Nord et l'Ouest forment une très grande zone où se parlent des dialectes relativement homogènes, leur intercompréhension ne posant pas de problèmes majeurs. Les dialectologues appellent ce grand ensemble le « chinois du nord », ou le « dialecte mandarin » (Yang-Drocourt, 2007). Il regroupe ainsi un ensemble de parlers suffisamment communs pour être regroupés :

« Si, entre Harbin au Nord-Est, Nankin à l'Est, Xining à l'Ouest et Kunming au Sud-Ouest, les parlers locaux sont, presque tous, considérés comme des VARIETES du groupe mandarin, c'est que leurs systèmes phonétique, lexical et syntaxique sont en majeure partie homogènes et que les différences à l'oreille, perçues le plus souvent comme des « accents », ne constituent guère des obstacles à l'intercompréhension » (Yang-Drocourt, 2007).

Ainsi, le chinois mandarin désigne communément le chinois tel qu'il est parlé par les populations, donc finalement un ensemble de parlers différents, mais intercompréhensibles. Le chinois mandarin n'est pas le chinois dans la norme, le chinois standard, mais il désignera pour nous le chinois tel qu'il est utilisé, et il possède donc des variantes, des variétés.

c. Le « chinois mandarin » à Taiwan : le mandarin de Taïwan

Qu'en est-il pour Taiwan ? En effet, si le chinois parlé à Taiwan se réfère au *guoyu*, peut-on considérer qu'il s'agisse d'une variété du chinois, alors qu'en Chine, la référence est le *putonghua* (le chinois standard) qui s'est développé après et en parallèle ?

La première réponse semble être oui. L'on trouve ainsi dans un manuel de chinois langue étrangère utilisé à Taiwan la précision : « The language taught in this book is Mandarin Chinese, which is the official language both in Mainland China and Taiwan » (Yeh et al., 2005). En effet, rappelons que le chinois enseigné aux étrangers est le chinois standard. Les manuels de chinois langue étrangère n'évoquent donc pas de différence. Ainsi, Lin (2007) précise :

« The prescribed standard in Taiwan and Singapore is essentially the same as that in mainland China with some minor differences in the use of vowel rhotacization and neutral tone and in vocabulary » (Lin, 2007).

Il existe ainsi des différences au niveau de la norme entre le chinois standard (*putonghua*) et le chinois standard de Taiwan (*guoyu*), mais elles sont trop faibles pour les considérer ne serait-ce que comme des dialectes. Au niveau du parler cependant, l'appellation « mandarin de

conclut que « par définition, dans les ouvrages linguistiques, ce terme ne saurait être employé comme synonyme du chinois standard ».

Taiwan » ne convient pas seule à tous les auteurs, une influence plus ou moins grande du taiwanais pouvant être observée. Ainsi, on peut distinguer le « mandarin Taiwan » en tant que le mandarin correspondant à la norme à Taiwan (guoyu), et un mandarin de Taiwan subissant l'influence du taiwanais. Lin (2007) propose ainsi la précision terminologique :

« *Taiwan Mandarin (Taiwan Guoyu)* is a term that has been used to refer to either the local norm of SC [Standard Chinese] in Taiwan or the non-standard accents heavily influenced by Taiwanese or both. To make a finer distinction between these two types, I refer to the local norm of SC in Taiwan as *Taiwan SC* (which has less divergence from the standard norm and less Taiwanese accent) and the non-standard accents as *Taiwanese-accented SC* (which has more divergence from the standard norm and a heavier Taiwanese accent). » (Lin, 2007)

Le mandarin de Taiwan est différent du chinois mandarin actuel de Pékin, mais il conserve suffisamment de similitudes pour que les deux parlers soient intercompréhensibles et être considérés fondamentalement comme la même langue. Le taiwanais influence ce parler et en modifie l'usage, augmentant l'effet d'un « accent » local.

d. Origine des différences du mandarin de Taiwan

Nous présentons ici les particularités de la langue parlée à Taiwan.

« there are some features that are shared by most Taiwanese speakers of SC [Standard Chinese], which make the accent rather distinctive » (Duanmu, 2000).

i. *Un parler plus conservateur*

L'évolution à partir du dialecte de Pékin a pris des chemins différents rendant le parler de Taiwan plus « conservateur » et celui de Chine « révolutionnaire et réformateur » (Yang-Drocourt, 2007). Au niveau du lexique, les dénominations changent beaucoup, et même s'ils se comprennent, les deux langues ne nomment pas les choses de la même façon. Il est ainsi fréquent de rencontrer des cas où des formes utilisées communément en Chine seront considérées comme un peu vulgaires à Taiwan, tandis que d'un point de vue chinois, on considérera totalement désuètes d'autres appellations taiwanaises. Il existe cependant des influences entre les deux parlers, et ces dernières décennies, l'on peut entendre sur le continent des expressions venues de Taiwan. Plus quotidiennement, le vocabulaire, qui suit les innovations, ou l'évolution même de la langue, a pris des chemins différents entre les deux rives du détroit de Taiwan.

La structure de la langue a suivi le même principe.

« Le *guoyu* de Taiwan est caractérisé par de nombreux éléments hérités de la langue classique : pour un Chinois du continent, une part de sa syntaxe et de son lexique appartient au pur style écrit » (Yang-Drocourt, 2007).

Le conservatisme du chinois de Taiwan lui donne son aspect plus traditionnel.

Finalement, des écarts se sont également produits au niveau de la prononciation.

« Une étude a comparé les 3500 caractères les plus usuels : pour 789 d'entre eux, c'est-à-dire 23%, il existe, entre la prononciation en putonghua et la « prononciation nationale » de Taiwan, une différence de son ou de ton. [cf. *Chen Ping, 1999*] » (Yang-Drocourt, 2007).

Un quart des mots les plus usuels sont ainsi prononcés de façon différente. L'origine de l'évolution de la prononciation provient également de l'influence des autres langues parlées à Taiwan.

ii. *L'influence du taïwanais*

Une des raisons importantes de ces divergences est l'influence manifeste du taïwanais. Le taïwanais est une forme (dialecte) du minnan (hoklo) proche des dialectes du Quanzhou, du Zhangzhou et du dialecte de Xiamen (anciennement Amoy) (Yang-Drocourt, 2007 ; Lin, 2007).

Le taïwanais est la deuxième langue (voir Lin, 2007 ; Norman, 1988 ; Ding, 2005) la plus parlée sur l'île, après le mandarin de Taiwan. En effet, les deux langues sont connues par la plus grande partie de la population et leur utilisation est très fréquente :

« Taiwanese Min-nan [...] is the mother tongue of more than 75% of the population in Taiwan. Most people in Taiwan speak at least 2 languages in their daily lives, i.e., Mandarin and Taiwanese ». (Lyu et al., 2002)

Lin (2007) nous confirme : « Since about three quarters of the people speak Taiwanese, the SC [Standard Chinese] spoken in Taiwan is mostly influenced by Taiwanese ». Yang-Drocourt (2007) donne le chiffre de 79% des Taïwanais qui utilisent le taïwanais ou le comprennent. Pour Huang (1993), la population Minnan (Holo) est estimée à 73,3% mais 82,4% de la population à Taïwan peut parler taïwanais.

Comme dans beaucoup de régions où l'on parle le chinois mandarin, la population taïwanaise parle au moins deux langues, au statut différent. Yang-Drocourt (2007) et Saillard (2003) présentent ainsi cette diglossie :

« l'une dite « forme haute », est plus prestigieuse, étant la langue de la culture, de l'enseignement, des activités professionnelles et des circonstances formelles ; l'autre, « de forme basse », est la langue que l'on a apprise naturellement, celle que l'on emploie en famille, entre copains, au bistro, au marché, bref, dans la vie quotidienne ». (Yang-Drocourt, 2007)

« Comme telle, elle ([la forme haute]) remplit les fonctions officielles et d'éducation, elle est normalisée et largement utilisée par les médias. Son statut de variété haute implique aussi qu'elle ne soit utilisée dans des occasions informelles que par les locuteurs qui l'ont pour langue première. En revanche, les langues locales, dialectes historiques du chinois ou langues austronésiennes, sont typiquement considérées comme variétés basses, remplissant des fonctions de convivialité, d'identification au groupe, et étant apprises comme langues premières par les groupes correspondants. » (Saillard, 2003)

Cette distinction tend aujourd’hui à disparaître depuis la fin de la loi martiale en 1987. Saillard (2003) note ainsi que cette « vue conservatrice de la situation, mérite aujourd’hui d’être quelque peu révisée ». L’auteure ajoute :

« Les phénomènes les plus frappants sont d’une part, l’acceptation du chinois standard comme langue de la convivialité par un nombre croissant de personnes, et d’autre part, l’expansion d’une langue locale, le minnan, qui semble jouer un rôle de langue véhiculaire, et qui donc ne se limite plus à marquer l’appartenance à un groupe culturel donné. » (Saillard, 2003)

Les frontières entre l’utilisation du chinois et du taïwanais dans la vie quotidienne s’efface. Le taïwanais n’est plus considéré comme une forme basse au contraire, la langue taïwanaise est aujourd’hui devenue un enjeu politique et identitaire de la nation – et non plus communautaire pour un groupe donné – et est enseignée et utilisée notamment par certains médias ou politiciens : « il est maintenant un signe extérieur de la conscience taïwanaise, et, en faisant son entrée dans la politique et les médias, est devenu une arme politique aux mains de l’opposition » (Saillard, 2003). Sa transmission par les parents diminue cependant, préférant apprendre le mandarin à leurs enfants. C’est à l’adolescence que les jeunes Taïwanais apprennent et utilisent le plus le taïwanais aujourd’hui (Goudin, 2012). Les deux langues sont même ainsi parfois mélangées dans un même discours comme le remarquent par exemple Lyu et al. (2006) ou Shelley-Hsieh (2005):

« In Taiwan, at least two languages (or dialects, as some linguists prefer to call them) – Mandarin and Taiwanese – are frequently mixed and spoken in daily conversations. It also becomes a type of skilled performance in a public speech » (Lyu et al., 2006).



Figure 1. Example for Mandarin-Taiwanese code-switching speech is extracted from a TV program. This speech waveform is labeled in three layers, which represent the English translation, the Chinese character sequence and language identity, respectively.

Graphique 1 : Exemple du phénomène de code-switching à Taiwan (source : Lyu et al., 2006)

« During the last fifty years, Mandarin has inevitably borrowed from Taiwanese, the language spoken by most people in Taiwan. This borrowing has become increasingly frequent with a large quantity of Taiwanese loanwords occurring in the everyday dialogues of young people and in newspaper headlines » (Shelley-Hsieh, 2005).

Des mots du taïwanais entrent ainsi dans l'utilisation quotidienne du chinois à Taiwan.

Finalement, ce phénomène de « Code-Switching » ne sous-entend pas que le changement soit aussi radical lorsque l'on passe d'une langue à l'autre, ce ne sont pas strictement deux systèmes phonologiques qui s'alternent, et de la même façon qu'en apprenant une langue, on peut garder l'influence de sa langue maternelle, la prononciation en chinois mandarin à Taïwan est influencée par le taïwanais.

« le chinois standard parlé aujourd'hui par les Taiwanais de souche est phonologiquement, syntaxiquement et lexicalement quelque peu différent de la langue « standard » qui a été introduite à Taiwan à la fin des années 40. Les Taiwanais en sont si conscients qu'ils désignent ce nouveau standard par le vocable de « langue nationale de Taiwan » (Taiwan guoyu). Kubler (1981) montre que ce standard est le résultat d'une influence du minnan sur le chinois standard aux niveaux syntactique, lexical et phonologique. » (Saillard, 2003)

La prononciation est donc concernée aussi, comme le confirment Lyu et al. (2005) :

« “Chuang” is often mistakenly pronounced “cuang” (the un-retroflex of “chuang”) by native Taiwanese speakers, who do not have un-retroflex consonants in their language » (Lyu et al., 2005).

Ainsi, la prononciation de certains phonèmes change fondamentalement et peut donner lieu à des différences de nombre de phonèmes entre le mandarin de Taïwan et des parlers continentaux.

En ce qui concerne les différences entre le minnan et le mandarin, l'étude de Lyu et al. (2002) pour la reconnaissance automatique de parole entre les deux langues relève :

« In this research, we use a single phonetic set to cover all the sounds of Taiwanese/Mandarin speech. [...] We have a set of 429 base syllables for Mandarin and a set of 825 base syllables for Taiwanese. There are 183 common base syllables for both languages, and thus a set of 1049 distinct base syllables are obtained when considering both languages simultaneously. Similarly, there are 37 phones for Mandarin and 52 phones for Taiwanese. A set of 63 phones are necessary to transcribe both languages. Despite their similarity in basic syllable structure, Mandarin and Taiwanese have fairly different phonological rules and phonetic composition. For example, in Taiwanese, there are additional Nasalized Vowels and Stop Vowels, which do not exist in Mandarin. » (Lyu et al., 2002)

Les systèmes phonologiques du taïwanais et du chinois standard sont différents et leur interaction modifie le parler de Taïwan.

De même, les tons et l'accentuation du taïwanais influent sur les tons du mandarin de Taïwan. Le taïwanais ayant peu de perte d'accentuation sur des syllabes finales de mots, la perte du ton sur la dernière syllabe de mots dissyllabiques qui en résulte en *putonghua* est plus rare dans le mandarin de Taïwan, et plus rare encore sur les personnes ayant un fort accent taïwanais :

« Stress loss and the neutral tone occur less frequently in Taiwan SC and much less frequently in Taiwanese-accented SC since Taiwanese has only a few grammatical words with a neutral tone ». (Lin, 2007)

D'autres différences peuvent apparaître, notamment dans la réalisation du ton 3, dont l'intonation remonte rarement en fin de syllabe à Taïwan alors qu'elle remonte le plus souvent si la syllabe est finale en putonghua, ou des différences de tons avec lequel sera prononcé un mot (à Taïwan : France (法國) est prononcé : [fa\ŋuoʔ] ; et en Chine : (法国) est prononcé [fa\ŋuoʔ]).

Pourtant, ces différences d'utilisation de la langue et de prononciation ne sont pas assez grandes pour exclure le chinois de Taiwan de l'appellation de mandarin : « en 1991, environ 90% de Taïwanais, soit la quasi-totalité de la population de moins de soixante ans, étaient capables de parler ce que les linguistes préfèrent appeler le « mandarin de Taiwan » » (Yang-Drocourt, 2007). L'auteur ajoute : « On compare volontiers le chinois de Taiwan et celui du continent à deux branches du même tronc commun » (Yang-Drocourt, 2007). Ces parlers différents (Pékin et Taiwan) ne semblent diverger qu'en termes d'accent et de pratique de la langue (vocabulaire plus fréquemment utilisé...). Ainsi, malgré les différences spécifiées, les deux parlers sont considérés comme la même langue (et pas seulement des dialectes).

Ajoutons finalement que d'autres langues sont parlées à Taïwan : le hakka, les langues aborigènes, néanmoins, leur influence est moins importante que le taïwanais, langue en extension, sur le mandarin de Taïwan et Saillard (2003) remarque d'ailleurs un « recul des langues démographiquement minoritaires ».

3. Récapitulatif terminologique

Ainsi, en accord avec ces différentes descriptions précédentes, nous utiliserons les termes suivants ainsi :

- Le *putonghua* : le chinois standard de Chine continentale
- Le *guoyu* : le chinois standard de Taiwan
- Le chinois mandarin : le chinois parlé (différent selon les régions, mais faisant référence aux parlers du nord et de la majeure partie du sud-ouest de la Chine (R.P.C.))
- Le mandarin de Taiwan : le chinois mandarin tel qu'il est parlé à Taiwan
- Le taïwanais : variété du « minnan » parlée à Taïwan par plus des ¾ de la population

Le terme de « chinois » n'est pas utilisé ici seul, mais avec la référence à la norme « standard » ou alors tel qu'il est « parlé » (désignant ainsi un ensemble de parlers différents mais intercompréhensibles). Il est en effet nécessaire d'effectuer ces distinctions étant donné l'imprécision du terme utilisé seul. Ce sont donc selon ces définitions que nous établirons les descriptions suivantes.

4. Description phonologique du chinois standard

a. Les difficultés de définition d'un système phonologique du chinois

Les différences de prononciation entre les régions rendent impossible une description phonétique du « chinois » en général, il est nécessaire de se référer à une région. En revanche, il est possible en principe d'établir une description phonologique du chinois standard (tel que nous venons de le définir). La description phonologique d'une langue se fait au travers d'éléments abstraits qui peuvent avoir des réalisations différentes ensuite. Toutefois, même dans la description phonologique du chinois, des différences d'analyse notables existent :

« Quant au putonghua, si tout le monde, ou presque, s'accorde à lui attribuer vingt-deux consonnes, le nombre de voyelles peut aller de six jusqu'à dix, suivant les classements. En intégrant les variantes contextuelles [ə], [ə̃] dans la seule classe de /e/, et [ɿ], [ʅ] dans celle de /i/, les agencements phonologiques du Hanyu pinyin présentent vingt-huit phonèmes au total, auxquels il convient d'ajouter quatre tons qui ont la même fonction distinctive que les phonèmes » (Yang-Drocourt, 2007).

Yang-Drocourt (2007) écrit que le nombre des voyelles du système phonologique du putonghua peut varier de six à dix. Martin¹⁴ va encore plus loin puisqu'il présente une analyse phonologique des voyelles du chinois pouvant ramener ce chiffre à trois. En fait, un débat existe depuis longtemps sur le sujet. Ainsi, Wan et Jaeger (2003) notent :

« There has been a longstanding controversy in the literature over the number of underlying vowel categories in Mandarin, and the relationship of the myriad of surface vowel forms to these phonemic categories (e.g., Chao (1934, 1968), R. Cheng (1966), C. Cheng (1973), Pullyblank (1983), Lin (1989), Wang (1993), Wu (1994)). The reason for the continuance of this controversy is that most phonetic manifestations of vowels in Mandarin occur in a fairly narrow range of contexts, which suggests that they probably can be reduced to a smaller set of basic vowel categories » (Wan et Jaeger, 2003).

Il existe ainsi de nombreuses descriptions phonologiques du chinois standard, basées sur des principes différents et qui ne s'accordent pas entre elles.

Ajoutons enfin aux difficultés le fait que beaucoup d'explications sur la prononciation du chinois (que l'on peut trouver dans des manuels) décrivent les phonèmes du chinois à l'aide du Hanyu Pinyin, un système de transcription du chinois en caractères latins, qui, en partie pour répondre au fait que la prononciation change selon les régions, indique très mal la manière de prononcer, et cela notamment pour les voyelles.

« Le pinyin n'est pas un alphabet phonétique. Car, contrairement à un alphabet phonétique du type API, qui suit strictement le principe « un seul son pour chaque signe », le pinyin, [...], est une induction PHONOLOGIQUE visant, avant tout,

¹⁴ Martin, P., Séminaire de linguistique comparée du chinois et du français, Université de Paris 7, <http://www.linguist.univ-paris-diderot.fr/cours.html>

aux dires de ses artisans, à « présenter les sons chinois dans un système cohérent »
» (Yang-Drocourt, 2007).

Mais ce système phonologique, plein de « compromis » (Yang-Drocourt, 2007) doit être interrogé, ou au moins explicité, car comme nous l'avons vu, l'analyse phonologique du chinois n'est pas évidente et comme l'affirment Wan et Jaeger (2003) :

« Thus even if the analysis adequately captures that dialect, it may be the case that other Mandarin dialects are different enough from Beijing Mandarin that they can be accounted for only by a different underlying vowel system ».

b. Les caractéristiques générales du chinois standard

Nous définissons ici les caractéristiques générales du chinois standard qui sont partagées par les parlars du groupe mandarin. Nous n'introduisons que les consonnes, la description des voyelles intéressant moins directement notre propos et étant beaucoup moins consensuelle, comme évoqué précédemment. Nous ne présentons qu'un système de surface, sans entrer dans le détail des nombreuses variations en fonction du contexte, et nous nous inspirons des descriptions de Duanmu (2000) et Lee et Zee (2003, 2014) (voir aussi : Landron et al., 2016).

Le chinois standard se construit autour de monosyllabes de type V, CV, VC ou CVC (V= voyelle et C= consonne), l'unique consonne en attaque ou en coda étant facultative. La rime peut porter un des 4 tons lexicaux ou aucun (le ton neutre). La voyelle peut être diphtonguée ou triphthonguée. Les consonnes possibles sont /p p^h t t^h k k^h f s ʃ x ts tsh tʃ tʃh m n ŋ l ɹ/. Les consonnes possibles en position de coda sont très limitées : on ne trouve que les nasales /n ŋ/. La rime peut être rhotacisée /ɻ/.

Yang-Drocourt (2007) résume ainsi les principales caractéristiques du groupe mandarin :

« Sur le plan phonétique, ils ne possèdent pas de consonnes voisées comme [b], [d], [g] ou [v]. La syllabe peut rester ouverte avec une voyelle, ou être fermée par des nasales [n] [ŋ], mais jamais par une obstruction consonantique. A part les mandarins du Sud-Ouest et du bas Yangzi, la plupart comporte la série d'affriquées rétroflexes, [tʂ] [tʂ^h] et [ʂ]. En général, ces parlars n'ont qu'une trentaine de voyelles, mais ils sont souvent riches en diphtongues et en triphthongues. [...] Le nombre de tons se limite à quatre. Le « sandhi tonal », à savoir l'altération de ton dans une jonction de syllabes, est relativement simple » (Yang-Drocourt, 2007).

Notons tout particulièrement l'absence de consonnes voisées qui nous intéresse ici.

c. Les différences du mandarin de Taiwan

Le mandarin de Taïwan est essentiellement influencé par le taïwanais (Chen, 1999 ; Chung, 2006 ; Lin, 2007).

Nous reprenons ici la liste des différences établie par Lin (2007) pour les consonnes.

- Absence de consonnes post-alvéolaires en chinois standard de Taiwan :
 - o [tʂ], [tʂ^h] et [ʂ] du chinois standard de Pékin sont confondus avec les sons [ts], [ts^h] et [s]

- [ɿ] est confondu avec [z]

La conséquence de ces confusions est que certaines paires de mots apposées en Chine (en paires minimales) ne sont pas distinguées à Taïwan. Ces consonnes du chinois standard non utilisées à Taïwan sont parfois qualifiées de « rétroflexes ». Chung (2006), qui observe également la disparition de l'opposition remarque qu'il existe malgré tout un phénomène d'« hypercorrection » (Chung, 2006) et que ces formes peuvent réapparaître dans certaines situations particulières, comme des situations plus formelles, pour marquer l'autorité ou simplement par jeu... parfois de façon inappropriée, et change selon les populations (l'opposition disparaît chez les jeunes).

- Le [n] du chinois standard du mandarin peut être prononcé de trois façons différentes (qui existent aussi en chinois standard du continent) : [n], [ŋ] ou par une consonne nasale indistincte (notée [N]) (« nasal approximant without a complete closure in the oral tract, which makes it sound like having no clear place of articulation » (Lin, 2007))
- En ce qui concerne l'accent taïwanais (et qui concerne donc seulement des personnes avec un « fort accent taïwanais »), l'on peut constater : [ɿ] prononcé [l] ou [dz], [n] confondu avec [l] (l'un pouvant être prononcé pour l'autre) et [f] prononcé [hw].

Nous voyons ainsi qu'il existe une influence du taïwanais sur le mandarin de Taïwan.

5. Description phonétique des occlusives du chinois mandarin, du mandarin de Taïwan et du taïwanais

Nous présentons ici les caractéristiques des occlusives des principales langues parlées à Taïwan : le mandarin de Taïwan – que nous comparons à des données du chinois mandarin – et le taïwanais.

a. Les occlusives du chinois mandarin

Comme nous l'avons vu, il n'existe pas d'occlusives voisées en chinois standard : ni dans le *putonghua*, ni dans le *guoyu*. On y trouve l'opposition d'aspiration. Ainsi, les principales recherches qui concernent les caractéristiques de ces consonnes se font avec l'indice de VOT. Keating (1984) classe dans son étude les occlusives du chinois mandarin en deux catégories : les VOT courts et les VOT longs (« short lag » et « long lag patterns »).

		/p/	/t/	/k/	/pʰ/	/tʰ/	/kʰ/
Rochet et Fei, 1991 (MC)					99,6	98,7	110,3
Kockaert et Li, 2008 (MC)		13	15	26	109	104	123
Li, 2013 (MC)	Femmes		12,5	22,5		93,3	90,8
	Hommes		17,5	29,5		77,9	78,8

Liao, 2005 (TC)	17,9	18,6	28	75,4	71,4	98,8
Chao et al., 2006 / Chao et Chen 2008 (TC)	14	16	27	82	81	92
Chen et al. 2007 (TC)	13,9	15,3	27,4	77,8	75,5	85,7

Tableau 3 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues sur le MC= Mandarin de Chine (R.P.C.) (MC) et le Mandarin de Taiwan (R.O.C.) (TC) pour les occlusives /p t k p^h t^h k^h/

Le Tableau 3 présente les moyennes de VOT pour les occlusives /p t k p^h t^h k^h/obtenues par différents auteurs pour des locuteurs de Chine continentale (Rochet et Fei, 1991 ; Kockaert et Li, 2008) ou de Taïwan (Liao, 2005 ; Chao et al., 2006 ; Chao et al. 2008 ; Chen et al. 2007).

Rochet et Fei (1991) ont obtenu leurs résultats pour les 3 consonnes aspirées avec 10 locuteurs de chinois mandarin, sans préciser leur origine exacte (ils vivent au Canada (Alberta) au moment de l'enregistrement). Les consonnes sont enregistrées en position initiale avec les voyelles /a i u/ en coarticulation (sauf pour la combinaison /i/ avec les consonnes vélaires qui n'existe pas en chinois mandarin). Les auteurs n'observent pas de différence en fonction du lieu d'articulation, en revanche, le VOT avec /i/ (105,6ms) est significativement plus long que celui avec /a/ (96,1ms). Kockaert et Li (2008) ont obtenu leurs résultats à partir des enregistrements de 4 locuteurs de l'est de la Chine. Les différences entre aspirées et non aspirées sont significatives (pour le même point d'articulation). Li (2013) a enregistré 10 hommes et 10 femmes entre 18 et 30 ans de Songyuan, dans le nord-est de la Chine pour les consonnes /t k t^h k^h/ en position initiale de mots, en coarticulation avec les voyelles /a i u/ sauf pour la combinaison impossible vélaires + /i/. Les résultats de ces 3 auteurs semblent être dans le même ordre de grandeur, entre d'un côté des consonnes sourdes non aspirées avec des VOT entre 13ms et 18ms pour [p t] et plus longs pour [k], entre 22ms et 30ms. Les consonnes aspirées ont un VOT de 100ms ou 109ms pour [p^h], entre 78ms et 104ms pour [t^h] et entre 79ms et 123ms pour [k^h]. Remarquons que la moyenne de VOT plus courte des hommes relevée par Li (2013) augmente l'écart observé dans les moyennes, néanmoins, l'auteur observe que les hommes ont parlé plus vite (ce qui peut expliquer un VOT plus court). Une interprétation de la différence en raison du sexe est privilégiée par l'auteur.

Pour les locuteurs du mandarin de Taïwan, Liao (2005) a enregistré 10 garçons et 10 filles de 13 à 16 ans. Les stimuli proposés étaient de vrais mots contenant les 6 consonnes en position initiale avec les voyelles /a i u/ si possible, soit un total de 16 mots. Chao et al. (2006) et Chao et Chen (2008) ont obtenu leurs résultats à partir de 11 locuteurs du mandarin de 19 à 35 ans, le chinois mandarin est leur langue dominante. Les consonnes sont obtenues en position initiale de mots et en coarticulation avec les voyelles /a i u/ excepté pour les consonnes vélaires qui n'ont pas été prononcées avec /i/. Chen et al. (2007) ont enregistré 36 locuteurs taïwanais de 20 à 50 ans, de différentes régions de Taïwan, mais sans accent régional marqué. Comme pour les précédents, les consonnes sont en position initiale de mots, avec les voyelles /a i u/ excepté les combinaisons impossibles avec /k k^h/ et /i/. Les résultats de ces auteurs sont dans le même ordre de grandeur que les études précédentes avec des locuteurs continentaux, avec ici des moyennes de VOT entre 14 et 18ms pour /p/, entre 15 et 19ms pour /t/ et 27 et 28ms pour /k/. Pour les aspirées, les moyennes semblent globalement plus petites que pour les

locuteurs du continent, avec des moyennes entre 71 et 82ms pour [p^h t^h] et entre 85 et 99ms pour [k^h]. Les moyennes des consonnes sourdes non aspirées semblent assez comparables entre le mandarin et l'anglais (voir : *Le VOT*). En revanche, les consonnes sourdes aspirées du mandarin semblent avoir des VOT plus longs que les aspirées anglaises, ce qui fait dire à Chao et al. (2006) et Chao et al. (2008) que les aspirées du mandarin sont fortement aspirées (« highly aspirated ») en reprenant la classification de Cho et Ladefoged (1999). Cette interprétation est cependant contredite par Chen et al. (2007) qui obtiennent effectivement des moyennes de VOT plus petites pour les 3 consonnes aspirées.

Deterding et Nolan (2007) ont pour leur part mesuré le pourcentage de voisement pendant l'occlusion (ce qui est un petit peu différent de notre mesure de *Le v-ratio* calculée sur toute la consonne) et la durée de la consonne entre le relâchement et l'apparition du second formant en chinois mandarin. Ils ont enregistré 7 locuteurs du chinois mandarin de l'est et du nord-est de la Chine continentale. Les stimuli proposés étaient des mots monosyllabiques prononcés dans une phrase cadre, le mot précédent étant un mot grammatical au ton neutre (absence de ton lexical). Il en résulte que le mot prononcé l'a été en position intervocalique. Le début de la consonne a donc porté du voisement résiduel de la voyelle précédente (« end of voicing during the closure »). Les auteurs ont par ailleurs comparé ces résultats avec ceux de 7 locuteurs anglais britanniques, sur le même type de données (mots prononcés dans une phrase cadre en anglais). Ces résultats sont intéressants pour nous dans la mesure où ils complètent les résultats précédents avec des valeurs de pourcentage de voisement et sur la position intervocalique.

Table 5: Average duration of aspiration (in ms) for the Chinese and British plosives.

	Chinese		British		Signif.
aspirated	/p ^h /	85.2	/p/	71.4	ns
	/t ^h /	85.6	/t/	80.4	ns
	/k ^h /	98.4	/k/	97.3	ns
	average	89.7		82.3	ns
unaspirated	/p/	11.0	/b/	11.0	ns
	/t/	13.6	/d/	17.7	*
	/k/	25.2	/g/	29.3	ns
	average	16.6		18.8	ns

Table 6: Percentage of voicing (%voice) during the closure for the Chinese and British plosives.

	Chinese		British		Signif.
aspirated	/p ^h /	14.6	/p/	14.5	ns
	/t ^h /	15.5	/t/	22.4	ns
	/k ^h /	8.6	/k/	20.2	ns
	average	12.9		19.0	ns
unaspirated	/p/	12.2	/b/	47.3	**
	/t/	19.7	/d/	59.0	**
	/k/	19.9	/g/	67.0	**
	average	17.2		57.8	**

Tableau 4 : Moyennes de durée de l'aspiration (en ms.) des occlusives du chinois mandarin et de l'anglais britannique (à gauche) et pourcentage de voisement durant la phase d'occlusion de ces mêmes consonnes (à droite), pour des occlusives réalisées en position initiale de mot, mais intervocalique (source : Deterding et Nolan, 2007)

Les résultats que l'on peut observer sur le Tableau 4 vont dans le même sens que ceux de Chen et al. (2007) avec une absence de différence entre chinois mandarin et anglais pour la durée du début du relâchement jusqu'à l'apparition du second formant (excepté pour /t/ non aspiré) pour Deterding et Nolan (2007) et de VOT pour Chen et al. (2007), sachant que pour les premiers, la mesure effectuée n'est pas celle d'un VOT : « In many tokens, voicing starts

earlier than D [= « the end of the release burst¹⁵ »], so a measure of voice onset time (VOT) would give a smaller number » (Deterding et Nolan, 2007).

Les données sur le pourcentage de voisement nous donnent des moyennes entre 8% et 16% pour les aspirées, et entre 12% et 20% pour les non aspirées. Les auteurs expliquent que la présence de voisement se situe au début de la consonne. Les chiffres pour l'anglais britannique sont plus surprenants, avec des taux allant jusqu'à 67% pour les non aspirées, et avec un débit plus lent pour les Anglais britanniques.

Deterding et Nolan (2007) expliquent leurs résultats de taux de voisement par la seule présence de voisement au début de la consonne, en raison de la voyelle précédente. Cette observation rejoint celle de Iwata et Hirose (1976) qui remarquent qu'en chinois mandarin, il n'y a pas de voisement pendant l'occlusion, ni pour les aspirées ni pour les non aspirées.

b. Les occlusives du taïwanais

La structure syllabique du taïwanais est comparable au chinois standard avec une voyelle comme noyau et une consonne en attaque et/ou en coda, toutes deux facultatives. Le système phonologique est cependant très différent¹⁶. La voyelle peut aussi être diphtonguée ou triphthonguée, ou peut être une nasale syllabique « m, ŋ ». Le système phonologique des consonnes du taïwanais n'est pas non plus consensuel. Nous présentons succinctement les consonnes de surface. Les consonnes initiales possibles sont /p t k m n ŋ p^h t^h k^h b l g t̂ŝ t̂ŝ^h d̂ẑ ŝ h/¹⁷. /b l g/ sont toujours devant des voyelles orales et /m n ŋ/ devant des voyelles nasales. /p t k m n ŋ ?/ sont les seules consonnes en coda possibles (voir : Iwata et al., 1979 ; Duanmu, 1990 ; Zhang, 1989 ; Cheng, 1997).

Pour les consonnes qui nous intéressent, nous remarquons que le taïwanais possède l'opposition de voisement et d'aspiration pour les consonnes : /p t k/, /p^h t^h k^h/ et /b g/ ; il manque donc le /d/ voisé dans son système phonologique, l'équivalent de la consonne nasale /n/ étant le /l/ en consonne orale, plus prononcé comme une plosive que comme une latérale (Iwata et al., 1979), ou qualifiée de consonne battue par Lin (1988) : « the /l/ in Taiwanese is in fact a flap, and patterns as a voiced alveolar stop ». Ces consonnes n'existent toutes qu'en position initiale, étant neutralisées en une seule catégorie /p t k ?/ en finale où elles sont caractérisées par une absence de relâchement oral (Sung, 1973 ; Iwata et al., 1979).

Nakajima (1973), Chan (1987), Hu (2007, 2008) et Ding (2011) notent que les consonnes /b g/ sont prénasalisées (/^mb ^ŋg/) en minnan. Pour Hu (2007), il s'agit d'un processus de dénasalisation.

« The plain nasal initials in Middle Chinese may remain intact as in Wu Chinese, have conditionally changed into plain fricatives or approximants as in Mandarin Chinese, or become post-oralized. [...] The southern Min dialects are at the late

¹⁵ Les auteurs utilisent l'expression « release burst » pour désigner ce qui correspond en fait à l'ensemble : relâchement, bruit de friction et éventuel bruit d'aspiration et/ou dévoisement du début de la voyelle, incluant même une phase où le voisement a commencé, mais pas encore le F2 selon leur dire.

¹⁶ Les langues min dans leur ensemble ne dériveraient en effet pas du chinois médiéval tardif (vers l'an 1000) comme l'ensemble des autres langues chinoises, mais du chinois médiéval précoce (vers 600).

¹⁷ Les affriquées alvéolaires deviennent des alvéolo-palatales devant /i/.

stage, where the orality has spread from the release to the closure portion of the nasal consonants; in other words, the post-oralized nasals have become canonical prenasalized consonants. » (Hu, 2008)

Cette évolution (« dénasalisation ») ne s'est pas faite devant une voyelle nasale, ce qui expliquerait la distribution complémentaire des sons précédemment citée.

« Southern Min has three nasals at the syllable coda: /m/, /n/ and /ŋ/ [...] in most dialects they take the form of [ᵐb], [l] and [ᵑg], respectively, at syllable initial when followed by an oral vowel; the full nasality is retained only when followed by a nasal vowel [...]. For example, [ᵐbi] 'taste' vs. [mī] 'noodle' ». (Ding, 2011)

Rappelons qu'Ohala (1983) présente la prénasalisation des occlusives voisées comme une stratégie pour favoriser la production de voisement (l'air pouvant s'échapper un peu au début de la consonne, la différence de pression trans-glottale peut être préservée plus longtemps).

Le taïwanais utilise un procédé de renforcement pour les occlusives sourdes en position finale. Ce phénomène a été observé par Iwata et al. (1979) et confirmé par Edmondson et al. (2011). Un coup de glotte est produit très vite après l'occlusion, ce qui produit des [-ʔp -ʔt -ʔk]. Ce phénomène a cependant tendance à diminuer, voire à disparaître pour les jeunes générations (Edmondson et al., 2011).

Iwata et al. ont obtenu des moyennes de VOT de 2 locuteurs taïwanais l'un du nord (A) le second du sud (B¹⁸) de l'île (Tableau 5). Le VOT a été mesuré pour les 8 consonnes occlusives /b g p t k p^h t^h k^h/ en position initiale de syllabe avec la voyelle /i/ et le même ton (en prenant en compte les règles de sandhi) (les syllabes /p^hi/ et /t^hi/ n'ayant pas de sens), prononcés dans une phrase cadre.

Liao (2005) a mesuré le VOT des occlusives orales du taïwanais (Tableau 5). Les stimuli consistaient en 24 mots ou expressions avec une des consonnes /b g p t k p^h t^h k^h/ en initiale en coarticulation avec une des 3 voyelles /a i u/. Ils ont été prononcés par 10 filles et 10 garçons taïwanais entre 13 et 16 ans (les mêmes locuteurs que dans son étude sur le mandarin de Taïwan).

Chiung (2001) n'a mesuré qu'un seul locuteur taïwanais, un homme de 28 ans en syllabes CV toutes au premier ton. Son étude s'intéresse à une comparaison avec les consonnes voisées de l'anglais.

	/b/	/g/	/p/	/t/	/k/	/p ^h /	/t ^h /	/k ^h /
Iwata et al., 1979 (2 sujets : A et B)	VT	VT	0-8 0-14	7-10 8-11	15-31 0-30	30-50 99-129	49-72 89-117	72-82 105-140
Liao, 2005	-65,4	-58,6	18,6	19,1	29,9	77,1	69,9	85,3
Chiung, 2001	-78	-70	10	11	20	74	84	113

Tableau 5 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues des occlusives /b g p t k p^h t^h k^h/ du taïwanais obtenues par Iwata et al. (1979), Liao (2005) et Chiung (2001) (VT= « voicing through », non mesurable, mais négatif)

¹⁸ Le locuteur B a eu un débit de lecture plus lent que le locuteur A.

Nous observons sur le Tableau 5 que Iwata et al. (1979), Liao (2005) et Chiung (2001) obtiennent une même tendance de résultats concernant les 3 catégories de consonnes : voisées /b g/, sourdes non aspirées /p t k/ et aspirées /p^h t^h k^h/.

Iwata et al. (1979) notent pour les consonnes voisées que : « The V.O.T. for the voiced type (voicing lead) was identical to the closure duration ». La notion de VOT ou de début de consonne n'est ici pas comprise dans le même sens que nous : soit il ne s'agit pas d'un départ de voisement, soit il ne s'agit pas d'un début de consonne, car il faut un silence qui le précède pour mesurer un départ de voisement et dans ce cas la durée de la consonne n'est pas mesurable¹⁹. Cependant, les auteurs n'ont indiqué aucune mesure de durée pour ces consonnes, ce qui est cohérent : le VOT n'est pas mesurable dans une telle situation. Nous observons simplement qu'il y a du voisement avant le relâchement et même que cela correspond en fait pour nous à une mesure de v-ratio avec un taux de 100%. Les consonnes /p t k/ présentent ensuite un VOT court et les sourdes aspirées un VOT plus long.

En ce qui concerne Liao (2005) nous pouvons remarquer que ses résultats obtenus pour les locuteurs de taïwanais sont très comparables avec ses propres résultats obtenus pour le mandarin de Taïwan avec les mêmes locuteurs. La plus grande différence pour les phonèmes existant dans les deux langues semble être pour le /k^h/ avec un VOT plus long en taïwanais. Mais là aussi, les consonnes vélares sourdes ont des VOT plus longs que les autres consonnes correspondantes. /b g/ obtiennent des VOT négatifs, ce qui concorde avec les résultats de Iwata et al. (1979) et confirme que ces consonnes du taïwanais ont un départ de voisement avant le relâchement.

Les mesures de Iwata et al. (1979) apportent d'autres informations sur les occlusives taïwanaises :

- La F0 a tendance à être plus basse pour les voisées (après le relâchement) que pour les sourdes (au début du voisement).
- La durée de l'occlusion est la plus longue pour les sourdes non aspirées, puis pour les sourdes aspirées et enfin la plus courte pour les voisées.
- La voyelle précédent une occlusive finale est plus longue pour les voisées, excepté pour un locuteur avec [b], et sans différence entre sourdes (aspirées ou non).

Les auteurs définissent ainsi les caractéristiques des occlusives taïwanaises :

- « 1. Voiced stops are characterized by a closed glottis and short closure duration »
- « 2. Voiceless unaspirated stops are characterized by a slightly open glottis [...] and long closure duration. The former characteristics are reflected in the short voicing lag. »
- « 3. Voiceless aspirated stops are characterized by a wide open glottis, which is reflected in the long voicing lag ».

Ces résultats sont conformes avec ce qui est attendu de ce type de consonnes. Les auteurs (Iwata et al., 1979) ne constatent aucune différence entre les occlusives sourdes du taïwanais

¹⁹ Les auteurs ont précisé que les syllabes ont été prononcées dans une phrase cadre. Dans cette situation, soit le VOT n'est pas mesurable (car on ne peut lui attribuer le départ de voisement) soit la durée de l'occlusion n'est pas mesurable (car on ne peut pas la distinguer d'un silence qui précède). On ne peut donc strictement jamais faire coïncider un VOT avec une durée d'occlusion.

et les occlusives du chinois mandarin d'une autre de leurs études (Iwata et Hirose, 1976²⁰), si ce n'est des variations individuelles. Les occlusives voisées du taïwanais, en revanche, présentent une différence importante.

Enfin, notons les observations de Chiung (2001) qui remarque que les locuteurs taïwanais perçoivent les occlusives /b d g/ de l'anglais comme des /p t k/ taïwanais alors même que les occlusives /b d g/ anglaises sont catégorisées comme des voisées et que les consonnes voisées /b g/ existent en taïwanais. L'auteur s'appuie sur les valeurs de VOT pour montrer que les /b g/ et /p t k/ taïwanais ont des valeurs comparables aux /b d g/ de l'anglais et expliquer ainsi cette confusion perceptive.

6. Les systèmes d'écriture

Comme le dit Ladefoged (2001), notre conception des mots et des sons est fortement influencée par l'écrit : « our thinking about words and sounds is strongly influenced by writing ». Aussi, il n'est pas inutile de s'intéresser à la façon dont les sons sont transcrits pour comprendre la perception qu'en ont les locuteurs de la langue.

a. Les différents systèmes d'écriture utilisés

Dans le cas du chinois pourtant, le problème ne se pose pas de la même façon. L'écriture en Chine (R.P.C.) et à Taïwan se fait en caractères chinois, les sinogrammes, qui sont en version « simplifiée » en Chine et « traditionnelle » à Taïwan. La version simplifiée correspond à une réforme de l'écriture effectuée par le régime communiste en Chine continentale promulguée en 1958 (Alleton, 2005). Au contraire, à Taïwan, l'ancien système continue à être utilisé. Ainsi par exemple, un mot comme 媽 [ma] qui signifie « mère » est écrit 媽 à Taïwan. Le caractère représente d'abord un sens (voir par exemple Landron et al., 2016). Des indices phonétiques existent cependant sous forme de composants graphiques puisque certains caractères peuvent être utilisés dans la composition d'autres caractères pour leur prononciation proche (mais souvent avec une différence de ton). Ainsi, dans le mot « mère » précédemment cité, la deuxième partie du caractère : 馬 (simplifié) ou 馬 (traditionnel) qui signifie « cheval », donc avec un sens sans lien avec le caractère initial, est cependant utilisée dans le caractère « mère » pour sa prononciation similaire (ton excepté) : [ma˥] (Landron et al., 2016). Chaque caractère chinois représente une syllabe (Yang-Drocourt, 2007). Les caractères chinois ne sont cependant pas une écriture des sons.

Il existe aujourd'hui un grand nombre de transcriptions du chinois. Cette multiplicité est pourtant récente, car comme le remarque Bellassen (2010) par rapport à l'écriture alphabétique, « à l'exception du savant Fang Yizhi 方以智 (1611-1671), qui avait évoqué les avantages de l'écriture alphabétique par rapport aux sinogrammes, aucune volonté de réforme de l'écriture n'apparaît en Chine avant le début du XX^{ème} siècle ». Il a existé en Chine ancienne cependant

²⁰ Nous n'avons pas repris les résultats de VOT de cette étude car seuls /t t^h/ y ont été analysés par un locuteur natif du chinois mandarin (né en Corée). Les résultats suivent la tendance de ceux que nous avons rapportés.

le système de *fanqie* 反切, un système d'écriture où une paire de sinogrammes indiquent pour le premier l'initiale et le second la rime (voir : Bellassen, 2007).

Taiwan utilise un système non latin, le « *bopomofo* » (Zhuyinfuhao), avec 37 signes comme : ㄅ pour /p/, ㄆ pour /p^h/, ㄇ pour /a/, ㄏ pour /aŋ/... Ce système n'est pas une transcription des sons isolés, mais peut, comme pour le dernier exemple représenter toute la rime, avec diphtongues et coda. D'autres systèmes, latins, y sont utilisés, dont le principal est le *Wade*²¹ (Chen, 2003), on y trouve aussi le Gwoyeu Romatzyh et le Yale (Yang-Drocourt, 2007). Il n'y a ainsi pas d'harmonisation des systèmes de transcription à Taiwan. Au contraire, en Chine (R.P.C.) le gouvernement a instauré dès 1958 (Alleton, 2005) un système de transcription appelé « Hanyu pinyin », appelé couramment plus simplement « pinyin ». Ce système est celui utilisé dans l'enseignement du chinois, y compris à Taiwan (par exemple : Yeh et al., 2005 ; Lin et al., 2012) comme alternative au *bopomofo*, et officiellement par les institutions internationales comme l'ONU. Ce système n'est cependant pas bien connu par les Taiwanais.

b. La transcription latine des occlusives du chinois mandarin

Le pinyin est aujourd'hui la transcription la plus fréquente et la plus connue des sinogrammes en caractères latins, bien qu'elle ne soit pas maîtrisée par les Taiwanais en général (qui ont appris le *bopomofo*). La transcription *Wade* n'y est pas non plus généralisée (et pas unique), et est encore moins connue.

Le pinyin (Hanyu pinyin) transcrit les occlusives /p t k/ respectivement comme « b, d, g » et les occlusives aspirées /p^h t^h k^h/ comme « p, t, k ». Le *Wade* transcrit au contraire /p t k/ comme « p, t, k » et /p^h t^h k^h/ comme « p', t', k' », l'apostrophe indiquant l'aspiration.

Le système du *pinyin* facilite donc la confusion entre les occlusives sourdes du mandarin /p t k/ avec des occlusives voisées /b d g/²². Il est cependant aujourd'hui plus répandu que le *Wade*, critiqué en raison des signes diacritiques qu'il utilise (Yang-Drocourt, 2007).

c. L'écriture du taïwanais ?

« Mais si, le taïwanais s'écrit ! » nous dit Goudin (2012). Il n'existe aujourd'hui cependant pas de norme officielle d'écriture. Au travers des époques, utilisant les caractères chinois, avec leur grammaire propre, le *fanqie*, l'alphabet latin initié par les missionnaires, les *katakana* pendant la période de colonisation japonaise de Taiwan et finalement le *bopomofo*, avec quelques signes propres supplémentaires, l'écriture du taïwanais a connu et connaît encore aujourd'hui des évolutions.

On le trouve dans les publicités, les paroles de chanson au karaoké (importante activité pour s'amuser à Taiwan). De plus, avec l'utilisation omniprésente des nouvelles technologies et des

²¹ Abréviation de Wade-Giles, la transcription ayant été inventée par Thomas Francis Wade (1859) et modifiée par Herbert Giles (1912).

²² L'écriture de l'anglais, première langue apprise à Taiwan et en même temps que l'alphabet, encourage vraisemblablement plus à assimiler le [p] du chinois à un « b » orthographique. Le raisonnement est d'ailleurs le même : il n'existe pas d'autre lettre de l'alphabet – sans signe diacritique – pour transcrire le [p^h] que « p » - et ce ne serait d'ailleurs pas utile (sinon pour faciliter la représentation de sa langue par rapport à une langue étrangère) dans des langues où il n'y a qu'une seule opposition (voisement ou aspiration).

réseaux sociaux, le taïwanais ne s'est jamais autant écrit. Il ne s'agit cependant pas de phrases entières mais de mots ou d'expressions. En dehors de toute norme, l'écriture tend ainsi à s'uniformiser. L'écriture latine est parfois utilisée, mais plus rarement que d'autres formes (Goudin, 2012). La préférence d'une écriture du taïwanais en sinogrammes est confirmée par une étude de Chiung (1999) auprès d'étudiants taïwanais.

En ce qui concerne l'écriture des occlusives du taïwanais en caractères latins, Chiung (2001) explique qu'il existe deux façons de les écrire, et cela en raison de la perception des occlusives voisées de l'anglais comme des occlusives sourdes non aspirées du taïwanais. Ainsi, il est possible de : 1) utiliser « b d g » pour écrire /p t k/ du taïwanais et « p t k » pour écrire les /p^h t^h k^h/ ou 2) d'utiliser « b g » pour écrire /b g/ et « p t k » pour écrire les /p t k/ du taïwanais. Il existe une certaine confusion entre le taïwanais et l'anglais pour ces locuteurs au niveau de la représentation de ces sons.

Le mandarin de Taiwan est la variété du chinois mandarin telle qu'il est parlé à Taïwan. Sa norme est le « guoyu », celle de Chine (R.P.C.) est le « putonghua ». Ces deux normes désignent une même langue mais il existe des différences dans l'accent et des variations lexicales. Ces différences ne concernent pas les occlusives : « guoyu » et « putonghua » ont des occlusives sourdes non aspirées et sourdes aspirées /p t k p^h t^h k^h/ avec des VOT positifs entre 13-19ms pour [p t] et 22-30ms pour [k] et entre 75-109ms pour [p^h t^h] et 79-123ms pour [k^h].

Les occlusives du taïwanais, la seconde langue la plus parlée à Taïwan sont plus nombreuses : en plus de l'opposition d'aspiration existe l'opposition de voisement. Le taïwanais possède ainsi les consonnes /b g p t k p^h t^h k^h/. [p t] ont été mesurés avec un VOT autour de 19ms et [k] autour de 30ms. Les occlusives aspirées ont obtenu des VOT avec une moyenne entre 70 et 85ms, la moyenne la plus longue étant pour la consonne vélaire. [b g] sont bien des consonnes phonétiquement voisées avec des VOT moyens négatifs respectifs de -65ms et -59ms.

L'écriture du chinois mandarin se fait au travers de caractères chinois qui transcrivent le sens plutôt que le son. Le pinyin (Hanyu pinyin) est la transcription latine du chinois mandarin. Il tend à s'imposer partout, et à Taïwan également. Il n'est cependant pas bien connu par les Taïwanais eux-mêmes, plus habitués au *bopomofo*, une transcription des sons avec ses propres signes. Le pinyin (mais également l'apprentissage de l'alphabet au travers de l'anglais) a tendance à favoriser une assimilation des [p t k] du chinois aux « b, d, g » écrits et les [p^h t^h k^h] aux « p, t, k » écrits.

Chapitre 1. Troisième partie. L'apprentissage de l'opposition de voisement pour les occlusives orales du français à Taïwan

L'apprentissage d'une langue étrangère est toujours influencé par la langue d'origine de l'apprenant et par l'ensemble des langues maîtrisées auparavant. Les transferts peuvent être positifs et constituer une aide, mais plus généralement, l'on observe des interférences, notamment en ce qui concerne l'apprentissage de la prononciation. Les catégories phonologiques, et les règles d'implémentation des traits distinctifs dans la langue de sons de la langue à apprendre interfèrent avec les catégories de la L1 et des langues connues. L'écrit est également source d'interférence, l'utilisation des mêmes signes incite à considérer comme identiques des sons pourtant différents.

Les occlusives voisées du français sont associées à des occlusives sourdes non aspirées par des apprenants sinophones, et les occlusives sourdes du français à des occlusives sourdes aspirées. L'aspiration des occlusives sourdes du français peut disparaître avec l'apprentissage, mais leur voisement au contraire peut apparaître chez des apprenants de niveaux plus avancés.

La réalisation de l'opposition de voisement de l'anglais pose une difficulté également aux apprenants sinophones du français. L'anglais autorise l'absence de voisement des occlusives voisées, ce que ne permet pas le français. Les apprenants systématisent l'association des consonnes voisées à des occlusives sourdes non aspirées et des occlusives sourdes aux occlusives aspirées. Seul un entraînement suffisant et une prise de conscience des particularités phonétiques de ces sons permettent d'accéder à une prononciation plus adéquate.

Une attention particulière apportée à la prononciation dès le début de l'apprentissage est également un bon moyen pour que de bons automatismes se mettent en place. L'apprentissage de la prononciation est globalement mis en avant à Taïwan dès le début des formations de français à l'université. Le nombre d'étudiants présents dans les cours dédiés à la prononciation est cependant souvent trop élevé pour une bonne remédiation. Dans les cours d'oral plus généraux, la place de la prononciation est souvent dictée par les manuels utilisés, et la place que l'enseignant veut bien lui laisser. Des centres de langue, comme l'Alliance Française, proposent des cours plus adaptés, avec des groupes réduits permettant de travailler avec chaque apprenant.

Les manuels généralistes et universalistes utilisés à Taïwan accordent une place assez variée à l'apprentissage de la réalisation de l'opposition de voisement pour les occlusives. Réparties sur un ou deux niveaux de manuel, avec parfois des retours sur une opposition déjà travaillée, les exercices sont peu nombreux et peu développés, et s'arrêtent généralement à de l'identification/discrimination et de la répétition des phrases ou paires de mots/phrases entendus dans ces exercices. A l'occasion, des descriptions articulatoires sont proposées, illustrées ou non, parfois avec des symboles, dans le fil de la leçon ou en annexes. Plus rarement, mais cela existe, on trouve des activités permettant une meilleure appropriation par l'apprenant. Il semble donc que les manuels incitent plus à prendre conscience à un moment ou un autre de l'existence de cette particularité du français, laissant à l'enseignant le choix de développer ou non, par ses propres moyens, cet aspect de la langue. En résumé, les manuels négligent le plus souvent l'enseignement de la prononciation, et notamment celle de l'opposition de voisement des occlusives du français.

Nous avons précédemment défini les principales caractéristiques des occlusives du français, anglais, chinois et taïwanais, relativement aux oppositions de voisement et d'aspiration. Nous avons vu que le chinois mandarin possède l'opposition d'aspiration et le taïwanais les deux oppositions : aspiration et voisement (mais sans le /d/). L'anglais, première langue étrangère apprise par les Taïwanais (Chen, 2003), possède l'opposition de voisement, mais ses occlusives voisées peuvent ne pas être prévoisées et les sourdes peuvent être aspirées, mais pas dans toutes les positions. En français, il existe seulement l'opposition de voisement.

Nous détaillons maintenant les modèles qui nous permettent de faire des hypothèses quant aux difficultés que pourraient avoir des apprenants taïwanais pour produire l'opposition de voisement des occlusives orales françaises. Connaissant la/les langue(s) d'origine des apprenants, il est possible d'envisager les difficultés que ces apprenants vont rencontrer en français. Nous présentons ainsi notamment prédictions des modèles « Speech Learning Model » (Flege, 1995) SLM, « Perceptual Assimilation Model » PAM (Best, 1995) et « Native Language Magnet » (NLM) (Kuhl et Iverson, 1995). Ceci nous permettra de poser nos hypothèses.

Nous ferons ensuite un inventaire d'observations effectuées concernant la prononciation d'apprenants sinophones en français et de leur prononciation de l'opposition de voisement en anglais, première langue étrangère apprise par les Taïwanais, et la plus susceptible de créer des interférences dans l'apprentissage du français.

Enfin, nous verrons où et comment s'effectue l'enseignement de la prononciation du français à Taïwan et nous nous intéresserons plus particulièrement à l'observation de manuels généralistes utilisés dans les universités ou certains centres de langues.

1. Les modèles phonétiques d'apprentissage de la prononciation de sons de langues étrangères

Nous passons en revue dans cette partie différents modèles qui prévoient les difficultés phonétiques d'apprenants d'une langue étrangère. A partir de ces modèles, nous posons nos propres hypothèses quant aux difficultés que rencontreront des apprenants taïwanais dans l'apprentissage de l'opposition de voisement en français.

a. L'influence de la langue maternelle dans l'apprentissage d'une nouvelle langue

Il est bien connu, depuis Polivanov (1931) et Troubetzkoy (1939) que la perception que l'on a d'une langue étrangère est en grande partie influencée par sa langue première :

« dans la perception d'une langue étrangère l'observateur « non prévenu » transporte dans la langue étrangère des valeurs phoniques conditionnées par les rapports qui existent dans sa langue maternelle, ce par quoi il obtient naturellement une représentation tout à fait fautive de cette langue étrangère. » (Troubetzkoy, 1967)

Polivanov (1931) développe l'idée d'une surdité phonologique : nos habitudes liées à notre langue d'origine nous poussent à « décomposer » ce que nous entendons d'une langue

étrangère en fonction de la structure de notre langue maternelle. Troubetzkoy (1939), pour sa part, utilise la métaphore du « crible phonologique ». Ce « crible », différent dans chaque langue, est ce qui permet de retenir les éléments pertinents pour interpréter les phonèmes. Pour l'auteur, ce crible n'est adapté qu'à sa propre langue, et lorsqu'il s'applique à une langue étrangère, « il ne convient pas » et « se produit de nombreuses erreurs et incompréhensions » (Troubetzkoy, 1967). Ces analyses concordent avec les théories de la perception catégorielle dont elles peuvent être la conséquence. Des travaux plus récents en psycholinguistique attestent du phénomène de surdité phonologique (voir par exemple : Segui, 1993 ; Segui et Hallé, 2001). Notons cependant que tous les écarts de prononciation ne proviennent pas que d'une mauvaise perception : il est possible de bien produire en percevant mal (sans en avoir conscience) ou au contraire de bien percevoir, mais de mal produire (Billières et al., 2013).

A partir de ces observations se sont développées les théories de l'interférence (Weinreich, 1953) remarquant que la langue d'origine n'influe pas que sur la perception des phonèmes, mais peut être phonique, phonotactique ou segmentale. Brière (1966) précise qu'apprendre un son, ce n'est pas simplement apprendre à le prononcer de façon isolée, mais aussi en opposition avec d'autres sons. Lado (1957) propose pour sa part d'effectuer une analyse contrastive des systèmes phonologiques entre la langue maternelle et la langue cible. Ces analyses prédisent que les phonèmes de la langue cible inexistants dans la langue maternelle seront plus difficiles à acquérir par l'apprenant tandis que ceux existants seront plus faciles. Il existe ainsi des « transferts » entre la langue d'origine et la langue apprise. Debyser (1970) définit les transferts comme l'effet d'un apprentissage sur un autre. Les transferts négatifs sont les interférences, tandis qu'il existe aussi des transferts positifs qui facilitent l'apprentissage. Il existe une « force de l'habitude » qui ne concerne d'ailleurs pas seulement la langue maternelle, mais également tous les comportements et toutes les langues apprises, et dont l'influence sur la nouvelle langue apprise augmente avec le niveau de maîtrise de ces langues. Brière (1966) précise qu'une description phonologique des langues ne suffit pas à expliquer les difficultés, mais qu'il faut entrer au niveau de la description phonétique :

« we conclude that any prediction of a hierarchy of difficulty of learning phonological categories must be based on descriptions of these categories in terms of exhaustive information at the phonetic level, rather than on descriptions solely in terms of distinctive features or allophonic memberships of the phoneme classes. [...] In any contrastive analysis, descriptions in terms of articulatory features on the phonetic level, rather than descriptions in terms that are abstractions quite removed from the phonetic reality of the sounds, will produce a higher degree of accuracy of prediction of specific difficulties. » (Brière, 1966)

Il faut également prendre en compte la variabilité qui existe et l'évolution des apprenants. Tous les apprenants ne réagissent pas de la même façon et les transferts varient selon les individus et leur personnalité (Kellerman, 1979) et leur « structure psychologique latente » (Gaonac'h, 1987). Il est également nécessaire de prendre en compte le processus d'apprentissage et le fait que s'effectue une progression, avec des étapes intermédiaires (Billières et Spanghero-Gaillard, 2005). L'on peut ainsi parler de niveau d'interlangue que Cuq (2003) définit comme une « grammaire intériorisée en construction, marquée par son instabilité, sa perméabilité et son caractère transitoire (incluant donc les formes fautives) ».

L'erreur n'y est plus considérée comme un obstacle, mais comme élément incontournable et révélateur de ce système en construction. L'apprenant ne passe pas brusquement d'un niveau zéro à une maîtrise complète de la langue. Macken et Ferguson (1981) ou Flege et Davidian (1984) rappellent pour leur part qu'il est parfois difficile de distinguer ce qui relève du transfert de la L1 ou d'un apprentissage précédent et du processus d'apprentissage lui-même.

Les analyses contrastives et de l'interférence sont intéressantes pour comprendre certains écarts de prononciation observés chez des apprenants lorsqu'ils les produisent (Major, 1987), et pour y remédier plus facilement, mais cela n'explique et ne prédit pas tout. Flege et Hammond (1982) ont ainsi montré que des différences phonétiques non pertinentes en L1 étaient perçues en L2 par des apprenants de cette langue, ce que la théorie du « crible phonologique » ne prévoit pas. Ainsi, d'autres facteurs peuvent intervenir, comme le poids perceptif des indices acoustiques par exemple (voir Burnham, 1986 ; Flege, 1989 ; Polka, 1991) ou les attentes de l'auditeur dans la perception des sons (en fonction de la connaissance qu'il a de la phonologie de sa propre langue maternelle) et de la familiarité qu'il a avec les détails phonétiques de la langue étrangère (Cho et McQueen, 2006 ; pour l'influence de l'expérience en L2 pour la production du VOT, voir par exemple aussi Flege et Hammond, 1982). Des auteurs insistent ainsi sur l'importance d'attirer l'attention des apprenants sur les particularités phonétiques de la L2 et des indices acoustiques pouvant diverger de sa L1 (Strange, 1986) et que l'apprenant entre dans une démarche d'apprentissage phonétique des sons de la L2, et non pas phonémique (Werker et Tees, 1984). Cependant, Billières et al. (2013) remarquent qu'il est difficile pour l'enseignant dans une classe d'apprenants d'origines différentes de connaître tous les systèmes phonologiques – et a fortiori les particularités phonétiques – de toutes les langues des apprenants.

L'influence de la L1 et des langues connues de l'apprenant dans l'apprentissage d'une langue étrangère apparaît donc comme un handicap dans l'apprentissage d'une nouvelle langue, ce qui fait dire à Wachs (2011) qu'« il faut avoir la capacité d'oublier pour apprendre », il faut savoir changer ses habitudes pour en acquérir de nouvelles, propres à la nouvelle langue. L'auteur rappelle à quel point la motivation est fondamentale pour accepter ces changements.

b. Le modèle SLM : Speech Learning Model (Flege, 1995)

Le modèle SLM (Speech Learning Model) (Flege, 1995) conçoit l'acquisition d'une langue relativement à la perception auditive (même s'il reconnaît que toutes les erreurs ne proviennent pas de la perception (Flege et Davidian, 1984 ; Harmegnies et al., 2005)). Un locuteur/auditeur développe des « catégories phonétiques » pour percevoir et produire les sons de sa langue première (L1). Ces catégories sont ensuite utilisées pour l'apprentissage d'une deuxième langue (L2). Le modèle SLM s'est construit par l'observation d'apprenants expérimentés (Best et Tyler, 2007).

Pour Flege (1995), la difficulté pour percevoir/prononcer les sons de la L2 sera de créer de nouvelles catégories correspondant à ces sons. Cette difficulté sera accentuée si les sons de la L2 sont proches de la L1. Au contraire, si les sons sont éloignés, ils seront plus difficiles à prononcer au début, mais une fois la catégorie créée, ils seront mieux perçus et pourront être produits comme par des natifs.

Flege (1981, 1987a, 1988 ; Flege et Hillenbrand, 1984) explique que certains phonèmes d'une L2 dont les locuteurs d'une L1 peuvent parfois percevoir auditivement la différence par rapport aux phonèmes de leur langue, seront pourtant assimilés à une catégorie de sons de leur L1 : il s'agit du mécanisme de « classification par équivalence » (« equivalence of classification »). L'auteur explique ainsi qu'il existe une contrainte cognitive qui tend à faire assimiler des sons de la L2 à une catégorie de la L1. L'auditeur perçoit ces sons comme des allophones des sons de sa L1 :

« the English learners of French (or the French learner of English) would tend to regard the many tokens of /t/ encountered in French as being 'allophones' of an already familiar category (i.e. English /t/). Although the English learner of French can detect auditorily the differences between French and English /t/, he or she will not develop a new phonetic category for French /t/, because of a general cognitive constraint. » (Flege, 1987a)

L'auteur s'appuie également sur les résultats de Caramazza et al. (1973) qui ont montré que des locuteurs francophones ayant appris l'anglais à l'âge de 6-7ans produisaient un VOT dans leur langue maternelle avec des valeurs intermédiaires entre les valeurs typiques des deux langues.

« This hypothesis seems to account for data (e.g. Caramazza et al. 1973; Flege and Hillenbrand 1984) which show that L2 learners typically produce stops with VOT values that are intermediate in value to those produced by monolingual native speakers of L1 and L2. This suggest a merger of the phonetic properties of French and English /t/ (a 'merged' system) rather than the establishment of a separate, co-existing category for French /t/ alongside that of the English /t/ (an 'enriched' phonetic system). » (Flege, 1987a)

Ce mécanisme est selon Flege (1987b) ce qui permet de percevoir comme un seul phonème un ensemble de réalisations différentes. Les résultats de son étude de 1987b montrent des différences selon les locuteurs natifs du français en anglais, entre ceux produisant des VOT de leur L1 en anglais (Flege parle alors d'« interférence »), et ceux avec des résultats similaires à des natifs de la L2, ces derniers ayant une plus grande expérience de l'anglais. Pour ces derniers, il ne s'agit pas simplement d'une interférence, car l'apprentissage de la L2 influe également sur leur L1 : comme Caramazza et al. (1973), l'auteur observe que les VOT de la L1 ont des valeurs intermédiaires entre la L1 et la L2. Flege (1987b) parle d'« effet bi-directionnel » (« a bi-directional effect »). Des résultats similaires ont été observés par Fowler et al. (2008) sur des locuteurs bilingues franco-anglais par rapport à des locuteurs monolingues natifs de ces deux langues. Ainsi, la fusion des sons de la L1 et de la L2 en une même catégorie peut empêcher le locuteur d'atteindre une réalisation typique de la L2 et modifie également les réalisations dans la L1. Le mécanisme de classification par équivalence peut inhiber la production d'une nouvelle catégorie et influencer la catégorie de la L1.

Pour expliquer ce phénomène, Flege (1987a) fait l'hypothèse que la « classification par équivalence » est due au codage écrit des sons dans les deux langues, les sons étant orthographiés avec le même signe :

« One factor which makes this hypothesis plausible is that adults are generally more literate than children, and more likely to learn L2 through the intermediary of the written word. Reliance on an orthographic system which is at least partially phonemic is likely to encourage an L2 learner to interpret the sounds found in L2 words in terms of L1 categories. » (Flege, 1987a)

Flege (1988) reprend également l'idée d'une interlangue, avec un développement par étape, variable selon les individus. Enfin, pour Flege, l'âge est un facteur essentiel dans l'acquisition d'une langue, les catégories devenant plus difficiles à créer en vieillissant.

c. Les modèles PAM : Perceptual Assimilation Model (Best, 1995) et PAM-L2 (Best et Tyler, 2007)

Le modèle PAM (Perceptual Assimilation Model), visant initialement des auditeurs naïfs (Best, 1995) permet également des prédictions concernant l'apprentissage d'une L2 (PAM-L2) (Best et Tyler, 2007). PAM prédit que des sons non-familiers dans la L1 seront perceptivement assimilés à des phonèmes de la L1 ayant la plus proche réalisation articulatoire. Ces sons seront donc catégorisés (« *Categorized* ») comme plus ou moins bons exemplaires de la catégorie ou bien non-catégorisés (« *Uncategorized* ») car différents de toute catégorie de la L1 ou parfois encore non assimilés (« *Non-Assimilated* ») car considérés comme différents de sons du langage. A partir de ces éléments, le modèle PAM-L2 prédit ensuite en quatre situations la façon dont seront perçues des oppositions dans la L2 :

1) si une catégorie phonologique de la L2 est perçue comme équivalente à une catégorie de la L1 : alors quelque soit la qualité de l'exemplaire, les deux catégories sont assimilées phonologiquement (mais pas nécessairement phonétiquement). Un contraste avec une autre catégorie de la L2 sera soit avec une autre catégorie assimilable à la L1 (voir les points 2 et 3), soit avec un son non catégorisable dans la L1, et donc la discrimination ne devrait poser que peu de difficultés.

2) si deux catégories de la L2 sont perçues comme une seule catégorie de la L1, mais comme des exemplaires de qualité différente, il peut y avoir d'abord discrimination de catégories phonétiques, puis avec une exposition suffisante, création de nouvelles catégories phonologiques.

3) si deux catégories de la L2 sont perçues comme une seule catégorie de la L1, mais comme des exemplaires de qualité équivalente, alors l'apprenant devra construire une/des nouvelle(s) catégorie(s) phonétique(s) pour discriminer ces sons. Cette situation générera des confusions fréquentes pour un grand nombre d'apprenants. Cela peut être facilité si les sons concernés s'opposent souvent dans des paires minimales et s'ils sont fréquents.

4) Enfin, si deux catégories de la L2 ne correspondent à aucune catégorie précise de la L1 (« *uncategorized* »), alors une ou deux nouvelles catégories devraient être aisément acquises perceptivement. Phonétiquement, il faut cependant que les phones puissent être classifiés relativement à la L1 comme des ensembles différents de phones sinon une seule catégorie phonologique sera constituée. Plus tard éventuellement, au cours de l'apprentissage, cette catégorie pourra être divisée en deux. Ce cas, comme le cas 3 peut constituer une difficulté pour la plupart des apprenants.

Il est possible de rajouter un cinquième cas où les sons de la L2 ne sont pas assimilés à des sons de la parole. Ils pourront également être rapidement discriminés.

PAM-L2 considère la création d'une nouvelle catégorie non pas relativement aux différences/similitudes d'une catégorie isolée de la L2 avec une catégorie de la L1, mais par rapport à l'ensemble du système phonologique d'interlangue de l'apprenant.

d. Le modèle NLM : Native Language Magnet (Kuhl et Iverson, 1995)

Le modèle NLM, *Native Language Magnet*, s'appuie sur la théorie du prototype (Kuhl, 1991) (voir : *La perception du voisement*). Les réalisations d'un son dans une langue étrangère seraient également perçues et interprétées en fonction des prototypes de la langue maternelle (LM). Ainsi, les sons similaires sont interprétés avec les catégories de la LM tandis que les nouveaux sons n'y sont pas assimilés (Harmegnies et al., 2005). Le prototype attirant vers lui, rapprochant même vers lui ce qui diverge un peu, des différences peuvent ne pas être perçues. Kuhl et Iverson (1995) proposent ainsi une explication à la notion du crible phonologique de Troubetzkoy (1939). L'apprenant d'une langue étrangère peut former de nouvelles frontières et de nouvelles catégories avec un entraînement suffisant, la difficulté s'accroissant en fonction de la distance avec un prototype de la LM. Ainsi, la difficulté à former de nouvelles catégories varie en fonction de la proximité des phones à la catégorie de la LM.

e. Nos hypothèses

Ayant présenté différents modèles qui permettent de prédire les difficultés de prononciation que pourront rencontrer des apprenants dans une langue étrangère, nous pouvons envisager les difficultés que rencontrerons des apprenants taïwanais en français vis-à-vis de l'opposition de voisement des occlusives orales.

Tout d'abord, nous pouvons poser l'hypothèse que les occlusives du français ne seront pas considérées comme des sons nouveaux pour les locuteurs taïwanais. Il existe certes une différence entre le français et le chinois standard : les occlusives françaises sont /b d g p t k/ tandis que les occlusives du chinois standard sont /p t k p^h t^h k^h/. Néanmoins, nous pouvons envisager que s'effectuera le mécanisme de « classification par équivalence » (Flege, 1981, 1987a) et celui-ci devrait empêcher la création de nouvelles catégories pour des apprenants adultes. En effet, Flege (1987a) évoque la possibilité que ce processus soit en partie dû à l'écrit. Or, comme nous allons le voir dans la partie suivante (voir la partie suivante : *Les difficultés des apprenants sinophones dans la littérature*), l'apprentissage de l'alphabet latin à Taïwan passe par l'anglais.

A partir de là, il est possible d'imaginer que les occlusives voisées de l'anglais – puis du français – notées « b d g » seront assimilées aux occlusives sourdes non aspirées du chinois standard /p t k/ et les occlusives sourdes de l'anglais – puis du français –, notées « p t k » aux occlusives sourdes aspirées du chinois standard /p^h t^h k^h/ par des apprenants sinophones. De plus, si les catégories sont similaires entre le chinois standard et le français, alors les occlusives françaises /b d g p t k/ devraient difficilement être prononcées comme par des natifs par des apprenants adultes. Des valeurs intermédiaires de VOT entre le français et le chinois devraient être observées.

L'influence du taïwanais pourrait cependant bouleverser ces hypothèses. L'existence des catégories /b g/ pourrait introduire une catégorisation différente des apprenants taïwanais (par rapport à des sinophones non « taïwanisants »). Plusieurs remarques sont cependant à faire :

- Est-ce que les locuteurs taïwanais bilingues ont vraiment tous des catégories distinctes pour /b g/ du taïwanais ? Il est vraisemblable que ce soit le cas pour les natifs, mais est-ce le cas pour ceux qui ne l'apprennent qu'à l'adolescence, ce qui est fréquent (Goudin, 2012) ?
- L'absence du /d/ dans le système phonologique du taïwanais est sans doute un handicap pour la catégorisation de ces sons en fonction des catégories du taïwanais. Flege et Port (1981) ont montré que bien que des traits distinctifs existaient dans une langue, une recomposition de ces traits distinctifs pour la réalisation d'un phonème absent dans la langue ne se faisait pas par des locuteurs de cette langue (ici arabophone). Si ce principe s'applique aux locuteurs taïwanais, ils ne pourront assimiler le /d/ à une catégorie du taïwanais. S'il n'est pas possible d'assimiler à une catégorie toute la série des /b d g/ du français, peuvent-ils assimiler à des catégories de la langue une partie seulement de ces consonnes ? (/b g/)
- Il nous faut également considérer les contraintes de réalisation de ces occlusives dans la langue : les contraintes phonotactiques pour la réalisation des occlusives voisées en taïwanais ne devraient pas permettre la réalisation des occlusives voisées en position finale. Toute aide que le taïwanais puisse être dans l'apprentissage de la réalisation du voisement, il ne permettra sans doute pas en toute circonstance de réaliser les occlusives du français.
- Est-il vraiment souhaitable qu'ils associent les occlusives voisées du français à des occlusives voisées taïwanaises ? Si cela constitue une aide au départ, n'est-ce pas un handicap dans la durée, avec une contrainte pour réaliser des occlusives « à la française » ? Ne vont-ils pas réaliser des occlusives voisées prénasalisées par exemple ? N'est-il pas souhaitable qu'ils acquièrent de nouvelles catégories pour ces consonnes ? Sans doute n'est-ce cependant pas possible en raison de la proximité de l'articulation, voisement exclu.
- Enfin, même si ces locuteurs possèdent les catégories voisées des occlusives du taïwanais, vont-ils les utiliser pour le français, ou vont-ils être influencés par le chinois, langue de l'apprentissage à l'école, ou par l'anglais, langue qu'ils écrivent avec l'alphabet latin ? Le passage par l'anglais constitue en réalité un handicap car comme le dit Chiung (2001), les Taïwanais perçoivent les occlusives voisées de l'anglais comme des occlusives sourdes non aspirées du taïwanais. Sans doute en sera-t-il de même en français en raison de l'anglais.

Selon le modèle PAM, nous serions dans le deuxième ou le troisième cas présentés par l'auteur (Best et Tyler, 2007), celui de l'assimilation de deux catégories phonologiques de la L2 à une catégorie de la L1, avec comme questions : les deux catégories voisées et sourdes du français sont-elles considérées comme équivalentes ou non à la catégorie sourde non aspirée du chinois standard ? En effet, bien que les deux langues (français et mandarin de Taiwan) possèdent deux catégories phonologiques distinctes, utilisant les mêmes symboles pour les représenter, les phonèmes du français ne sont en principe pas produits avec de l'aspiration. Aussi, l'ensemble des occlusives voisées et sourdes du français devraient être perçues comme des occlusives non-aspirées du mandarin de Taïwan. Il devrait ainsi y avoir une confusion en

perception – et en production – de ces phonèmes. /b p/, /d t/ et /g k/ devraient respectivement être assimilés aux phonèmes /p/, /t/ et /k/ du chinois standard. Le degré de difficulté pour les apprenants dépendra de la proximité perçue entre les consonnes voisées et sourdes et de la fréquence d'exposition. Il est vraisemblable que dans les contextes où les occlusives sourdes auront des VOT plus longs (comme devant une voyelle fermée), la discrimination sera facilitée. La présence de voisement ne sera par contre pas au départ perçue comme un élément discriminant.

Enfin, le modèle NLM fait des prédictions similaires. Les occlusives sourdes du français devraient être perçues comme les occlusives sourdes non aspirées du chinois mandarin. Selon les indices pris en compte, les occlusives voisées peuvent y être également plus ou moins assimilées.

Encore une fois, nous retrouvons l'importance de la langue maternelle : le taiwanais peut-il intervenir dans la perception des occlusives voisées ? Quel est son statut pour ces apprenants ? Selon Chen (2003), il constitue certes un atout, mais il n'est pas la langue par laquelle les langues étrangères sont apprises :

« Ajoutons que ce dialecte taiwanais n'étant pas enseigné, c'est le fonctionnement du mandarin, enseigné à l'école, qui risque d'influencer surtout les apprenants. Or le taiwanais présente des caractéristiques dont nous pouvons tirer profit. » (Chen, 2003)

Ceci nous amène à présenter maintenant les phénomènes de transfert des langues connues des apprenants dans l'apprentissage du français, et plus généralement des écarts de prononciation observés chez ces apprenants.

2. Les difficultés des apprenants sinophones dans la littérature

Nous étudions dans cette partie les écarts de prononciation observés chez des locuteurs sinophones dans la littérature scientifique. Nous évoquons d'abord l'influence de l'anglais et du taiwanais dans l'apprentissage du français, puis nous ferons l'inventaire des écarts de prononciation les plus généralement observés chez ces locuteurs. Enfin, nous nous intéresserons plus spécifiquement aux observations faites vis-à-vis de la prononciation de l'opposition de voisement, en anglais puis en français.

a. L'influence des langues des apprenants dans l'apprentissage du français

Nous abordons dans cette partie le sujet de l'influence de deux langues dans l'apprentissage du français : l'anglais et le taiwanais. En effet, la langue maternelle n'est pas la seule langue qui influe sur l'apprentissage d'une nouvelle langue, mais toutes les langues apprises peuvent avoir un effet. Or les apprenants taiwanais parlent le mandarin de Taïwan, et très souvent, ils parlent aussi taiwanais. De plus, l'anglais est la première langue étrangère apprise à Taïwan comme nous l'avons déjà évoqué. La question qui se pose ici est à quel point ces deux langues influencent-elles l'apprentissage du français ? Nous apportons ici quelques éléments de réponse trouvés dans la littérature scientifique.

Nous montrons que l'apprentissage du français n'a pas comme seule source d'interférence le chinois mandarin. Des transferts s'effectuent à partir de l'anglais et du taïwanais. Le système est plus complexe encore puisque l'anglais lui-même est appris au travers des filtres du taïwanais (Chiung, 2001) et du chinois, puis le français, au travers de l'anglais principalement (Sossouvi, 2014).

Pour Flege (1987a), le code écrit peut jouer un rôle dans la catégorisation des sons d'une nouvelle langue. L'intervention de l'écrit est jugée très négativement par Lauret (2007) qui y voit une source d'influence amenant à mal prononcer les sons :

« Oui, il est possible d'acquérir une bonne prononciation quand on n'est pas exposé à l'écrit orthographique. L'exposition à l'écrit active longtemps irrémédiablement des réflexes de lecture dans la langue maternelle ou dans une autre langue de même alphabet. [...] L'œil contrarie l'oreille et la bouche. »

Ainsi, l'interprétation que les Taïwanais vont avoir du français peut passer par le code écrit. Or ils apprennent celui-ci, et notamment l'écriture latine des sons : « b d g p t k », en même temps que l'anglais (Yang, 2009). Chiung (2001) montre cependant que les occlusives voisées anglaises sont perçues comme des occlusives sourdes du taïwanais en raison du fait que la variabilité du VOT des occlusives anglaises peut correspondre autant aux occlusives voisées du taïwanais qu'aux occlusives sourdes (non aspirées). Ajoutons qu'en plus, cela pourrait correspondre aux occlusives sourdes non aspirées du chinois standard. De plus, relativement au chinois standard, l'écriture latine est également utilisée pour le pinyin qui transcrit les sons /p t k p^h t^h k^h/ respectivement en « b d g p t k » (même si ce système est moins connu à Taïwan). Ainsi, si lors de l'apprentissage de l'écriture des « b d g p t k », ces apprenants peuvent associer les « b d g » aux sons /p t k/ et les « p t k » aux sons /p^h t^h k^h/, en anglais, qui possède l'opposition de voisement (et en chinois avec le pinyin), il est vraisemblable que ce système soit appliqué au français.

De plus, Flege (1987a, 1987b ; Flege et Hillenbrand, 1984; voir aussi: Caramazza et al., 1973) a montré avec des natifs de l'anglais qui apprennent le français (et réciproquement) que les natifs eux-mêmes de l'anglais associent les [t^h] anglais aux [t] français. En généralisant, nous pouvons supposer que les /b d g/ français seront confondus avec les /b d g/ anglais (parfois réalisées [p t k]), et les « p t k » français avec les /p t k/ anglais (pouvant être des [p^h t^h k^h])²³. Si les apprenants taïwanais s'inspirent de l'anglais et du code graphique de l'écriture latine, alors ils suivront la même tendance et ne feront pas référence aux catégories du taïwanais.

Des études sur les erreurs des apprenants de français taïwanais montrent justement que l'anglais, qu'ils maîtrisent avant d'apprendre le français (Chen, 2003, Sossouvi, 2014), est à l'origine de la majorité de leurs erreurs. Sossouvi (2014) dans une étude sur l'influence des langues connues des apprenants sur l'apprentissage du français au niveau A du CECR note que 80% des erreurs des apprenants taïwanais analysés proviennent d'une interférence de l'anglais :

²³ Nous avons déjà noté (voir : *Le cas particulier de l'anglais*) que l'opposition de voisement telle qu'elle est réalisée en anglais est plutôt de l'ordre à favoriser la confusion entre l'aspiration et le voisement pour des apprenants sinophones du français.

« L'influence provenait surtout de l'anglais, 160 occurrences sur 200, soit 80 % des cas. Nos participants se sont aidés du bagage lexical, syntaxique, etc., accumulé au cours de l'apprentissage de l'anglais. La plupart des erreurs de notre corpus sont dues à divers facteurs, comme l'influence des sons de l'anglais, l'interférence de faux-amis et des mots formels et/ou sémantiquement proches et l'influence de la culture grammaticale apprise avec l'anglais. » (Sossouvi, 2014)

L'auteur attribue cette interférence importante de l'anglais, plus forte que la première langue (le chinois mandarin) en raison de la proximité du français et de l'anglais – relativement à la langue première de ces apprenants.

« Étant donné que les deux langues utilisent l'alphabet latin, l'anglais semble plus proche du français que du chinois, qui emploie des sinogrammes. Par conséquent, pour parler français, ils consultaient dans leur répertoire la langue la plus voisine, la plus similaire. Nos participants perçoivent ainsi la langue française comme une variante nouvelle de la langue de Shakespeare, des langues identiques, simplement divergentes. » (Sossouvi, 2014)

« Ainsi, ce qui importe n'est pas l'ordre d'acquisition des langues en présence, mais plutôt, que la langue (L1 ou L2) soit structurellement proche de la L3, ou perçu comme étant structurellement proche d'elle (de Angelis & Selinker 2001 ; Cenoz 2003 ; Singleton & O'Laoire 2006 ; Foote 2009 ; Montrul, Dias & Santos 2011 ; Anderssen & Bentzen 2013) » (Sossouvi, 2014)

Une influence de l'anglais dans la production du français a par ailleurs été observée par Su (2011) chez certains de ses locuteurs taiwanais dont elle analysait la prononciation.

La connaissance de l'anglais joue donc un rôle décisif dans l'apprentissage du français et dans la perception de l'opposition de voisement en français. Cette influence semble donc plutôt être une interférence. L'influence du taiwanais, au contraire, qui pourrait être une aide²⁴ pour percevoir le voisement en français et aider à discriminer²⁵, est atténuée par cette interférence et l'éloignement avec le français.

Remarquons pour conclure cette partie que différentes approches sont envisagées par rapport à l'usage de ces langues par les manuels qui ciblent les apprenants sinophones et les enseignants.

Pour l'usage de l'anglais, notons par exemple le manuel *Vis-à-vis* (Cave books, 2004) qui dans ses premières leçons invitent les apprenants à comparer des mots proches entre l'anglais et le français (comme « republic »/ «république » ; « telephone »/ « téléphone » ; « liberty »/ « liberté » ; « capital »/ « capitale ») et de noter les différences perçues.

Certains enseignants, pour leur part, font intervenir le taiwanais pour expliquer la prononciation et les oppositions phonologiques du français. Le fait que l'enseignant fasse lui-même le rapprochement peut sans doute permettre de modifier les représentations des apprenants et mettre en avant des oppositions qu'ils connaissent déjà et plus pertinentes. Ainsi,

²⁴ Sous réserve qu'une trop grande proximité – sans être identique - n'empêche de percevoir et de produire les différences entre les 2 langues (Flege, 1995).

²⁵ si on suit PAM-L2 (Best et Tyler, 2007), car deux catégories en L2 pourraient être associées à 2 catégories en L1, l'opposition /d t/ exceptée.

dans l'enquête de Cotton (2012) auprès d'enseignants de FLE d'universités taïwanaises, ceux-ci témoignent de cette utilisation pour la phonétique et l'auteure note :

« il est possible d'affirmer que chaque langue est employée de façon stratégique et très judicieusement, afin de permettre aux apprenants de comparer le français avec les langues qu'ils connaissent » (Cotton, 2012).

Ajoutons également pour ne pas trop généraliser sur l'influence dominante de l'anglais dans la catégorisation des apprenants que nous avons-nous-même rencontré dans notre expérience d'enseignant des apprenants suggérer eux-mêmes la proximité de sons du français qu'ils entendaient avec des mots en taïwanais. Cette suggestion entre apprenants de similitude entre le français et le taïwanais se révèle étonnamment efficace, les étudiants présentant des difficultés parvenant alors immédiatement à produire le son correct en français²⁶.

L'apprentissage du français semble ainsi exposé à l'interférence de l'anglais, langue utilisant le même code graphique et perçue comme proche. Le taïwanais, qui possède notamment l'opposition de voisement avec des occlusives prévoisées devrait être une aide dans un premier temps pour discriminer l'opposition de voisement, bien qu'une trop grande proximité, mais avec des différences, puisse à terme être un obstacle à une prononciation comme des natifs (Flege, 1995). Cette proximité n'est pas perçue par la majorité des apprenants taïwanais, et c'est l'influence de l'anglais qui semble bien dominer dans l'apprentissage du français.

b. Les écarts de prononciation les plus fréquents des locuteurs sinophones en français

Nous commençons dans cette première partie à nous intéresser à la prononciation des locuteurs sinophones en français.

i. *Écarts de prononciation en général*

Nous pouvons trouver une liste des principaux écarts de prononciation en français des apprenants sinophones dans certains manuels de FLE. Ainsi, dans *Phonétique progressive du français avec 600 exercices*, un manuel spécialisé dans la prononciation de Charliac et Motron (1998), nous trouvons :

« Chinois (mandarin, cantonnais...) : difficultés sur l'enchaînement consonantique et l'enchaînement vocalique, l'égalité syllabique, la désaccentuation et les intonations.

Travailler particulièrement :

- La différence entre voyelles orales et voyelles nasales ;

²⁶ Ajoutons une réserve sur cette efficacité. Dans notre exemple, il s'agissait de la prononciation de la syllabe [sy], une difficulté récurrente pour les sinophones, y compris à Taïwan (Étant donné l'influence du taïwanais, les Taïwanais ont cependant tendance à prononcer les [ʃ] comme des [s], aussi la présence de cette difficulté en français n'allait pas de soi (voir : Landron et al., 2016)). Certains la prononcent systématiquement [ey] en raison du chinois mandarin, ce qu'un natif du français percevra [ʃy]. Un étudiant a remarqué que cela ressemblait à un mot taïwanais. A peine l'avait-il remarqué que l'étudiant qui n'y arrivait pas a prononcé correctement (nous a-t-il semblé d'abord) le mot avec la syllabe concernée en français. Il a en réalité ensuite fallu faire attention à la voyelle qui était ensuite diphtonguée en raison de la comparaison. Cette méthode fonctionne à peu près à chaque fois, et à peu près de la même façon. La nouvelle prononciation est ensuite possible, néanmoins, les apprenants ayant cette difficulté reviennent régulièrement à la prononciation erronée et l'enseignant doit faire remarquer la différence à l'apprenant pour que celui-ci prononce à nouveau correctement.

- Toutes les consonnes, surtout les consonnes occlusives et les suites de consonnes. »

Pour sa part, Lauret (2007) cite spécifiquement les locuteurs ayant le chinois comme langue d'origine parmi les « écarts segmentaux les plus fréquemment observés en français » (liste non exhaustive) pour les situations suivantes :

- « - les occlusives sourdes ne sont pas distinguées des sonores »
- [z] prononcé [ʒ] »

Kockaert et Li (2008) font des observations plus systématiques sur un total de 9 locuteurs de l'est de la Chine. Ils effectuent une série de diagnostics qui établissent que ces locuteurs :

- Produisent de l'aspiration pour les occlusives sourdes /p t k/ du français
- Distinction aléatoire ou inversée entre /p t k/ et /b d g/
- Dévoisement de [ʒ]
- [sy] et [si] prononcés [ʃy] et [ʃi]
- Les voyelles moyennes [e œ ɔ] prononcées [ɛ ø o], et indécision générale entre mi-ouvertes et mi-fermées
- [a] et [ɛ] prononcés [æ]
- de manière générale, les voyelles arrondies ne le sont pas assez
- Au niveau suprasegmental, non respect de la courbe mélodique du français et de la formation des groupes rythmiques

Chaubet (2001) dans son manuel destiné à un public taïwanais, retient parmi les 7 principales difficultés pour des apprenants taïwanais « les trois couples infernaux [b] [p], [d] [t], [g] [k] » et « les quatre fausses jumelles qu'on appelle 'nasales' [ã] [õ] [ê] [œ] »²⁷.

Chen (2003) relève également des écarts de prononciation de locuteurs taïwanais. Elle relève d'abord un rythme « haché », « découpé » avec une difficulté à former les groupes « sémantico-syntaxiques ». Vient ensuite la difficulté de voisement des occlusives entre [b d g] et [p t k]. L'auteure révèle une confusion occasionnelle de [R] et [l], une difficulté à réaliser les « groupes combinés (près, parc) » et « les groupes disjoints (extraire, obstiné) » pour les consonnes. Pour les voyelles, elle relève l'opposition entre les voyelles moyennes [e]/[ɛ], [ɔ]/[o] et plus généralement les problèmes d'aperture et les voyelles nasales.

Su (2011) analyse des erreurs d'apprenants taïwanais en perception et en production. Parmi les erreurs les plus fréquentes de ces apprenants, elle observe qu'une majorité d'erreurs concernent les nasales du français et l'opposition sourdes-sonores pour les occlusives en perception et en production. Ces deux types d'erreurs se retrouvent à tous les niveaux, bien que l'auteure note une progression. L'opposition sourdes-sonores pour les fricatives pose des difficultés pour les niveaux débutants mais semble quasiment disparaître avec les niveaux plus avancés, en production et en perception.

Enfin, nous proposons nous-même une synthèse des différents écarts de » prononciation de locuteurs sinophones (Landron et al., 2016). Nous reprenons ici les principales difficultés

²⁷ Notons que la dernière (/œ/) ne figure généralement pas dans l'inventaire des nasales du français contemporain, comme le remarque d'ailleurs l'auteur (voir par exemple Vaissière, 2006).

concernant les consonnes. Nous avons bien entendu relevé l'opposition de voisement, mais pas seulement pour les occlusives : /b d g v z ʒ/ sont confondus avec /p t k f s ʃ/, généralement dévoisés, mais le voisement des sourdes est possible. Les occlusives sourdes peuvent également être aspirées. /ʒ/ peut être réalisée comme une affriquée ou une approximante [ʒ] ou même [z] à Taïwan ou dans le sud de la Chine. Le /R/ français pose également difficulté. Les groupes de consonnes sont mal réalisés, notamment avec /R/. Les consonnes finales peuvent ne pas être prononcées ou une voyelle être ajoutée après. /s/ peut être réalisé [ʃ] avec les voyelles /i y/.

Nous voyons dans ces observations que la difficulté de l'opposition de voisement est retenue comme un écart majeur dans la prononciation des apprenants sinophones en français, et cela inclut Taïwan, bien que le taïwanais possède cette opposition dans son système phonologique.

ii. *La réalisation du voisement en français*

« Un gâteau ou un cadeau ? » Voilà certainement l'exemple le plus souvent utilisé pour décrire les écarts de prononciation des apprenants sinophones relativement au voisement (voir par exemple : Chaubet, 2001 ; Chen, 2003 ; Yang-Drocourt, 2007 ; Kockaert et Li, 2008). Entre la première consonne de chaque mot : /g/ ou /k/ et la seconde : /t/ ou /d/, la difficulté à distinguer ces mots semble maximale pour ces apprenants, d'autant que les deux mots sont possibles dans un même contexte. Les écarts de prononciation en français sont donc attestés.

Kockaert et Li (2008) ont mesuré le VOT d'occlusives françaises produites par huit apprenants sinophones de l'est de la Chine (4 hommes et 4 femmes) de niveau B1 à C1, avec des consonnes en position initiale.

Consonnes	[p]	[b]	[t]	[d]	[k]	[g]
Moyennes de VOT (ms)	12	15	20	21	25	18

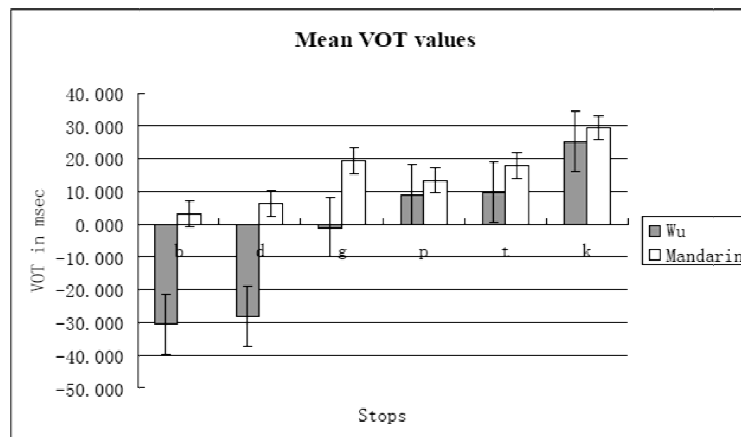
Tableau 6 : Moyennes de VOT des occlusives françaises /p b t d k g/ produites par 8 locuteurs sinophones (4 hommes et 4 femmes) en position initiale (Kockaert et Li, 2008)

Les moyennes de VOT obtenues en français (Tableau 6) par les locuteurs sinophones sont toutes positives. Nous pouvons même observer que les VOT moyens des occlusives voisées sont plus longs que ceux des occlusives sourdes. Les auteurs remarquent que les différences de moyennes de VOT obtenues entre consonnes sourdes et sonores ne sont pas significatives et que ces apprenants ne distinguent pas les deux types de consonnes. De plus, dans leurs observations personnelles, les auteurs remarquent que si les occlusives voisées sont dévoisées, les occlusives sourdes sont parfois voisées : « Le dévoisement, partiellement hérité du système phonologique natif, coexiste avec l'erreur inverse, c'est-à-dire de sonorisation des consonnes sourdes » (Kockaert et Li, 2008). Finalement, en comparant ces résultats avec des productions natives les auteurs remarquent que les VOT des [b d g] ne présentent pas de différence significative avec les [p t k] du chinois mandarin. Deux catégories de sons du français semblent donc converger vers une seule catégorie de sons de la L1 des apprenants.

Qin (2009) a également mesuré le VOT en français de productions d'apprenants sinophones. L'auteur a comparé les productions en français de locuteurs sinophones et de locuteurs natifs du Wu, une des principales langues en Chine, mais qui possède les deux oppositions :

voisement et aspiration. Il y a donc en Wu les occlusives /b d g p t k p^h t^h k^h/. L'étude a été effectuée sur 7 locuteurs chinois et 8 locuteurs du Wu, tous entre 19 et 25 ans, 1 homme et 14 femmes. Ils ont tous appris l'anglais pendant 6 ans en première langue et ont appris le français entre 2 et 6 ans. Aucun n'a vécu à l'étranger.

Les locuteurs devaient prononcer un ensemble de mots dans une phrase cadre, les mots isolés étant sélectionnés parmi des paires minimales. Cinq voyelles différentes ont été utilisées en coarticulation, 30 mots (15 paires minimales) présentent les consonnes en position initiale et 18 mots (9 paires minimales) présentent les consonnes en position intervocalique. Les résultats de Qin (2009) sont illustrés sur le Graphique 2.



Graphique 2 : Moyennes de VOT pour les occlusives /b d g p t k/ du français réalisées par 8 locuteurs natifs du Wu et 7 locuteurs natifs du chinois mandarin, en positions initiale et intervocalique (Qin, 2009)

Les résultats de Qin (2009) sur le Graphique 2 révèlent deux choses intéressantes : les locuteurs natifs du chinois mandarin produisent un VOT positif pour les 6 consonnes, avec un VOT qui semble plus court pour les occlusives phonologiquement voisées ([g] semble cependant avoir un VOT plus long que [p t]). Ensuite, les locuteurs natifs du Wu produisent bien des VOT négatifs pour les /b d g/ français, quoique le VOT moyen de [g] soit proche de 0 (et est en réalité positif en position initiale). L'étude semble donc révéler que les locuteurs du mandarin ne produisent pas de prévoisement en français, au contraire des locuteurs du Wu (sauf pour le /g/) qui possèdent des occlusives prévoisées²⁸, comme les Taïwanais (à l'exception du /d/).

Qin (2009) indique cependant des différences interlocuteurs. Seuls 4 locuteurs du Wu sur les 8 ont produit un VOT négatif pour les occlusives voisées du français (entre -11 et -100ms) et 1 locuteur du chinois mandarin a produit un VOT moyen négatif (-64ms). Aussi, les locuteurs du Wu semblent donc plus souvent produire des VOT négatifs, mais pas toujours. Réciproquement, tous les locuteurs du chinois mandarin ne produisent pas un VOT positif pour les occlusives voisées du français.

Il nous faut aussi remarquer que dans cette étude, le VOT a été mesuré en position intervocalique pour des occlusives voisées du français. De plus, l'auteur a bien mesuré le VOT

²⁸ Qin (2009) précise que les indices utilisés sont cependant différents du français. Le type de phonation par exemple est un indice important pour les occlusives voisées du Wu.

comme négatif s'il y avait au moins 75% de l'occlusion voisée, interruption de voisement ou non. Nous considérons pour notre part que le VOT n'est pas mesurable en position intervocalique pour les occlusives voisées du français, car le plus souvent, il n'y a pas d'interruption avec la voyelle qui précède.

L'auteur a également proposé un test de perception à ces deux groupes d'auditeurs. Le groupe de locuteurs du Wu a obtenu un meilleur taux moyen d'identification (73,2%) que le groupe de locuteurs du chinois mandarin (65,8%), quoique la variabilité soit plus grande pour le premier. Dans le détail, les taux vont de 56% à 100% pour les locuteurs du Wu, avec deux auditeurs avec des taux à 99% ou 100%. Pour les locuteurs du chinois mandarin, les taux vont de 50% à 77%, soit un taux minimal de réponse égal au hasard. Là encore, les locuteurs du Wu semblent avoir une meilleure identification, sans que cela ne concerne tous les auditeurs.

L'auteur (Qin, 2009) en conclut qu'il y a chez ces locuteurs une assimilation des sons du français aux catégories de la L1 (la classification par catégorie de Flege).

« The French contrast is not realized in voicing lead versus short voicing lag for Mandarin L2 learners and they fail to perceive phonetic dissimilarities of the two stop categories in French and seem to confuse them at last. As defined in SLM Model (Flege, 1995), the blocking phenomenon is due to the mechanism of equivalence classification and one single contrast will be used to process L1 and L2 different contrasts if the sound contrast in L2 is assimilated by the closest L1 speech sound. It can be inferred that the contrast of French voiced and voiceless stops are perceptually equated with the contrast of voiceless unaspirated and voiceless aspirated stop existing in Mandarin. » (Qin, 2009)

Les locuteurs du Wu ont plus de facilités grâce aux catégories existantes dans leur L1.

Su (2011) n'a pas mesuré les données acoustiques précisément mais effectue quelques observations sur les apprenants de français taïwanais qu'elle observe au sujet de la réalisation du voisement en français lors d'une tâche de lecture à haute voix. Elle remarque tout d'abord que le plus grand nombre d'erreurs effectués par ses locuteurs en production concerne la paire /d t/. Vient ensuite la paire /p b/ et seulement en troisième la paire /k g/ (avec moitié moins d'erreurs que pour /d t/). Ceci remettrait en question le fait que le /g/ soit le plus difficile à voiser. En perception également, la paire /k g/ reçoit moins d'erreurs. La paire /p b/ en reçoit le plus, mais les écarts sont plus réduits. De plus, le contexte vocalique n'est pas précisé.

Une autre remarque de Su (2011) est que les apprenants débutants (groupe A) ont plus tendance à aspirer les consonnes sourdes : plus de la moitié des apprenants observés le font effectivement pour /p t/ en français. Au contraire, les apprenants avancés (groupe B) ont tendance à voiser les occlusives sourdes. L'auteur note ainsi :

« [p]-[b], [t]-[d], [k]-[g] : Le groupe A a prononcé plusieurs fois les occlusives sourdes non aspirée en aspirées. Le groupe B mélange les occlusives sonores avec les sourdes de temps en temps. Ce qui veut dire que le groupe A n'avait pas encore conscience de la différence et le groupe B avait trop conscience de la différence car il connaissait déjà la différence, par exemple, entre [p] et [b] ; il a donc essayé de bien prononcer [b]. À cause de cela, le sujet testé du niveau plus avancé a bien

prononcé le son [b], puis il n'a pas prononcé correctement le son [p]. Les occlusives sourdes et sonores restent toujours le problème à l'audition et à la production chez les deux groupes. » (Su, 2011)

Ainsi, en apprenant à prévoir les occlusives voisées du français, les apprenants taïwanais auraient tendance à prévoir également les occlusives sourdes, phénomène qui n'apparaîtrait pas au niveau débutant. Un problème de confusion perceptif peut en effet en être la cause.

Dans une étude précédente (Landron et al., 2016), nous avons nous-même observé des différences importantes pour trois locutrices taïwanaises de niveau avancé en français dans la présence de barre de voisement des occlusives voisées du français, avec une locutrice ayant un taux de 100% et deux autres locutrices présentant des taux plus ou moins élevés selon les consonnes, mais différentes entre elles. L'étude ne nous permettait pas de conclure sur une tendance générale, mais au moins sur la possibilité pour ces apprenantes à produire un voisement complet des occlusives françaises – comme des natifs – et sur la variabilité importante qu'il existe entre les apprenants.

Ainsi, ces différentes études mettent en évidence que la production de voisement sur les occlusives françaises est une difficulté pour des apprenants sinophones en général, et taïwanais en particulier. Néanmoins, cette difficulté n'est pas du tout insurmontable, elle est évolutive, variable selon les apprenants, et l'existence de l'opposition dans une autre langue des apprenants est un atout pour les aider à la réaliser « à la française ».

c. La prononciation du voisement des occlusives anglaises des locuteurs sinophones

Nous passons en revue ici des études sur la production de voisement des occlusives de locuteurs natifs du chinois mandarin en anglais langue étrangère. De manière générale, les locuteurs sinophones ne réalisent pas l'opposition de voisement en anglais, y compris donc pour les occlusives, comme l'indiquent Zhang et Yin (2009) dans un inventaire des difficultés de prononciation des locuteurs sinophones en anglais :

« Chinese learners of English often neglect the differences between voiced and voiceless sounds in English and native English speakers often overlook the feature of aspiration for it does not contrast meaning therefore non-distinctive » (Zhang et Yin, 2009).

Du fait des contraintes phonotactiques du chinois mandarin, des études distinctes sont effectuées entre les occlusives anglaises produites en position initiale, ce qui existe en chinois mandarin, et les occlusives produites en position finale, ce qui n'existe pas en chinois mandarin. Toutefois, des occlusives sourdes non aspirées sont possibles en position finale en taïwanais. Nous présentons successivement les études relatives à ces deux positions.

i. *Les occlusives anglaises réalisées en position initiale par des locuteurs sinophones*

Les occlusives anglaises en position initiale phonologiquement voisées peuvent être prévisées, mais ne le sont pas toujours (Lisker, 1986 ; voir : *Le cas particulier de l'anglais*). Le chinois mandarin n'ayant pas d'occlusives voisées, il est attendu qu'ils ne prévoieront pas les occlusives anglaises.

Ceci est confirmé par exemple par Shimizu (2011). Shimizu (2011) a comparé le VOT des occlusives en position initiale entre des productions de mêmes 2 locuteurs (un homme et une femme) âgés entre 22 et 30 ans produites en L1 et en anglais dans des phrases cadre (Tableau 7). Avec 2 locuteurs seulement (de sexe différent), les moyennes de VOT qu'il obtient en chinois sont cohérentes avec les résultats précédemment obtenus (voir : *Les occlusives du chinois mandarin*). L'auteur observe que les apprenants sinophones produisent en anglais les VOT de leur L1 : « They [Chinese ESL learners] use their voiced stops to align with English voiced ones, and use their aspirated stops to align with English voiceless ones » (Shimizu, 2011).

Table 5: Mean VOT values of Chinese Stops (N=12) (s.d. in parenthesis).

	Unaspirated	Aspirated
p	11 (4.7)	p ^h 83 (15.4)
t	17 (8.8)	t ^h 88 (20.0)
k	19 (3.6)	k ^h 80 (16.5)

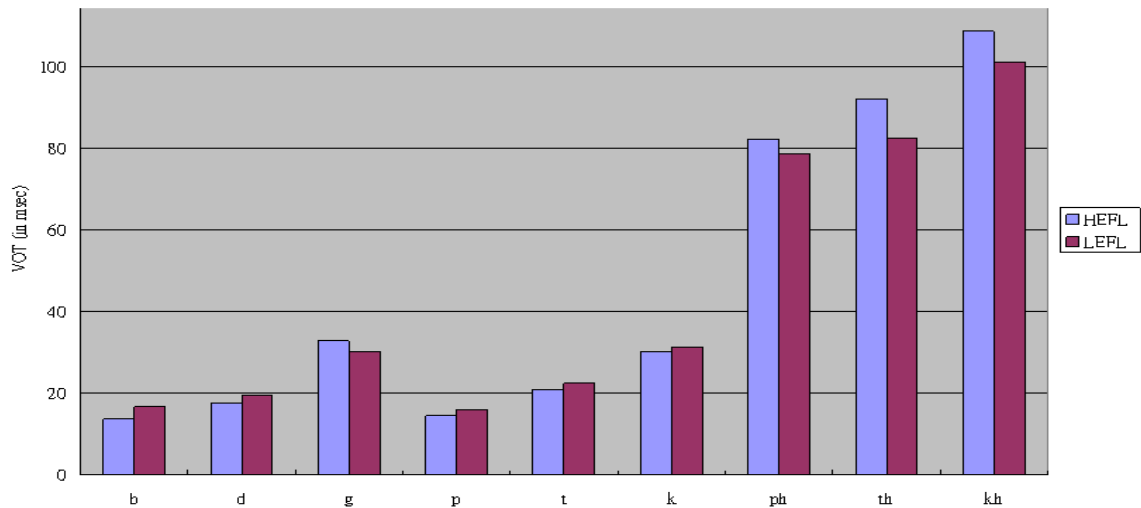
Table 6: Mean VOT values of English Stops by Chinese ESL Learners (N=12) (s.d. in parenthesis).

	E-Voiced	E-Voiceless
b	16 (6.4)	p 76 (29.5)
d	24 (23.1)	t 65 (13.1)
g	25 (11.1)	k 93 (15.5)

Tableau 7 : Moyennes de VOT des occlusives /p t k p^h t^h k^h/ en chinois mandarin produites par 2 natifs (un homme et une femme) et des occlusives /b d g p t k/ produites en anglais par les mêmes locuteurs (Shimizu, 2011)

En ce qui concerne les locuteurs taïwanais, l'existence de consonnes voisées en taïwanais pourrait permettre d'associer les occlusives voisées du taïwanais aux occlusives voisées de l'anglais. Pourtant, comme nous l'avons évoqué avec Chiung (2001) et l'influence du code graphique (voir : *L'influence des langues des apprenants dans l'apprentissage du français*), les consonnes voisées de l'anglais sont plutôt assimilées aux occlusives sourdes non aspirées du taïwanais ou du chinois mandarin.

Ainsi, les études de Liao (2005) et de Chen et al. (2007) mesurent le VOT réalisé pour les consonnes anglaises par des locuteurs taïwanais (Tableau 8). Ces deux études ont également mesuré le VOT en L1 pour ces locuteurs (mandarin de Taïwan et/ou taïwanais ; voir : *Les occlusives du chinois mandarin* et *Les occlusives du taïwanais*). Ces deux études distinguent en position initiale les occlusives sourdes précédées d'un /s/ et celles qui ne le sont pas. Comme nous l'avons vu précédemment (voir : *Le cas particulier de l'anglais*), les occlusives /p t k/ de l'anglais précédées d'un /s/ ne sont pas aspirées (Lisker, 1984). Ainsi, dans leurs mesures, les auteurs ont étudié séparément les [b d g] initiaux, les [p^h t^h k^h] initiaux non précédés d'un /s/ et les [p t k] initiaux précédés d'un /s/.



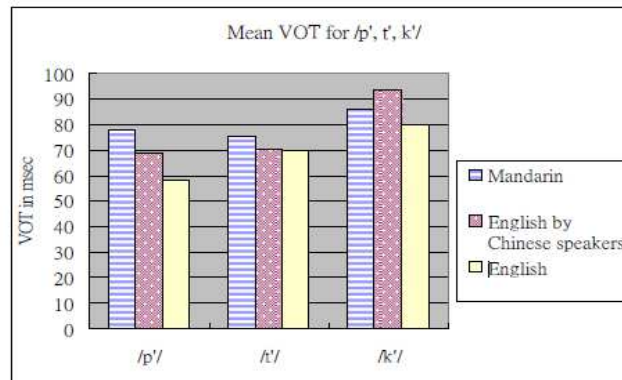
Graphique 3 : Moyennes de VOT des occlusives [b d g p t k p^h t^h k^h] en anglais réalisées en position initiale par des locuteurs taïwanais de niveau avancé (HEFL) ou de niveau débutant (LEFL) (Liao, 2005)

Le Graphique 3 présente les résultats obtenus par Liao (2005). Les locuteurs sont étudiés en deux groupes distincts : un groupe d'apprenants de niveau avancé en anglais, 5 garçons et 5 filles âgés de 13 à 16 ans, et un groupe d'apprenants débutants (« low proficiency group », 5 garçons et 5 filles âgés de 15 à 16 ans. L'observation de ses résultats montre que toutes les consonnes obtiennent une moyenne de VOT positive, [b g] semblant même avoir des VOT sinon plus longs, au moins égaux aux [p k]. L'auteur précise qu'aucun locuteur n'a produit de prévoisement sur les occlusives voisées. Ayant comparé ces résultats avec ses mesures de VOT en anglais et en chinois mandarin produit par des natifs, l'auteur note qu'avec une meilleure maîtrise de l'anglais, les apprenants ajustent leur VOT à la langue cible.

	[p ^h]	[t ^h]	[k ^h]
Chen et al., 2007	68,7	70,2	93,4

Tableau 8 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues pour les consonnes /p t k/ ([p^h t^h k^h]) de l'anglais en position initiale par 36 locuteurs taïwanais (Chen et al., 2007)

Chen et al. (2007) ont enregistré 36 locuteurs taïwanais de 20 à 50 ans, de différentes régions de Taïwan, mais sans accent régional marqué. Les occlusives anglaises sont réalisées en initiale de mots bisyllabiques, ne sont pas précédées d'un /s/ et le /k/ n'est pas suivi d'un /i/ pour correspondre aux mesures effectuées par les auteurs sur le chinois. Les auteurs obtiennent ainsi des VOT positifs longs correspondant à des occlusives aspirées (Tableau 8). Comparant leurs résultats à des moyennes de VOT de l'anglais et du chinois produits par des natifs (Graphique 4), les auteurs observent que seul [p^h] en anglais produit par les apprenants taïwanais obtient une valeur intermédiaire entre les deux langues. [t^h] approche de la valeur de la langue cible et [k^h] est plus long que les moyennes dans les deux langues obtenues avec des natifs. Cependant, une forte variabilité entre les locuteurs existe et citant Liao (2005), ils font valoir l'importance de différences de niveau entre leurs locuteurs.



Graphique 4 : Moyennes de VOT (ms) des occlusives [p^h t^h k^h] produites en chinois mandarin par des natifs, en anglais par des apprenants taiwanais et en anglais par des natifs (Chen et al., 2007)

Il ressort de ces observations que ni les locuteurs sinophones du continent ni de Taïwan ne produisent de VOT négatif pour les occlusives voisées de l'anglais. En fonction du niveau, des valeurs plus ou moins intermédiaires entre le VOT du chinois mandarin et de l'anglais.

ii. *Les occlusives anglaises réalisées en position finale par des locuteurs sinophones*

Les occlusives orales ne sont jamais réalisées en position finale en chinois mandarin. En taiwanais cependant, ces consonnes peuvent y être réalisées, mais les oppositions de voisement et d'aspiration y sont neutralisées en des consonnes sourdes non aspirées (voir : *Description phonétique des occlusives du chinois mandarin, du mandarin de Taïwan*). Les occlusives de l'anglais peuvent être réalisées en position finale, mais un des indices les plus importants, sinon le plus important, pour les natifs est celui de la durée de la voyelle précédente (MacKain, 1982 ; Raphael, 1972 ; Repp, 1978 ; Wardrip-Fruin, 1982 ; Hogan et Rozsypal, 1980 ; Port et Dalby, 1982 ; Flege et al., 1992) : la voyelle étant plus longue devant une occlusive voisée que devant une occlusive sourde. Le VOT est, lui, l'indice principal en positions initiale et intervocalique.

Eckman (1981) observe dans son étude avec deux locuteurs sinophones parlant anglais que ceux-ci dévoisent les occlusives finales et/ou ont tendance à ajouter un schwa épenthétique après la consonne pour produire une syllabe ouverte CV. L'observation de l'ajout fréquent d'un schwa épenthétique est contredite par les observations de Anderson (1983) en parole spontanée sur 20 locuteurs sinophones. L'auteur constate pour sa part une préférence pour la délétion de la consonne finale en anglais. Weinberger (1987) observe que selon les tâches, l'ajout d'un schwa était constante, mais que la délétion de la consonne variait beaucoup et était plus fréquente si l'énoncé était produit dans un contexte linguistique. Il confirme également la tendance générale au dévoisement en position finale en anglais pour des locuteurs d'origine sinophone.

Pennington et Ku (1993) ont observé les réalisations de 16 femmes taiwanaises dans la production d'occlusives finales en anglais. Ils ont distingué 9 locutrices dont la langue d'origine est le taiwanais (« Amoy Chinese ») et 7 dont la langue est le chinois mandarin, dont 2 originaires du continent (Shanghai et Canton). L'observation principale est l'absence de voisement comme élément le plus fréquent pour la réalisation des occlusives voisées. Les

auteurs observent également que ces locuteurs ont tendance à ne pas prononcer le relâchement des occlusives, notamment avec /b p/, et parfois à produire un schwa épenthétique, plus pour les locutrices du taïwanais que les autres. Les auteurs ayant distingué des groupes en fonction de l'âge, ils observent que les plus jeunes dévoient plus. De manière générale, les occlusives sourdes ressemblent plus aux occlusives des natives que les voisées.

Les observations et analyses de Flege et Davidian (1984) confirment tout d'abord le phénomène de dévoisement des occlusives /b d g/ de l'anglais en position finale de locuteurs sinophones (9 des 12 sujets parlant taïwanais et un en plus hakka). Les auteurs ont observé en anglais que les apprenants sinophones dévoient plus souvent les consonnes finales voisées de l'anglais que des natifs de l'anglais. En revanche, il n'observe que 2% de délétion de consonnes finales, soit un taux très inférieur à celui du dévoisement (30%) mais supérieur aux natifs de l'anglais. Les auteurs ajoutent comme observation personnelle qu'il ne semble pas y avoir d'allongement de la voyelle devant les occlusives voisées comparativement aux occlusives sourdes, comme le feraient des natifs de l'anglais.

Flege, Mccutcheon et Smith (1987) confirment que l'indice de durée de la voyelle précédant des /p b/ en position finale n'est pas utilisé par des sinophones (1 de leur 8 sujets parle taïwanais) comme des natifs de l'anglais. La différence, si elle existe, est cependant assez réduite, tout comme pour la durée de l'occlusion entre les deux consonnes (plus longue pour les sourdes), ce qui engendre parfois une confusion entre les deux sons. Ils rejoignent en cela Hsieh et Kuo (1999) qui trouvent ce contraste produit par des locuteurs d'origine sinophone insuffisant. Flege et al. (1987) observent que les locuteurs d'origine sinophone n'ont pas une stratégie articulatoire aussi efficace que celle des natifs de l'anglais pour élargir la cavité supra-glottique et maintenir le voisement. Ils observent cependant que ces locuteurs produisent le /p/ avec une pression intra-orale plus forte que le /b/ comme des natifs de l'anglais, ce qui laisse penser que, plutôt qu'une confusion entre ces deux phonèmes, il peut y avoir ici une neutralisation de l'opposition en position finale comme en taïwanais et une substitution des /b/ et /p/ anglais par le seul /p/ chinois : « It is, therefore, possible that they "substituted" a Chinese /p/ for both the /p/ and /b/ in the English words examined here » (Flege et al. 1987).

Crowther et Mann (1990) observent également qu'en anglais, les locuteurs sinophones distinguent beaucoup moins la durée de la voyelle précédant un /d/ ou un /t/ final que des natifs, et même que des locuteurs japonophones parlant anglais. Des résultats similaires sont observés par Flege, Munro et Skelton (1992), pour un groupe de 10 locuteurs dont la moitié viennent de Taïwan et l'autre moitié du continent, et Flege (1993), avec 4 groupes de non natifs sinophones : neuf enfants, dix apprenants tardifs du continent non expérimentés en anglais, dix apprenants tardifs taïwanais expérimentés et dix non expérimentés en anglais, pour la paire /d t/ en anglais en position finale où effectivement, la durée de la voyelle précédant la consonne varie moins pour les locuteurs non natifs, y compris pour les locuteurs taïwanais expérimentés en anglais, que pour les natifs. Des résultats similaires sont obtenus par Chang (1994) avec 35 étudiants taïwanais. Ceci conduit à une identification moins bonne de ces consonnes que celles de natifs par des auditeurs natifs de l'anglais (Flege et al., 1992). Flege et al. (1992) remarquent finalement que peu de locuteurs sinophones utilisent les mêmes indices que les natifs et maîtrisent parfaitement l'opposition de voisement de l'anglais pour les

consonnes /d t/. En revanche, au niveau de la perception, si l'on modifie la durée de la voyelle précédente, les apprenants tardifs taïwanais et les enfants distinguent aussi bien les occlusives /d t/ que les natifs anglophones. Le degré d'exposition à la L2 semble ainsi être un facteur important dans le degré de maîtrise de la langue (Flege, 1993).

Enfin, Flege (1989) montre que si les auditeurs sinophones parlant anglais perçoivent aussi bien le contraste /d t/ en position finale que les natifs de l'anglais, ils n'utilisent cependant pas les mêmes indices. En effet, en supprimant le relâchement des occlusives finales, les natifs continuent à discriminer ces consonnes, ce qui correspond aux observations de Hillenbrand et al. (1984), les relâchements en position finale en anglais étant souvent peu audibles (Wardrip-Fruin, 1982), tandis que l'identification des auditeurs sinophones diminue significativement. Cette observation tend à montrer que les locuteurs sinophones utilisent les catégories de leur L1 pour discriminer ces sons. Cependant, après un entraînement, les auditeurs acquièrent une meilleure discrimination, et les auditeurs taïwanais plus encore (avec de fortes différences individuelles) que les continentaux, qui eux ne possèdent pas d'occlusive en position finale dans les contraintes phonotactiques d'une de leurs langues.

Ajoutons à ces observations les résultats de Chang (1995) et Wang et Wu (2001) qui observent, dans un test de perception avec 60 étudiants taïwanais pour le premier et 40 étudiants à l'université pour les seconds, que pour des occlusives anglaises sans relâchement en position finale, les auditeurs taïwanais ont tendance à identifier comme occlusives voisées celles qui sont précédées d'une voyelle longue (deux fois plus longues que les courtes pour Chang, 1995 et de durées artificiellement augmentées ou diminuées par échelons pour Wang et Wu, 2001), mais pas nécessairement comme sourdes les occlusives précédées d'une voyelle brève. L'allongement de la voyelle favoriserait donc l'identification en tant qu'occlusive voisée, mais le contraire ne serait pas un indice suffisant pour identifier la consonne comme sourde.

Pour conclure, la production de voisement des occlusives voisées de l'anglais semble être une lacune récurrente des apprenants sinophones en anglais. En position initiale – et intervocalique – l'indice de VOT est favorisé, entre des VOT positifs court et long. En position finale, il l'est également, alors que pour les natifs, la durée de la voyelle précédente joue un rôle majeur. Pour les locuteurs taïwanais, l'allongement de la voyelle semble faciliter la perception d'une occlusive voisée. Le fait que l'anglais soit appris avant le français est – nous l'avons dit – plutôt source d'interférences pour l'apprentissage du français. Cela est d'autant plus vrai qu'en anglais non plus, les locuteurs sinophones ne prévoient pas les occlusives voisées lorsqu'elles peuvent l'être.

3. L'enseignement de la prononciation à Taïwan

Après avoir situé l'enseignement / apprentissage de la prononciation dans le cadre plus général de l'enseignement de la langue et de la progression envisagée par le cadre européen commun de référence pour les langues (Conseil de l'Europe, 2001), nous présentons globalement dans cette partie la manière dont est enseignée la prononciation à Taïwan, et nous nous

intéresserons à la place de la phonétique / prononciation du français dans les manuels utilisés, et sur la façon dont cela est perçu par les apprenants taiwanais eux-mêmes.

a. CECR et progression

Le CECR (Cadre Européen Commun de Référence pour les langues ; Conseil de l'Europe, 2001) propose six niveaux d'apprenants d'une nouvelle langue. De manière générale, ces niveaux sont aujourd'hui utilisés comme référence et sont cités dans les manuels de FLE comme justification pour la démarche adoptée. La maîtrise du système phonologique est un aspect abordé par le CECR et nous reprenons dans le Tableau 9 le tableau proposé par le conseil de l'Europe (2001) pour la progression envisagée du niveau A1 (débutant) au niveau C2 (niveau avancé) pour la maîtrise du système phonologique (5 niveaux différents).

Maîtrise du système phonologique	
C2	Comme C1
C1	Peut varier l'intonation et placer l'accent phrastique correctement afin d'exprimer de fines nuances de sens.
B2	A acquis une prononciation et une intonation claires et naturelles.
B1	La prononciation est clairement intelligible même si un accent étranger est quelquefois perceptible et si des erreurs de prononciation proviennent occasionnellement.
A2	La prononciation est en général suffisamment claire pour être comprise malgré un net accent étranger mais l'interlocuteur devra parfois faire répéter.
A1	La prononciation d'un répertoire très limité d'expressions et de mots mémorisés est compréhensible avec quelque effort pour un locuteur natif habitué aux locuteurs du groupe linguistique de l'apprenant / utilisateur.

Tableau 9 : Descriptif du niveau de maîtrise du nouveau système phonologique pour chaque niveau de A1 à C2 proposé par le CECR (Conseil de l'Europe, 2001)

Bien que l'évolution du niveau A1 au niveau C1/C2 soit progressive, Lauret (2007) remarque qu'il ne s'agit pas d'un « processus linéaire », la prononciation est un domaine « plus 'physique', orienté vers le 'faire', qu' 'intellectuel', orienté vers le 'savoir' ». Il préconise alors de la travailler au plus tôt, et le risque de trop attendre est qu'apparaisse une « fossilisation des mauvaises habitudes » qui complique la tâche pour acquérir une bonne prononciation à un niveau plus élevé de l'apprentissage. Aussi, Lauret (2007) préconise :

« Le temps consacré à la prononciation devrait donc être très important en début d'apprentissage, puis rapidement plus occasionnel (organisé ou ponctuel) en fonction des besoins. »

L'acquisition de la prononciation du français est une compétence qui doit être travaillée au plus tôt, pour que les bons gestes et les bonnes habitudes puissent apparaître dès le début de l'apprentissage.

b. La place de la prononciation dans le cursus/cours de français

Les apprenants taiwanais découvrent généralement le français à l'université, le plus souvent dans les départements de langue et littérature française (Chen, 2003). La prononciation n'est pas mise au premier plan puisque les cours sont surtout axés sur l'écrit, à raison de 70% contre 30% pour l'oral (Chen, 2003). Cinq universités à Taïwan, une publique et quatre privées, disposent d'un département de français : l'Université Nationale Centrale (UNC), l'Université Catholique Fujen, l'Université de Tamkang, l'Université de la Culture Chinoise et l'Université

des langues Ursuline Wenzao (Chen, 2003 ; voir aussi : Yang, 2009 ; Cotton, 2012)²⁹. L'enseignement du français au lycée existe aussi au lycée, et est encouragé par le gouvernement à ce niveau depuis 1996 (Chen, 2003).

Parmi les cours de formation continue se distinguent quelques organismes comme l'Alliance Française de Taïwan (centres de Taipei et de Kaohsiung) ou les cours de l'Université Nationale Normale de Taïwan (NTNU, Shida) à Taipei où le recrutement des enseignants est assez sélectif et qui bénéficient d'une grande notoriété. Nous avons personnellement enseigné dans chacun de ces trois derniers centres³⁰. Il existe en plus à Taïwan un vaste réseau d'agences privées, appelées « buxiban », qui offrent des cours du soir pour tous les âges. Ce système est encouragé par les parents et la tradition qui incite à y inscrire les enfants, après leur journée d'école ou le weekend.

De par notre expérience personnelle, il nous a été permis de constater la très grande variabilité des situations d'enseignement/apprentissage de la prononciation du français proposées dans les cours à Taïwan. Depuis notre première expérience d'enseignement effectuée à l'Institut Wenzao des langues étrangères³¹ à Kaohsiung (Taïwan) (Landron, 2005) où nous avons dû enseigner la prononciation à une classe de 60 apprenants en cours du soir³², et des expériences plus récentes d'enseignement de la prononciation dans un atelier à l'Alliance Française de Taïwan avec un groupe d'une dizaine d'apprenants, les conditions peuvent varier du tout au tout³³. Le public et la conception de ce cours varient également entre ces deux situations avec dans un premier cas un cours obligatoire et dans le second cas, à l'Alliance Française, un atelier « à la carte » pour travailler sa prononciation pour les apprenants qui en ressentent plus spécifiquement le besoin. Il y a certes une opposition ici des cadres d'enseignement, entre d'un côté un cursus scolaire ou universitaire et de l'autre de la formation continue. De fait, la majorité des apprenants à l'Alliance Française de Taïwan sont des étudiants et certains d'entre eux sont donc amenés à suivre les deux types de cours. La prononciation n'est pas non plus absente des autres cours non spécialisés en prononciation, qui utilisent des manuels généraux quelle que soit l'institution qui les propose.

Notons enfin la multiplication des programmes d'échange pour toutes les universités qui permettent aujourd'hui aux étudiants taïwanais de rencontrer et de discuter avec des natifs du français autres que leurs enseignants, initiatives largement encouragées par les universités, comme par exemple l'Université Catholique de Fujen (Taipei) où nous avons pu personnellement participer à un programme d'échange en 2012/2013 (partenariat entre l'université de Paris 3, Sorbonne Nouvelle, et l'Université Catholique de Fujen). Des

²⁹ Chen (2003) présente dans sa thèse 4 universités. Wenzao est en effet devenu une université en 2013, et c'est d'ailleurs Véronique Chen qui en était la directrice du département de français à ce moment-là.

³⁰ Voir par exemple : Landron, 2009.

³¹ L'Institut Wenzao des langues étrangères est aujourd'hui devenu une université.

³² Le cours de prononciation n'existe que pour la première année

³³ Remarquons que les effectifs mentionnés ne concernent pas que les cours de prononciation, mais aussi tous les cours de français général (appelés parfois « oral » ou « cours de français » parfois compris comme « cours de grammaire » (Landron, 2005)) pour les universités ou l'Alliance Française (où les effectifs par classe sont généralement compris entre 7 et 18 étudiants). L'enquête de Cotton (2012) révèle même que face à ces groupes et pour pouvoir finir les programmes, les enseignants des universités renoncent généralement à l'approche communicative.

rencontres hebdomadaires appelées « French corner » y sont organisées encourageant ce type de rencontre. De plus, en contrepartie, les étudiants taiwanais sont eux-mêmes de plus en plus incités à partir étudier à l'étranger et donc en France dans le cadre de leurs études et ainsi à apprendre directement en milieu francophone.

Les enseignants à Taïwan sont minoritairement formés à l'enseignement de la prononciation et sont d'ailleurs minoritairement enseignants de langue de formation (Chen, 2003). Le cadre universitaire lui-même recrute des docteurs de différentes disciplines, le fait d'être natif suffisant à l'université pour que cet enseignant se voie attribuer les cours d'oral et de prononciation (Landron, 2005). La formation existe cependant également pour les enseignants, avec d'une part l'Association des Professeurs de Français à Taïwan (APFT) qui organise régulièrement des rencontres et des échanges entre les enseignants à Taïwan et d'autre part de la formation continue comme le propose par exemple le CIEP (Centre International d'Etudes Pédagogiques) qui a organisé en 2016 une formation de l'université régionale - BELC à Taipei dont l'un des modules était précisément l'enseignement de la prononciation du français, formation que nous avons pu suivre³⁴. Il nous a ainsi été possible d'échanger avec ces enseignants natifs ou locaux, enseignant dans différents cadres (universités, lycées, écoles privées...) tous présents pour améliorer leurs pratiques, et de constater de fait la grande diversité des connaissances théoriques de la prononciation française et des pratiques de classe à Taïwan (mais aussi en Chine).

Le cadre d'apprentissage de la prononciation du français à Taïwan est donc relativement varié, et est amené de plus en plus à évoluer avec les effets de la mobilité internationale. Dans le cadre purement scolaire, une grande disparité existe cependant déjà, entre des cours « scolaires » proposés à des groupes démesurés (jusqu'à 60 apprenants) ou des cours plus réduits avec la possibilité de travailler vraiment avec chaque apprenant. Les enseignants eux-mêmes sont plus ou moins formés pour enseigner dans ces différents contextes.

c. La place de la prononciation dans les manuels de FLE

La place du manuel dans l'enseignement de la prononciation du français est décisive, notamment lorsque l'enseignant n'est spécifiquement formé à cela. Le manuel ne reste cependant qu'un outil et son utilisation dépend des enseignants. Nous nous intéressons dans cette partie à l'observation de la place de la prononciation/ phonétique dans les manuels de FLE à Taïwan, et à la façon dont ces manuels sont perçus dans les universités taiwanaises.

i. *Les manuels à Taïwan*

La prononciation du français est généralement enseignée à Taïwan dans un cours de première année. Dans ce cas-là, des manuels dédiés à la prononciation du français sont utilisés, comme : *Phonétique progressive du Français avec 400 exercices*, niveau débutant (Charliac et al., 2003) ou *Exercices systématiques de prononciation française* (Léon, 2003) par exemple. Les autres cours principaux proposés en université sont généralement répartis entre la grammaire (cours dit de « français » dans certaines universités) et l'oral (voir par exemple : Landron, 2005). De par notre expérience, nous savons que les départements de français cherchent à coordonner ces

³⁴ Et je remercie François de m'avoir accepté dans son cours, très enrichissant.

deux différents cours en proposant un manuel commun, néanmoins, certains enseignants préfèrent utiliser des manuels spécifiques pour la grammaire (Landron, 2005). Le manuel généraliste est alors utilisé dans le cours d'oral³⁵. Le manuel généraliste reste cependant la référence dans toutes les universités pour proposer une progression dans les cours et permet aux enseignants de gagner du temps dans la préparation et de donner de la « crédibilité et de la cohérence au cours » (Cotton, 2012). Différents types de manuels doivent être distingués entre les manuels « universalistes » qui ne visent aucun public en particulier et qui s'opposent aux manuels dits « ciblés », « méthodes [...] édités localement » (Capelle et al., 1995) qui visent un public précis.

A Taïwan, les manuels sont de fait des manuels universalistes et nous avons relevé l'utilisation des manuels : Connexions (Didier, 2004), Panorama (Clé international/HER, 2000), Initial (Clé international/VUEF, 2002), Taxi (Hachette Livre, 2003), Café Crème (Hachette Livre, 2003), Bienvenue en France (Hatier / Didier, 1992), le Nouveau Sans Frontières (Clé international, 1998), Festival (Clé international, 2005), cités par Cotton (2012) dans son enquête dans des universités taïwanaises. Nous pouvons ajouter à cette liste les manuels Agenda (Hachette Livre, 2011), Alter Ego (Hachette Livre, 2006), Alter Ego + (Hachette Livre, 2012), Scénario (Hachette Livre, 2008), Le Nouveau Taxi (Hachette Livre, 2009), Latitudes (Didier, 2008) ou des manuels plus récents comme Totem (Hachette Livre, 2014) par exemple pour l'Alliance Française de Taïwan, le centre de l'Université Nationale Normale de Taïwan (NTNU, Shida), l'Université de Catholique de Fujen et l'Université Nationale de Taïwan (NTU, Taida). Il y a ainsi une grande diversité de manuels utilisés, diversité qui est parfois renforcée par la volonté de certains établissements à se distinguer des autres. L'organisation du manuel et la façon dont il peut être découpé en sessions ou utilisé sur différentes années (un manuel pour une année par exemple) est souvent un critère décisif dans la sélection du manuel. Ces manuels cités sont universalistes et entièrement en français.

Les manuels proposent généralement une rubrique appelée « prononciation » (Initial, Panorama, Festival...) ou « phonétique » (Alter Ego +, Agenda, Scénario, Totem/Texto, Connexions, Taxi, Le Nouveau Taxi...). D'autres appellations existent, comme dans Latitudes qui l'appelle en table des matières « Phonie – Graphie » puis « Des sons et des Lettres » dans ses encadrés à l'intérieur des unités. La présentation varie entre quelques exercices présentés parmi les autres (Alter Ego +) qui peuvent être placés dès le début de la leçon (Initial) ou dans des encadrés dans la leçon (Totem) ou en fin d'unité (Latitudes) ou encore dans une colonne à la fin de la deuxième double page (Agenda, Scénario). Ces rubriques ne s'arrêtent pas au niveau A puisque l'on trouve encore des rubriques « prosodie » par exemple dans Alter ego 3 (B1), faisant l'objet d'une page « paroles en scène » en fin d'unité ou une rubrique « phonétique » dans Agenda 3 (B1) revenant sur la prononciation de certains phonèmes ou abordant des accents régionaux.

ii. *Typologie des exercices et des activités pour travailler la prononciation*

Avant d'entrer dans le détail sur la façon dont les manuels introduisent l'enseignement de la distinction et de la production de l'opposition de voisement pour les occlusives du français,

³⁵ Cette pratique ne reflète cependant pas nécessairement ce qui se passe dans toutes les universités à Taïwan.

nous présentons d'abord une typologie des exercices/activités pour la prononciation. Il en existe plusieurs, comme celles de Lebel (1990), de Champagne-Muzar (1993) ou de Celce-Murcia (1996). Nous reprenons ici des éléments de la typologie proposée par Lauret (2007).

L'auteur (Lauret, 2007) distingue les « exercices » des « activités ». Il caractérise les exercices comme un travail sur la perception et la production par la répétition autour d'un modèle. Les activités, au contraire, en appellent à la réflexion et à la créativité de l'apprenant. L'auteur remarque que les activités sont peu présentes dans les manuels. Il distingue ensuite quatre types d'exercices :

- les tâches de perception : discrimination (= « comparaison »), identification (= « repérage »), qualification (= « prendre position » sur ce qui est entendu, rare dans les manuels français), discussion (« où chacun s'exprime sur ce qu'il a entendu »)
- les tâches de production,
- les tâches associant la voix au corps,
- et les tâches nécessitant un support écrit (questionnaire, dessins, schémas, représentations, les dictées orthographiques, de logatomes ou les exercices de lecture)

Il distingue trois types d'activités :

- les approches analytiques : les informations/ explications (« idéalement, les informations acoustiques articulatoires, esthétiques, suprasegmentales ou segmentales ont été mentionnées lors de la discussion terminant la phase de perception »),
- les activités d'engagement dans l'apprentissage (comme l'écriture d'un « carnet-contrat » où l'apprenant exprime ses opinions personnels sur ce qu'il apprend (aime/n'aime pas...) et se montre créatif en illustrant ce qu'il apprend)
- et les approches non-analytiques de Laroy (1995) (différentes et nombreuses activités proposées par l'auteur pour faire produire les apprenants).

L'auteur préconise également une certaine progression dans l'enchaînement des exercices/activités :

- « - de la perception vers la production (les retours sur la perception sont toujours possibles) ;
 - de l'auditif au linguistique ;
 - De l'oral vers l'écrit ;
 - du plus contraint au moins contraint [...]
 - des oppositions phonologiques aux oppositions de timbre [...]
 - de structures syllabiques simples à complexes ;
 - du plus accentué au moins accentué ;
 - Du plus favorisant au moins favorisant ;
 - du plus utile au moins utile (fréquence lexicale / morphologie / phonétique).
- Et à l'intérieur de chaque exercice :
- du plus facile au plus difficile [...]
 - des contextes les plus privilégiés [...] aux contextes les moins privilégiés »
- (Lauret, 2007)

Ces éléments de typologie d'exercices et d'activités visent autant à catégoriser ce qui existe dans les manuels qu'à proposer des activités aux enseignants pour enrichir leurs cours. Au regard de ces considérations, nous allons maintenant nous intéresser au contenu des manuels

pour l'enseignement de la prononciation du français en général et de l'opposition de voisement pour les occlusives du français en particulier.

iii. *Les exercices proposés*

Les manuels se fondent aujourd'hui généralement sur le CECR qui affirme que la compétence phonologique « suppose une connaissance de la perception et de la production et une aptitude à percevoir et à produire » (Conseil de l'Europe, 2001). Il s'agit donc de travailler la connaissance et l'aptitude pour la perception et la production. Globalement, les manuels proposent donc ces deux aspects en variant plus ou moins le type d'exercice/consigne.

Cotton (2012) qui s'est intéressée aux manuels : Connexions, Panorama et Initial y relève ainsi les différents types de consignes récurrentes (Tableau 10).

Connexions	Panorama	Initial
<ul style="list-style-type: none"> - écoutez puis répétez - écoutez, qu'entendez-vous ? <p>Choisissez une des réponses.</p> <ul style="list-style-type: none"> - écoutez et complétez les mots (phrases) - lisez les mots 	<ul style="list-style-type: none"> - distinguez les sons - écoutez et répétez - barrez le mot (les sons) non prononcé(s) - écoutez, et indiquez le son que vous entendez. - prononcez ces phrases en gardant le rythme - distinguez (les voyelles, sons, mots) 	<ul style="list-style-type: none"> - écoutez et répétez

Tableau 10 : Consignes récurrentes pour les exercices de prononciation : phonétique des manuels Connexions, Panorama et Initial relevées par Cotton (2012)

Les trois manuels utilisent des exercices de perception et répétition. Connexions ajoute des exercices d'identification et de la production en lecture. Panorama travaille la discrimination et l'identification. Au niveau de la production, on note une attention portée à l'aspect suprasegmental dans la tâche de lecture. Il n'y a pas d'activité proposée.

L'auteure s'est intéressée à l'approche générale du manuel vis-à-vis de la prononciation/phonétique. Nous approfondissons ces observations en examinant la façon dont est travaillée plus spécifiquement l'opposition de voisement des occlusives dans les différents manuels utilisés à Taïwan.

iv. *L'opposition de voisement des occlusives dans les manuels*

Nous observons ici de quelle manière est abordé l'enseignement de la prononciation des oppositions de voisement pour les occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ dans les manuels universalistes les plus utilisés à Taïwan. Nous nous interrogeons sur la place qui leur est accordée : à quel moment est-ce travaillé ? Est-ce abordé dès le premier manuel (A1) ? Quels sont les exercices proposés ?

La place accordée à l'opposition de voisement pour les occlusives, abordée explicitement dans une rubrique « phonétique » ou « prononciation », est assez variable. Si nous observons le niveau A1, nous pouvons distinguer les manuels qui ne travaillent pas explicitement les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ (Agenda 1, Totem 1, Initial), ceux qui n'exposent

qu'une seule opposition (Alter Ego, Alter Ego +, Scénario 1, Connexions 1) et ceux qui travaillent les 3 dès le premier manuel (Panorama 1, Taxi 1, Le Nouveau Taxi 1).

- *Les trois paires ne sont pas présentées au niveau A1 (premier manuel)*

Parmi ceux qui n'en parlent pas, nous trouvons donc par exemple Agenda1. L'opposition de voisement y est cependant travaillée au niveau A2, dans le livre 2 (Agenda 2). Les oppositions /k g/ et /d t/ sont travaillées en premier dans l'unité 3 (respectivement jour 3 rendez-vous 1 et jour 3 rendez-vous 2) et l'opposition /b p/ au jour 7 (unité 7). L'opposition [g k] est présentée sur une demi-colonne avec un encadré théorique présentant la graphie des sons et deux exercices. Le premier est un exercice d'identification mais entre [k] et [s] d'un côté et [g] et [ʒ] d'un autre (« j'écoute et je souligne les mots quand j'entends les sons [k] ou [g] »). Le second exercice est également un exercice d'identification mais cette fois entre [k] et [g] (« j'écoute et je complète les mots avec « c » si j'entends [k] ou « g » si j'entends [g] »). De la même façon, l'opposition [t d] est présentée avec un encadré théorique qui introduit la graphie des sons et 3 exercices cette fois. Les trois exercices ne travaillent que l'opposition de voisement. Le premier est un exercice d'identification (« j'écoute et je répète les phrases. Je souligne les mots quand j'entends les sons [t] et [d] »). Le deuxième exercice invite à compléter des mots en fonction de ce qui est entendu comme pour [k g]. Le dernier exercice invite à lire des virelangues (« je lis les trois virelangues de plus en plus vite »). Enfin l'opposition [b p] est présentée sur une demi-colonne, colonne partagée avec l'opposition [f v]. La présentation est la même que pour les deux paires précédentes, et les deux exercices sont similaires aux deux derniers exercices utilisés pour [d t] (compléter des mots avec « b » ou « p » en fonction de ce qui est entendu et la lecture de phrases (plutôt que de virelangues)).

Totem 1 aborde également les trois paires au niveau 2 (voir plus loin *Texto*, sa nouvelle version).

Au contraire pour Initial, les oppositions de voisement pour les occlusives ne sont ni dans le manuel 1 ni dans le 2 (on les trouve par contre pour les fricatives).

- *Une seule paire est travaillée au niveau A1 (premier manuel)*

Pour ceux qui ne présentent qu'une paire d'occlusives, Connexions introduit dans son manuel la paire de consonnes /b p/ dès l'unité 6 (sur 12 du premier manuel) avec un exercice d'identification : « écoutez et cochez la case qui convient ». La paire /d t/ est travaillée dans le manuel 2, dans l'unité 3 (sur 12) avec cette fois-ci 4 exercices qui y sont dédiés : un exercice de discrimination du type identique ou différent, un exercice d'écoute et de production/répétition de paires minimales, un autre exercice d'écoute et de répétition de courtes phrases et un dernier exercice d'identification (« écoutez et cochez la case qui convient »). La paire /k g/ est travaillée en unité 9 avec les 4 mêmes types d'exercice. Aucune explication théorique n'est fournie.

Alter Ego + ne présente également qu'une paire de consonnes dans le premier livre, mais il s'agit de la paire /k g/, dans leur dossier 7, leçon 3 (pour 9 dossiers de 3 leçons). Il n'y sera plus fait référence de tout le niveau A. Un seul exercice est proposé : il s'agit d'un exercice de discrimination : « identiques ou différents ? Ecoutez et répondez. » 11 paires de mots sont

proposées sans support écrit, sinon dans la transcription en fin de livre. Précisons que Alter ego + 1 propose également un point « Phonic-graphie » pour l'écriture des sons [k] et [s] d'un côté et [g] et [ʒ] de l'autre, en dossier 5 leçon 3, mais uniquement dans les annexes. Notons qu'il s'agit en réalité de graphie-phonie puisque dans les exercices il s'agit d'associer les lettres « c » (ou « ç ») et « g » à un son en fonction de ce qui est entendu et de la voyelle orthographiée qui suit (on s'intéresse ici à deux lettres en particulier et non à la façon dont les sons [k], [s], [g] et [ʒ] sont écrits en général) (voir par exemple : Lauret, 2007).

Le manuel précédent, Alter Ego, adopte un développement similaire, avec là aussi [k g] comme seule paire explicitement travaillée. Elle est abordée là aussi dans le premier manuel dans le dossier 7 en leçon 3, mais sur 10 dossiers. Le manuel propose deux exercices : un premier de discrimination « identiques ou différents ? » avec 11 paires de mots ou expressions (avec transcriptions en annexes du manuel) et un deuxième exercice de lecture et de répétition de 3 phrases : « répétez ces phrases sans queue ni tête ». Le deuxième manuel de Alter Ego propose de retravailler l'opposition en dossier 5, leçon 2 (9 unités de 3 leçons) avec un exercice « écoutez et répétez » pour un texte de deux phrases transcrit sur le manuel.

Scénario présente l'opposition /k g/ en leçon 20 du premier livre (la dernière leçon) avec un exercice de discrimination : « Ecoutez. Les deux mots sont identiques ou différents ? » et 9 paires de mots sans support écrit à discriminer en plus de l'exemple (qui lui est écrit). La transcription des mots n'est pas dans le livre. Cette opposition spécifique est retravaillée dans le livre 2 en leçon 12 avec un nouvel exercice d'écoute / identification et de répétition : « Ecoutez et répétez les mots suivants. Puis dites si vous entendez [k] comme dans 'capitale' ou [g] comme dans 'grand' ». 28 mots écrits sont proposés dans ce seul exercice. Les autres oppositions de voisement pour les occlusives ne sont pas présentées explicitement de tout le niveau A.

- *Deux paires sont travaillées au niveau A1 (premier manuel)*

Nous avons relevé peu de manuels ayant fait le choix de présenter deux paires au niveau A1. Latitudes est de ceux là. Il présente la paire /k g/ en unité 6 (sur 12) et la paire /p b/ en unité 7. Les deux paires sont présentées en fin d'encadré « Des sons et des Lettres » en fin d'unité, après d'autres éléments de graphie-phonie ou de prononciation (de voyelle). Peu d'exercices sont proposés et tous ne concernent que la perception. Il y a deux exercices pour /k g/, un d'identification de huit items et de discrimination avec cinq paires minimales. Pour /p b/, un seul exercice d'identification, avec huit items, est proposé. Le manuel possède d'autres outils, comme un précis de phonétique avec une description articulatoire de tous les sons du français et des exemples de mots orthographiés qui possèdent ces sons (pour la phonic-graphie). Le manuel utilise internet en accès gratuit pour proposer d'autres exercices. Pour /k g/, un exercice d'identification est proposé où il faut compter les [k] et les [g] dans huit énoncés qui peuvent contenir plusieurs phrases. Pour /p b/ l'exercice apparaît dans une rubrique renommée « Phonétique ». Il s'agit d'un exercice de discrimination avec huit paires minimales insérées dans des phrases. Le manuel ne propose donc pas explicitement de production orale. La paire /d t/ est ensuite travaillée dans l'unité 2 (sur 12) du deuxième manuel et la paire /k g/ est retravaillée dans l'unité 8. Pour [t d] on y trouve 3 exercices, un premier d'identification :

« écoutez et choisissez [t] ou [d] » avec huit énoncés, un exercice de discrimination : « écoutez. Est-ce que vous entendez [t] en première ou en deuxième position, Complétez le tableau ». » où il faut donner l'ordre des deux sons entendus successivement au sein de huit mots. Il est proposé avec cet exercice de répéter les mots entendus : « écoutez de nouveau et répétez chaque mot ». Le dernier exercice propose un texte à trous qu'il faut compléter avec « t » ou « d » en fonction de ce qui est entendu puis répéter les phrases : « écoutez et complétez les mots. Ensuite, répétez chaque phrase. » Pour [k g], trois exercices sont également proposés. Un premier exercice « Ecoutez et répétez » propose sept paires minimales. Un deuxième exercice propose également d'indiquer l'ordre des sons entendus, mais cette fois-ci dans six phrases : « Ecoutez et retrouvez l'ordre des sons. Cochez les cases qui conviennent. » Enfin, un dernier exercice d'identification est proposé où il faut identifier le son dans huit phrases : « Ecoutez et cochez la case qui convient ». On retrouve le précis de phonétique en fin du deuxième manuel également, avec une description articulatoire, des dessins et des exemples de mots orthographiés avec ces sons. Latitudes propose donc successivement les 3 paires /kg/, /p b/ et /d t/, mais la troisième est dans le second manuel. /k g/ est la seule à être réintroduite une deuxième fois, mais pour l'essentiel avec des exercices de perception, le dernier exercice étant toujours un exercice d'identification. Les exercices sont plus nombreux dans le second manuel mais restent de la même nature que ceux du premier.

- *Les trois paires sont travaillées au niveau A1 (premier manuel)*

Enfin, certains manuels abordent les 3 paires dès le premier manuel, néanmoins les approches peuvent être différentes.

D'abord, Panorama 1 présente en leçon 7 (sur 18) l'opposition /b p/ en même temps que l'opposition /b v/ avec un exercice de discrimination (paires minimales) et 3 exercices de production, dont un de lecture de mots, un de répétition sans support écrit et un de lecture/répétition d'un texte. La paire /d t/ est abordée en leçon 10 et la paire /g k/ en leçon 11. La paire /t d/ est travaillée avec 4 exercices : un d'identification (« écoutez les mots. Notez s'ils contiennent les sons [t] et [d] »), un de discrimination (« Dans quel ordre entendez-vous les mots des groupes suivants ? ») et deux de production, dont un de lecture de mots/paires minimales et avec des vire langues où la consigne appelle à travailler l'aspect suprasegmental (Pour une bonne articulation, faites comme les acteurs de théâtre. Prononcez ces phrases »). La paire /k g/ n'est travaillée qu'avec deux exercices de production orale : lecture de phrases et d'un texte avec support audio et écrit en faisant intervenir l'intonation expressive pour le second (« écoutez le poème en entier. Puis, répétez les phrases. Imiter l'intonation expressive »). La paire /k g/ est retravaillée dans le manuel 2 de Panorama en leçon 14 (sur 18) avec un exercice de discrimination avec support écrit et de répétition (« Notez dans quel ordre les mots suivants sont prononcés. Répétez »). La paire /p b/ est retravaillée avec /f v/ en leçon 15 de Panorama 2 avec 2 exercices, un de discrimination/répétition (« Trouvez dans quel ordre les mots des groupes suivants sont prononcés. Répétez ces mots dans l'ordre ci-dessous ») et de lecture/répétition de texte (« Répétez ce texte »). Aucune explication théorique n'est fournie par le manuel.

Pour Taxi et Le Nouveau Taxi, les trois paires de consonnes sont travaillées dans le premier manuel, mais très brièvement. Il n'est consacré qu'un exercice pour les trois paires de consonnes. Les oppositions ne sont pas présentées explicitement avec les consonnes écrites, mais simplement avec une consigne générale : « Prononcez ; Opposer consonnes sourdes et sonores ; écoutez et répétez », en fin de double page de la leçon 29 (sur 36) du premier manuel. Les consonnes n'y sont donc pas proposées à l'écrit (sinon dans les transcriptions des phrases en fin de manuel). Le guide pédagogique du manuel invite l'enseignant à présenter les trois paires et à passer ensuite à l'exercice d'écoute qui propose cinq phrases contenant les trois paires de consonnes (1 phrase différente entre les deux manuels Taxi et le Nouveau Taxi). Il n'y sera plus fait référence explicitement de tout le niveau A.

Nous récapitulons dans le Tableau 11 les différents manuels que nous venons de passer en revue en fonction du moment où ils introduisent les différentes paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Nous voyons que seul Panorama les introduit toutes les trois distinctement dès le premier manuel. Ce manuel est toutefois connu pour aller assez vite, contrairement à Initial par exemple. La majorité des manuels fait le choix d'introduire les trois paires sur deux manuels ; d'autres préfèrent mélanger les trois paires ou n'introduire qu'une seule paire : /g k/.

Manuels avec 0 paires d'occlusives dans le premier manuel	Manuels avec 1 ou 2 paires d'occlusives dans le premier manuel	Manuels avec les 3 paires d'occlusives dès le premier manuel
Agenda 1 (3 paires dans Agenda 2) Totem 1 (3 paires dans Totem 2) Initial (rien dans Initial 2)	Alter Ego : [k g] (pas les autres) Alter Ego + : [k g] (pas les autres) Scénario 1 : [k g] (pas les autres) Connexions 1 : [b p] ([d t] et [k g] dans Connexions 2) Latitudes 1 : /k g/ puis /b p/ (/d t/ dans Latitudes 2)	Panorama 1 : [b p], [d t] puis [g k] Taxi 1 : (trois paires confondues) Le Nouveau Taxi 1 (trois paires confondues)

Tableau 11 : Récapitulatif des manuels de FLE utilisés en Taïwan au niveau A1 en fonction des paires d'occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ introduites à ce niveau

- *Quelques données plus récentes ?*

Nous pouvons compléter ces observations par 3 manuels mis en avant en 2016³⁶ par 3 éditeurs différents à Taïwan : Tendances (Clé international, 2016), Edito (Didier, 2016) et Texto³⁷ (Hachette Livre, 2016). Ces trois manuels disposent d'une rubrique « phonétique ». Il est intéressant d'observer que dans ces trois manuels de trois éditeurs différents abordent différemment la leçon concernant l'opposition de voisement des trois paires de consonnes pour le niveau A1.

Texto, tout comme Totem ne parle pas de ces trois oppositions de consonnes dans le premier volume mais les aborde dans le second (A2), d'abord /p b/ en leçon 17 (sur 32 leçons), puis /k g/ en leçons 29-30 et /d t/ en leçon 31, soit vers la fin de A2. Texto propose une description théorique des sons dans un encadré « phonétique » avec un l'API, un mot exemple et un dessin de la main représentant la tension des muscles (poing fermé pour [p] et main ouverte pour [b])

³⁶ Ces 3 manuels font partie de ceux qui ont été distribués aux enseignants de FLE lors de la formation d'université régionale du BELC (CIEP) à Taipei en 2016 par les éditeurs et lors de présentations en librairie française (le Pigeonnier, Taipei).

³⁷ Texto est une version modifiée de Totem.

(Figure 7). Sur la même page se trouve un exercice d'identification (« [p] et [b] ; Ecoutez. Dites si vous entendez [p] (comme dans *jupe*) ou [b] (comme dans *job*) »). Apparaissant sur la Figure 7, un autre exercice est proposé quelques pages plus loin, il s'agit d'un exercice d'écoute et de répétition (« Ecoutez et répétez ») : le support écrit y propose cinq énoncés, les deux premiers n'étant d'abord qu'une suite de sons « ppppp – bbbbb » et le second des logatomes (« papapapapa – bababababa ») avant trois phrases. Le schéma est le même pour l'opposition [k g] de la leçon 29 et [t d] de la leçon 31, mais sans les suites de sons/logatomes de l'exercice supplémentaire (seulement 3 phrases pour chaque paire). Un autre exercice oppose la paire aux sons [s] et [ʒ]. La leçon 30 aborde le problème de la graphie de des sons de la paire [g k]. Enfin notons l'existence dans ce manuel d'un « précis de phonétique (Figure 8) reprenant les trois paires de consonnes et la main indiquant la tension. Le dessin d'un éclair représente au dessus le fait que ces consonnes sont des occlusives.

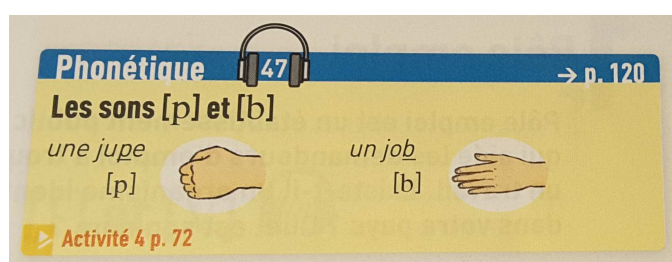


Figure 7 : Encadré phonétique de la présentation de l'opposition [b p] du manuel Texto 2 (Hachette Livre, 2016)

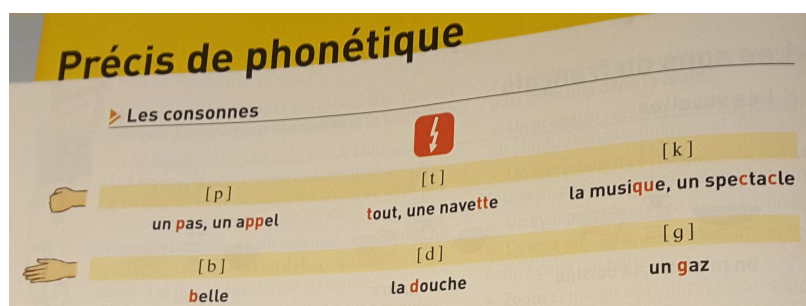


Figure 8 : Début du précis de phonétique du manuel Texto 2 (Hachette Livre, 2016) présentant l'opposition de voisement pour les occlusives du français

Tendances présente l'opposition /k g/ dans son unité 4 (sur un total de 9) du premier manuel. Un seul exercice est proposé dans un encadré, il s'agit d'un exercice de répétition d'un texte court avec pour intitulé : « Répétez ».

Edito aborde les trois dans ses 12 unités du premier manuel : l'opposition /k g/ dans l'unité 8, /t d/ dans l'unité 10, et /p b/ dans l'unité 11. Les trois oppositions sont travaillées sur des demi-pages dédiées à la « phonétique » en trois points : « échauffement », « fonctionnement » et « entraînement » avec 4 ou 5 exercices et activités. La partie « échauffement » se compose pour les 3 d'une première phase d'écoute et de lecture d'une paire minimale³⁸. Les trois paires ont ensuite une série de 3 ([t d]) ou 4 ([k g] et [p b]) phrases où il faut identifier les mots avec les sons concernés. La transcription des phrases est présentée en annexes du manuel. Des différences apparaissent entre les trois paires : pour [k g] les apprenants sont invités à lire et à

³⁸ Une paire minimale est définie par Lauret (2007) comme « une paire de mots qui s'opposent et donc qui sont distingués dans la langue, par une seule différence phonétique ».

comparer leur prononciation des phrases avec leur voisin(e) et pour [p b] un exercice de discrimination de type « identique ou différent » est ajouté. Dans la phase « fonctionnement » le manuel aborde l’opposition théorique entre consonnes sourdes et sonores en utilisant du métalangage une explication articulatoire pour les paires [k g] et [p b] (mais pas [d t]) : « Mettez votre main sur votre gorge et prononcez les mots *quand* et *gant*. Puis complétez. Je sens une vibration pour le son (consonne sonore). Je ne sens pas de vibration pour le son (consonne sourde). » et : « Mettez votre main sur votre gorge et prononcez les mots *peau* et *beau*. Puis complétez. Le son Est une consonne sonore (je sens des vibrations). Le son est une consonne sourde (je ne sens pas de vibration). » Les trois paires ont ensuite un point phonie-graphie et graphie-phonie (pour expliquer comment les sons s’écrivent et quelques situation particulières de lecture - ou non - des lettres concernées). Enfin, dans le point « entraînement », après un premier exercice d’écoute/répétition de 3 ou 4 phrases : « Ecoutez et répétez les phrases », le manuel propose des activités : « A deux, vous écrivez une liste de mots qui contiennent les sons [k] et [g]. Ensuite, vous écrivez de courts dialogues avec les mots de votre liste et vous les jouez devant la classe », pour [d t], le manuel propose des syllabes invitant les apprenants à un jeu pour trouver des mots avec, puis à créer des phrases les contenant : « Montrez une des étiquettes à votre voisin(e). Il/Elle doit trouver un mot avec la syllabe demandée en moins de 15 secondes. Ensuite, inversez les rôles. Attention : une syllabe ne peut être utilisée qu’une fois dans un mot. b A deux, vous créez une phrase avec les mots trouvés ». Edito développe donc particulièrement le point phonétique concernant l’opposition de voisement en proposant même des activités.

Manuels avec 0 paires d’occlusives dans le premier manuel	Manuels avec 1 ou 2 paires d’occlusives dans le premier manuel	Manuels avec les 3 paires d’occlusives dès le premier manuel
Texto 1 (3 paires dans Texto 2)	Tendances : /k g/	Edito : /k g/, /t d/ puis /p b/

Tableau 12 : Récapitulatif des nouveaux manuels de FLE des éditeurs Hachette, Clé international et Didier, présentés à Taïwan pour le niveau A1 en fonction des paires d’occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ introduites à ce niveau

Nous remarquons donc que tous les manuels ne présentent pas tous ces trois oppositions explicitement dès le niveau A1 et même lorsque cela est fait, des différences importantes apparaissent dans son traitement. Certains manuels n’abordent pas du tout cet aspect de la langue. D’autres se limitent à une paire (le plus souvent [g k]). Au niveau de la quantité d’exercices, un écart important existe entre ceux qui n’en présentent qu’un seul d’écoute et de répétition pouvant même regrouper les 3 paires de consonnes et ceux qui proposent un ensemble progressif, allant comme Edito jusqu’à proposer des activités. Tous ne proposent pas une explication théorique de l’opposition : celle-ci peut être abordée par l’articulation, en métalangage ou par des dessins du corps (comme la main) symbolisant la tension ou le relâchement. Enfin, l’aspect graphie-phonie ou phonie-graphie est surtout introduite pour [g k] mais pas seulement, et généralement de façon indépendante de l’opposition des deux consonnes (mais pas toujours).

Il existe donc des approches différentes selon les manuels pour traiter l’opposition de voisement des occlusives en français. Les manuels qui n’en parlent pas sont rares (Initial 1 et 2). En revanche, le traitement peut être particulièrement bref : Taxi et Le Nouveau Taxi n’y consacrent qu’un exercice pour les 3, et certains manuels choisissent de ne parler que de la

paire /k g/ (Scénario, Alter Ego et Alter Ego +). Sans doute est-il fait le choix de ne parler que de la paire pour laquelle peut-être le voisement est le plus difficile à produire sur la consonne. Néanmoins, cela n'explique pas alors pourquoi certains manuels choisissent bien de présenter les trois paires de consonnes (ou même deux), mais commencent par la paire /k g/ (Agenda, Edito, ou Latitudes), qui serait la plus difficile (Lauret, 2007), par exemple, conseille d'aller du plus facile au plus difficile). D'autres manuels abordent les trois paires en commençant par /p b/ puis /d t/ et enfin /g k/ (Connexions), étant ici sur deux manuels différents. Texto, dans son livre 2, aborde les 3 paires en commençant par /p b/, mais place /k g/ avant /d t/. Tous ces manuels ont donc fait des choix dans l'ordre de présentation des différents aspects phonétiques de la langue et essaient de les équilibrer entre les différentes leçons. Cela les amène parfois à en décaler la présentation sur un deuxième manuel, travaillant le niveau A2. Il nous semble, à titre d'enseignant de FLE, que cela est assez tardif, car c'est dès les premiers cours que les apprenants sont confrontés à la prononciation de la langue, dans toute son étendue, ne serait-ce que pour dire son nom ou celui de son voisin en français. Il est difficile d'attendre le niveau A2 pour leur expliquer comment bien prononcer un son, un mot. Aussi, présenter un point aussi délicat que l'opposition de voisement en A2 à des apprenants sinophones nous paraît inadapté au besoin. A ce titre, nous rejoignons Lauret (2007) qui préconise de travailler au plus tôt la prononciation et qui met en avant les initiatives pour focaliser sur la phonétique/prononciation comme toute première étape de l'apprentissage du français. Sans forcément aller jusque là, augmenter le volume d'exercices/activités concernant la prononciation dès le premier manuel serait un atout pour les apprenants et les enseignants.

En effet, la quantité d'exercices est assez limitée, entre 1 et 3, à quelques exceptions près. Nous trouvons presque toujours des exercices d'identification et/ou de discrimination. Généralement, il est demandé de répéter ensuite ces mots, paires de mots ou phrases comme seul exercice de production. Il s'agit donc avant tout d'une prise de conscience des particularités de ces phonèmes en français. Le travail est porté le plus souvent sur l'audition, et beaucoup de manuels évitent d'introduire l'écrit directement. Au travers des différents manuels, nous remarquons que les explications théoriques de l'opposition (explicitation de l'articulation) n'est pas fréquente mais existe. L'utilisation de l'image est plutôt rare, et là où nous en avons trouvé le plus, c'est dans les manuels les plus récents. Elle peut être séparée de la leçon et placée dans un « précis de phonétique » en fin de manuel. La phonie-graphie ou la graphie-phonie ne sont pas absentes et peuvent être présentées séparément. Les activités sont quasiment absentes.

Le manuel approfondissant le plus l'opposition de voisement des occlusives est un manuel de 2016 (Edito). Il est même le seul parmi ceux que nous avons observés à proposer des activités. Sur ces sujets, certains nouveaux manuels étudiés semblent donc bien apporter quelque chose. Pour conclure, et pour aller plus loin, les manuels universalistes semblent parfois faire des choix dans les éléments phonétiques travaillés et dans leur progression. L'opposition de voisement en est un exemple, apparaissant dans des ordres aléatoires, toutes les paires de consonnes n'étant pas toujours travaillées. Un manuel universaliste devrait peut-être au contraire envisager toutes les erreurs d'apprenants possibles, telles que de plus en plus de

recherches les présentent, et traiter de façon équivalente tous ces éléments au plus tôt, laissant à l'enseignant la possibilité de faire son choix dans ses priorités, en fonction de son public.

- *Et dans les manuels qui visent le public sinophone ?*

Par comparaison, nous pouvons observer un manuel ciblant le public sinophone, et plus particulièrement taïwanais avec la méthode Vis-à-vis (Cave books, 2004). Ce manuel, qui utilise le chinois écrit en caractères traditionnels dans ses explications, introduit explicitement les sons [p], [b], [d], [t] dans l'unité 5, la dernière du manuel. /k g/ n'y sont pas explicitement abordés. Les deux paires [p b] et [d t] sont travaillées simultanément, d'abord avec un exercice d'identification : « Vous entendez quel son ? 你們聽到什麼聲音 ? ». Les apprenants sont amenés à écouter 6 paires de mots/ expressions pour chaque paire de consonnes. Un exercice d'écoute / répétition est ensuite proposé : « Répétez à haute voix ! 大聲跟著唸唸看 » avec quatre phrases, trois avec les consonnes [p] ou [b] et une avec [d] et [t]. Bien que mentionnés et travaillés dans ce manuel, ces deux simples exercices avec les deux paires de consonnes semblent assez symboliques, et plus là pour attirer l'attention sur cette difficulté que pour la travailler en profondeur.

Au contraire, remarquons que les manuels spécialisés en phonétique/prononciation ciblant spécifiquement le public sinophone comme Sens et Son 2 (Chaubet, 2001) ou Guide pratique de prononciation française pour des apprenants chinois (Kockaert et Li, 2008) placent l'opposition de voisement des occlusives au premier plan et en font un des sujets essentiels de ces guides/manuels.

L'opposition de voisement apparaît ainsi être un sujet difficile à contourner dans un manuel de FLE visant un public sinophone, même si le traitement en est parfois succinct. Dans les manuels universalistes existe une grande diversité quant au traitement de ce point spécifique de la langue, entre une absente complète et un développement assez approfondi.

v. *La place de la prononciation/ phonétique dans les manuels universalistes selon les apprenants taïwanais*

Nous présentons dans cette partie le jugement que portent les étudiants des universités taïwanaises interrogés par Coton (2012) au sujet de la place de la phonétique/ prononciation dans leur manuel de français. Son enquête nous apprend que les étudiants de l'Université Catholique de Fujen et de Wenzao, qui utilisent le manuel Connexions et dont le français est la matière principale, estiment majoritairement en première année qu'il n'y a pas assez de phonétique dans le manuel A1, tandis qu'au contraire, ils estiment majoritairement qu'il y en a assez dans Connexions 2 (pour le niveau A2). L'auteur rappelle qu'il y a cependant des cours spécifiques de phonétique à Wenzao et que ce manuel concerne un autre cours.

Coton (2012) a également interrogé des étudiants d'autres universités ayant le cours de français comme cours optionnel et qui utilisent Panorama et Initial. Pour Panorama, la tendance est la même que pour Connexions, avec une large majorité qui estiment qu'il n'y en a pas assez, mais cette fois-ci pour les deux premières années. Enfin pour Initial, pour les deux universités interrogées, les étudiants de l'une ont estimé majoritairement qu'il n'y avait pas assez de phonétique, et dans l'autre, une majorité ont trouvé que cela était suffisant. Le bilan

de l'ensemble reste que les étudiants à Taïwan en première année d'université surtout, mais aussi parfois en deuxième année sont très demandeurs de prononciation / phonétique.

L'auteure remarque que certains apprenants ont noté qu'il n'y en a pas du tout et s'interroge sur la possibilité que l'enseignant n'ait pas du tout abordé ces points en cours.

« En effet, si ce dernier n'exploite pas les encarts de phonétique du manuel, il n'est pas très surprenant que les apprenants n'y fassent pas du tout attention. » (Cotton, 2012)

Cet élément permet de mettre en évidence l'importance de l'enseignant et de la façon dont il enseigne et utilise le manuel et les activités qu'il propose. Cotton (2012) utilise ces résultats pour en appeler aux concepteurs de manuel pour introduire plus d'activités de phonétique et aux enseignants pour ajouter des activités qui vont dans ce sens à leur cours. La présence accrue d'exercices et d'activités concernant la difficulté de prononciation que nous étudions dans certains manuels récents pourrait cependant satisfaire ces apprenants.

Les apprenants taïwanais parlent le chinois mandarin et presque toujours une autre langue : le taïwanais pour la majorité d'entre eux. Cette seconde langue leur apporte la particularité, pour des apprenants sinophones, de connaître une langue qui possède l'opposition de voisement pour les occlusives, opposition que ne possède pas le chinois mandarin. Néanmoins, sa réalisation est soumise à des contraintes phonotactiques particulières, notamment sa neutralisation en faveur d'une consonne sourde non aspirée en position de coda. Il n'y existe pas non plus de /d/.

Si nous considérons globalement le chinois mandarin et le taïwanais, les différents modèles de prédiction des difficultés dans l'apprentissage des occlusives /b d g p t k/ du français par des apprenants taïwanais nous amènent à envisager deux hypothèses différentes : puisqu'il n'y a pas de prévoisement des occlusives en chinois mandarin nous pouvons d'un côté envisager que les deux catégories : sourdes aspirées et sourdes non aspirées du chinois mandarin soient assimilées à une seule catégorie du français : les sourdes non aspirées. D'un autre côté, puisqu'il existe une opposition en chinois mandarin entre sourdes aspirées et sourdes non aspirées, nous pouvons prédire une assimilation des catégories des occlusives voisées du français aux catégories des occlusives sourdes non aspirées du chinois mandarin et les catégories sourdes du français aux catégories sourdes aspirées du chinois mandarin. Dans la mesure où le taïwanais pourrait aider, l'absence d'un /d/ phonologique et les contraintes phonotactiques ne permettraient pas d'associer les trois occlusives voisées françaises /b d g/ à des occlusives taïwanaises ni de réaliser ces consonnes en position finale. L'écrit intervenant également, le fait que l'apprentissage de l'alphabet latin passe par l'anglais constitue également une interférence majeure, les signes « b d g » étant associés à un type de voisement différent du français, et d'ailleurs réinterprétés en fonction du chinois ou des occlusives sourdes du taïwanais. Le pinyin, lorsqu'il est connu participe également à une telle assimilation.

Les différentes observations réalisées sur la prononciation des apprenants sinophones en général, et taïwanais en particulier, en arrivent unanimement à remarquer que les occlusives voisées ne sont pas voisées par les apprenants débutants, et parfois aussi par des apprenants de niveau avancé. Néanmoins, aussi bien en anglais qu'en français, la prise de conscience des particularités phonétiques des langues, et parfois le fait de prendre conscience des similarités avec le taïwanais pour les occlusives voisées, permet à ces apprenants de réaliser des consonnes prévoisées en anglais et en français. A un niveau plus avancé toutefois, la confusion peut persister et si le prévoisement est bien réalisé, il peut aussi l'être pour des occlusives sourdes. Un plus long degré d'exposition à la langue est également favorable à une meilleure discrimination et production. Un apprentissage de la prononciation de la nouvelle langue dès le début est également un moyen d'éviter que de mauvaises habitudes ne se mettent en place et que ne fossilise une mauvaise prononciation.

L'enseignement/apprentissage du français à Taïwan commence le plus souvent à l'université, notamment dans les cinq départements universitaires de français. Existe également un vaste réseau de

cours privés, dans des organismes comme l'Alliance française ou des « buxiban », des agences de cours du soir. Des cours optionnels au lycée sont encouragés par le gouvernement (parmi d'autres langues étrangères).

Les manuels généralistes utilisés sont généralement universalistes. On y trouve toujours de la « phonétique » ou de la « prononciation » selon le terme utilisé, notamment dans les deux premiers niveaux. La place réservée à l'opposition de voisement des occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ est cependant variable, avec des manuels qui présentent les trois dès le premier manuel, ou dans le second, ceux qui insistent explicitement sur l'opposition /g k/ et enfin ceux qui n'en parlent pas explicitement. Les manuels qui ciblent le public sinophone y font au contraire toujours référence explicitement, et au contraire des manuels universalistes commencent plutôt par l'opposition /b p/ et /d t/ avant /g k/.

Les étudiants taïwanais sont très demandeurs de cours de prononciation et estiment généralement qu'il n'y a pas assez de phonétique/prononciation dans les manuels, notamment en première année.

Concluons toutefois en notant qu'il n'est pas nécessaire d'attendre le point prononciation ou phonétique pour en parler avec les apprenants, et qu'au contraire, c'est tout au long de l'apprentissage, en l'insérant dans d'autres activités, en y revenant régulièrement et quand l'apprenant en a besoin qu'il faut en parler. Il est important que l'apprenant puisse en percevoir l'utilité et que ce ne soit pas juste une connaissance. Il s'agit aussi et surtout d'une « aptitude », et il l'utilise à chaque fois qu'il parle français.

Chapitre II– Etudes perceptives : identification des écarts en perception et en production d’auditeurs/locuteurs taiwanais

Cette partie introduit le corpus PhoDiFLE, corpus que nous avons collectivement spécialement créé pour étudier la prononciation des apprenants de Français Langue Etrangère (FLE). Nous intéressant à des apprenants d’origine taiwanaise, nous présentons les 11 locutrices taiwanaises et les 11 locutrices françaises enregistrées pour comparaison.

A partir de la tâche de parole spontanée, cinq évaluateurs natifs experts du français ont évalué la prononciation des locutrices taiwanaises. Ils ont noté la prononciation des locutrices entre 5/10 et 9/10, soit, selon ce barème, entre intermédiaire et avancé. Les écarts de prononciation les plus souvent observés sont en premier lieu la prononciation du /R/ et en second lieu le voisement.

Les occlusives /b d g p t k/ produites par les 11 locutrices taiwanaises en logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour le corpus PhoDiFLE ont ensuite été extraites en syllabes CV pour un test d’identification et d’évaluation par 10 auditeurs natifs. Ces consonnes ont été catégorisées en 3 groupes : 1) les occlusives phonologiquement voisées réalisées avec du prévoisement, 2) les occlusives phonologiquement voisées réalisées sans prévoisement (que nous appelons « phonétiquement sourdes ») et 3) les occlusives phonologiquement et phonétiquement sourdes (sans prévoisement). Les premières et les dernières ont été correctement identifiées respectivement comme sonores et sourdes, les secondes ont été reconnues majoritairement comme des sourdes. Ce test confirme l’existence d’écarts de prononciation des locutrices taiwanaises, et l’importance de la présence de vibrations des plis vocaux avant le relâchement en français. Il nous apprend aussi que les occlusives dévoisées restent parfois correctement reconnues comme des sonores et qu’il existe quelques indices qui compensent l’absence de voisement.

La perception des occlusives françaises a ensuite été testée avec 10 auditrices taiwanaises dans un test de discrimination AX pour des syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/ et V = /a i u/) produites par des natives du français et attestées par 4 auditeurs experts comme de bons exemplaires. 3/10 auditrices n’ont pas distingué les paires /b p/ et /g k/. La voyelle joue un rôle important puisqu’avec /a/, 6/10 locutrices ont répondu de façon aléatoire et 1/10 a répondu avec /u/. Les occlusives françaises ne sont donc pas bien discriminées selon le critère de voisement par toutes les auditrices taiwanaises, et l’influence de /a/, voyelle avec laquelle le VOT après la consonne sourde est le plus court en français, semble témoigner d’une influence de la langue maternelle pour la majorité des auditrices.

Chapitre 2. Première partie – Corpus et Locuteurs

Nous présentons dans cette partie le corpus PhoDiFLE créé et utilisé en partie pour cette thèse. Le corpus PhoDiFLE contient 4 tâches distinctes : 1) lecture de voyelles isolées, 2) lecture de logatomes, 3) lecture d'un texte et de phrases et 4) de la parole spontanée. Notre thèse n'utilise cependant que la tâche des logatomes concernant les phonèmes cibles de notre thèse : /b p d, t g k/ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ ainsi que la parole spontanée. 11 Françaises natives et 11 Taïwanaises ont produit l'ensemble des tâches proposées.

Cette partie présente la référence que nous utilisons pour le français, et le corpus que nous avons collectivement créé : PhoDiFLE, d'abord dans son intégralité, puis les éléments plus spécifiques utilisés pour cette thèse. Nous présentons également les locuteurs.

1. Le français de référence

Etudier la prononciation de locuteurs d'origine étrangère et l'écart qu'il peut y avoir avec des locuteurs natifs suppose tout d'abord que nous ayons une référence pour le français. Les formes du français parlé sont très variables (voir à ce sujet Detey et Racine, 2012). Comme pour les autres langues, ses caractéristiques phoniques varient selon les pays (par exemple entre la France et le Canada), les régions (par exemple entre le français du Nord et le français du Sud de la France), les quartiers (par exemple entre le français dit « du XVI^{ème} » et le français des banlieues), les différents groupes socioculturels, le style et aucune de ces variétés du français ne peut prétendre être LA référence. Selon Bertrand Lauret (2007), nous pourrions même considérer que le français qui devrait servir de norme ne soit pas un français parlé, mais un français « sans accent » idéal tel qu'il serait le plus susceptible d'être compris par tous : l'enseignant doit enseigner les sons du français pour qu'ils soient le plus susceptibles d'être intelligibles par tous.

Pour toute étude telle que la nôtre, il n'est pas possible de travailler à partir d'un français « abstrait », tel qu'il serait idéalement le mieux prononcé, et donc le plus intelligible. Il est nécessaire pour nous de travailler à partir d'enregistrements de locuteurs natifs, et de pouvoir enregistrer des apprenants sur la même base de corpus. Ceci nous permet à la fois des comparaisons entre les deux groupes de locuteurs, et d'obtenir des mesures reproductibles.

La variété du français choisie pour référence doit avant tout répondre à l'attente des apprenants. Ce qui compte est la langue ciblée par les apprenants, celle qu'ils veulent parler. Nous nous intéressons à des locuteurs taïwanais qui vivent à Paris et qui ont choisi le français de la région parisienne comme langue cible. Notre référence du français sera donc celui parlé par des locuteurs natifs de la région parisienne – ou qui ne s'en distinguent pas – issus de classes moyennes³⁹.

³⁹ Pour le détail des locuteurs, voir : *Les locuteurs* (Chapitre 2-3)

Le corpus PhoDiFLE⁴⁰ (Landron et al., 2010) que nous avons créé et que nous utilisons est en accord avec cet objectif puisqu'il exige que les locuteurs de référence n'aient pas d'accent différent du français parlé à Paris, ce qui correspond à la région où se situe ce laboratoire de recherche – le nôtre – (LPP). Nous présentons maintenant les locuteurs et le corpus.

2. Les locuteurs

Nous présentons dans cette section les locuteurs ayant enregistré le corpus PhoDiFLE que nous utilisons comme matériel sonore pour l'ensemble des analyses acoustiques et pour les sons testés dans les différents tests de perception. Onze locutrices natives (femmes, Françaises) et onze locutrices non-natives (femmes, Taïwanaises) ont enregistré le corpus. Nous utilisons le terme de « locutrices » plutôt que celui d'« apprenantes » en tant qu'il s'agit de locuteurs/acteurs (Kern et Liddicoat, 2008) qui utilisent la langue ou l'ont utilisée dans leur vie.

a. Les locutrices natives

Le corpus PhoDiFLE impose que les locuteurs enregistrés appartiennent à la tranche d'âge 18-40 ans et qu'ils aient un accent de type « parisien » et non-marqué par une classe sociale quelconque. Les locuteurs doivent avoir au moins le baccalauréat.

Les locutrices natives ont répondu à un questionnaire pour préciser leur biographie linguistique. Les informations recueillies sont présentées dans le Tableau 13. Elles ont entre 20 et 37 ans avec une moyenne de 25,7 ans (ET : 5,3). Elles ont vécu au moins deux ans (moyenne 14,4, écart type 10,1) dans la région parisienne. Elles parlent toutes anglais avec un niveau de moyen à courant. Les autres langues étrangères parlées avec un niveau supérieur à de simples notions sont l'allemand (parlé avec un niveau B2, ou supérieur à 4/5 par trois locutrices), néerlandais, espagnol, italien, basque et malgache. Une seule parmi ces locutrices indique avoir des notions de chinois, mais s'auto-évalue avec la note minimale. Elle n'a jamais vécu en Chine, ni dans un pays sinophone.

Locutrice	Âge	Région d'origine	Années passées en Île-de-France	Langues parlées et niveau auto-évalué pour les compétences orales (de 1 à 5 ou CECR)
Loc1f	37	Bourgogne	27	Anglais (3) Allemand (1,7)
Loc2f	22	Île-de-France	2	Non renseigné
Loc3f	27	Lorraine	6	Anglais (C1) Allemand (B2) Grec moderne (A1.1) Espagnol (A1.1)
Loc4f	20	Île-de-France	20	Anglais (3,7) Espagnol (2,7)
Loc5f	30	Haute Vienne	8	Anglais (3) Espagnol (2) Chinois (1)

⁴⁰ Voir : *Chapitre 2. Première partie – Corpus et Locuteurs : Le corpus PhoDiFLE*

				Japonais (1)
Loc6f	26	Île-de-France	26	Anglais (5) Allemand (2)
Loc7f	30	Île-de-France	24	Allemand (5) Anglais (2) Néerlandais (4) Italien (4) Tchèque (1) Espagnol (2,3)
Loc8f	20	Île-de-France	20	Basque (3) Allemand (4) Anglais (5)
Loc9f	26	Bretagne- Pays de la Loire	2	Anglais (2,7) Espagnol (3)
Loc10f	20	Île-de-France	20	Espagnol (3) Anglais (3,7)
Loc11f	25	Pays de la Loire	3	Anglais (3,7) Allemand (2) Italien (3,3) Malgache (2,7)
Moyenne (écart type)	25,7 (5,3)		14,4 (10,1)	

Tableau 13 : Description des locutrices natives ayant enregistré le corpus PhoDiFLE, avec âge, région d'origine, période depuis laquelle elle vit en Ile-de-France, langues parlées et niveau auto-évalué (notes moyennées des compétences : oral, prononciation, compréhension, écrit, lu, évaluées de 1 à 5), ou niveau CECR

b. Les locutrices non-natives

Les locutrices non-natives qui ont enregistré le corpus PhoDiFLE sont 11 femmes taïwanaises. Elles ont rempli un questionnaire permettant de préciser leur biographie linguistique⁴¹. Ces informations sont complétées par les précisions fournies lors de l'enregistrement de la séquence de parole spontanée. Les locutrices y sont en effet invitées à présenter leur parcours d'apprentissage du français. Le Tableau 14 présente les informations ainsi recueillies.

Les locutrices non-natives ont ainsi entre 24 et 40 ans (moyenne 28,6, écart type : 4,6).

La langue maternelle annoncée n'est pas le mandarin de Taïwan pour toutes les locutrices (écrit « chinois », « chinois mandarin » ou « mandarin » par les locutrices). Cette question semble impliquer une question identitaire forte pour certaines des locutrices. Comme une locutrice l'affirme elle-même dans les enregistrements de parole spontanée, « *le taïwanais, c'est mon père qui nous a demandé de parler – nous a forcé de parler – parce qu'il a dit si tu ne parles pas le taïwanais, tu n'es pas un Taïwanais* », ce à quoi elle ajoute le fait qu'il faut pouvoir parler avec les personnes plus âgées de la famille qui ne parlent que taïwanais. Ainsi, une locutrice a répondu taïwanais comme langue maternelle en indiquant ensuite qu'elle ne parlait pas parfaitement (et moins bien que le mandarin). Ce qui nous intéresse donc plus spécifiquement pour la langue principale de ces locutrices est la langue qu'elles parlent le mieux. Le mandarin de Taïwan s'impose pour toutes les locutrices car une seule ne l'indique

⁴¹ Voir Annexes : Document 2 : Questionnaire natifs (PhoDiFLE)

pas comme langue maternelle mais déclare le parler parfaitement avec une note de 5/5. Le taïwanais comme langue parlée pose une autre difficulté : le questionnaire interroge les langues apprises par les locuteurs. Si certaines locutrices ont indiqué toutes les langues parlées (y compris le mandarin), d'autres n'ont pas considéré le taïwanais comme une langue apprise, ou peut-être comme une langue à part entière (le taïwanais est parfois considéré comme un dialecte du chinois mandarin). Ainsi, bien que le parlant, elles ne l'ont pas indiqué dans les langues parlées, ni en tant que langue maternelle, ni en tant qu'autre langue parlée. Nous avons cependant obtenu les informations en les interrogeant directement dans la séquence de parole spontanée, ou bien dans une demande d'information complémentaire. Une seule locutrice ne parle pas du tout le taïwanais (Loc1t), deux très peu ou moyennement (Loc10t et Loc11t), néanmoins, la locutrice Loc11t indique que le taïwanais est une de ses langues maternelles avec le chinois mandarin (lui-même évalué seulement à 4,7/5 en compétence orale). Les autres locutrices déclarent parler taïwanais bien, très bien ou comme langue maternelle. Ainsi, le taïwanais est indiqué par cinq locutrices comme langue maternelle : une seule comme seule langue maternelle, les quatre autres l'indiquent en plus du chinois mandarin (dont une fois entre parenthèses).

Elles ont commencé à apprendre le français entre 15 et 25 ans (moyenne 18,5, ET : 3,2). Les parcours ne sont cependant pas uniformes. Il n'a pas été facile de déterminer la durée de cet apprentissage, leur caractéristique commune étant d'avoir toutes vécu en France au moins un an (moyenne : 4,6, écart type : 3,7). La durée d'apprentissage du français indiquée correspond à la période où elles ont pris des cours de français. Néanmoins, comme certaines locutrices l'indiquent dans les enregistrements, le fait de suivre un cursus universitaire en France s'est révélé très formateur pour elles. Par ailleurs, certaines locutrices ont suivi des formations spécialisées en français, alors que d'autres ont seulement suivi des cours ponctuels, ou les deux. Il a ainsi été impossible d'évaluer en termes d'heures d'apprentissage le parcours de chacune. Ciblant des locuteurs de niveau intermédiaire à avancé pour notre corpus, nous avons préféré l'indice du niveau auto-évalué en français. Nous avons ainsi demandé à chaque locutrice de s'auto-évaluer entre 1 et 5 en français. Une seule s'auto-évalue en français avec la note maximale (5/5), la note minimale est de 3/5, la moyenne étant de 3,5 avec un écart-type de 0,7. Ce résultat a priori correspond à nos attentes. Les enregistrements nous permettront d'évaluer par nous-même le niveau relatif de chacune.

Au niveau des langues étrangères, toutes les locutrices parlent anglais avec un bon niveau, une seule locutrice s'auto-évaluant à 2,3/5. Les autres se donnent un niveau oral supérieur à 3 (moyenne : 3,5, écart type : 0,6). Les autres langues étrangères parlées sont l'allemand, le japonais, le coréen et reçoivent des résultats auto-évalués inférieurs à 2.

Les locutrices ont très peu vécu dans des pays ni sinophones ni francophones, les exceptions étant des pays anglophones : Etats-Unis, Grande Bretagne, ou un pays où la locutrice a pu parler chinois ou anglais : Singapour.

Deux locutrices sur les onze déclarent vouloir parler français comme des natifs.

Locutrice	Âge	Langue(s) maternelle(s) indiquée(s)	Âge au début de l'apprentissage du français	d'années d'étude du français ⁴²	Années passées en France	Autre pays où les locutrices ont vécu et la résidence autres que Taiwan et la France	Niveau en français (auto-évalué de 1 à 5) ou confirmation orale (spontané)	Langues parlées et niveau auto-évalué (de 1 à 5) ou confirmation orale	souhaite parler comme un natif
Loc1t	25	Mandarin	18	4 ans	2 ans	aucun	3	Anglais (4)	non
Loc2t	25	Mandarin (Taïwanais)	16	3 ans	1 an	Grande-Bretagne (10 mois)	3	Anglais (4) Japonais (1)	oui
Loc3t	27	Taïwanais	17	5 ans	6 ans	aucun	4	Chinois (5) Anglais (3)	non
Loc4t	40	Chinois mandarin	24	3 ans	14 ans	aucun	3	Anglais (3) Taïwanais (2) LSF (langue des signes française) (3)	non
Loc5t	29	Taïwanais Chinois	19	4 ans	2 ans	USA (10 mois) Chine (1 an)	3	Chinois (5) Taïwanais (5) Anglais (3,7)	non
Loc6t	25	Mandarin	17	7 ans	3,5 ans	aucun	4	Anglais (4) Taïwanais (bien) Allemand (1) Japonais (1)	non
Loc7t	32	Mandarin	18	6 ans	4 ans	Suisse (10 mois)	5	Taïwanais (très bien) Anglais (3,3)	non
Loc8t	29	Chinois	16	7 ans	6 ans	Singapour (2 ans)	4	Chinois (5) Taïwanais (4,7) Anglais (3)	non
Loc9t	28	Chinois Mandarin Taïwanais	15	6 ans	5 ans	aucun	3,5	Anglais (2,3)	non
Loc10t	24	Mandarin	19	4 ans	1 an	aucun	3	Anglais (3,7) Coréen (1,7) Taïwanais (un tout petit peu)	oui
Loc11t	31	Mandarin Taïwanais	25	1 an	6 ans	aucun	3	Mandarin (4,7) Taïwanais (3,3) Anglais (4)	non
Moyenne (et écart type)	28,6 (4,6)		18,5 (3,2)	4,5 (1,9)	4,6 (3,7)		3,5 (0,7)		

Tableau 14 : Description des 11 locutrices taïwanaises ayant enregistré le corpus PhoDiFLE, avec âge, langue maternelle indiquée, âge au début de l'apprentissage du français, nombre d'années d'apprentissage du français, nombre d'années passées en France au moment de l'enregistrement, autre pays où les locutrices ont vécu, niveau en français auto-évalué (de 1 à 5 ou affirmé pendant l'enregistrement), langues parlées et moyenne des niveaux auto-évalués pour les compétences « parlé », « prononciation » et « compris », et indication si les locutrices ont répondu vouloir prononcer le français comme des natifs.

⁴² Le nombre d'années d'étude n'est qu'indicatif et doit être pris avec précautions car il correspond à des volumes horaires différents.

3. Le corpus PhoDiFLE

Nous présentons dans cette partie le corpus utilisé pour l'ensemble des tests et des analyses effectués dans notre thèse.

Nous utilisons le terme de corpus pour désigner à la fois les tâches que nous avons soumises aux locuteurs et la base de données constituée par ces enregistrements et tous les éléments relatifs à ces enregistrements comme les transcriptions, les questionnaires et toutes les données articulatoires, aérodynamiques, etc.

a. PhoDiFLE, présentation générale du corpus

Les données utilisées pour l'ensemble des analyses effectuées dans notre thèse sont issues d'un corpus dont l'ambition dépasse le simple achèvement de cette thèse. En effet, nous l'avons créé dès le départ avec d'autres doctorants du LPP de Paris 3, Sorbonne Nouvelle, travaillant sur la prononciation en FLE d'apprenants d'origines variées afin qu'il puisse servir à chacun d'entre nous pour étudier la prononciation de nos locuteurs ciblés, et pour qu'il soit également possible de comparer les productions de nos locuteurs et nos résultats (Landron et al., 2010). Le corpus PhoDiFLE (Phonétique Didactique du Français Langue Etrangère), tel que nous l'avons nommé, est donc le résultat d'un travail collectif qui ouvre la perspective de futurs travaux et de collaborations dans le domaine de l'étude de la prononciation d'apprenants de FLE en Français. Ce corpus a été présenté à l'occasion du colloque « *Corpus, données, modèles : approches qualitatives et quantitatives* » à Montpellier en 2010 et la présentation a fait l'objet d'une publication dans les actes du colloque (Landron et al. 2010). Il a également été présenté à Bordeaux en 2012 au colloque « La linguistique de corpus à l'heure de la confrontation entre concepts, techniques et applications » pour le problème plus spécifique de la transcription des voyelles (Paillereau et al., 2012). Ce corpus n'est pas spécifique à une étude donnée, mais doit au contraire permettre toute étude des sons du français ciblés dans le corpus, aussi bien pour en définir une norme (relativement au français qu'il représente) (par exemple : Georgeton et al., 2012) que pour analyser le français parlé par des locuteurs apprenants (sa dimension FLE) (Crochemore, 2011 (mémoire de Master), Kamiyama, 2012, Paillereau, 2015 (thèse de doctorat), ainsi que notre présente thèse) ou même pour comparer des apprenants d'origines différentes entre eux (Kamiyama et al., 2012, Gao et al., 2013). Il a également été utilisé (partiellement) pour étudier la progression de locuteurs donnés relativement à une pratique d'enseignement du FLE (Passeport, 2014 (mémoire de master)). Les chercheurs travaillant avec ce corpus s'intéressent actuellement aux langues (par ordre alphabétique) : anglaise, arabe de Jordanie, bosnien, chinois mandarin, japonais, portugais du Brésil, shanghaien et tchèque. Issu de notre laboratoire, ce corpus est maintenant utilisé dans d'autres universités.

Par ailleurs, ce corpus peut être utilisé avec des approches différentes, comme nous l'utilisons dans notre thèse. Tout d'abord il est possible d'explorer les données sans hypothèse a priori pour identifier d'éventuels écarts de prononciation. Il s'agit d'une approche « guidée par corpus » (*corpus-driven*) (Williams, 2005, p. 13). Nous utilisons d'abord cette approche pour identifier, à partir de productions de parole spontanée, l'ensemble des écarts produits par les locuteurs non-natifs. Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'existence d'un écart de

prononciation en ce qui concerne les occlusives voisées. Par la suite, nous utilisons une approche fondée sur corpus (*corpus-based*). A partir d'un sous-corpus, nous émettons des hypothèses quant à ces écarts de production entre natifs et non-natifs et nous les analysons systématiquement. Bien que nous n'analysions pas l'ensemble des données recueillies, les locuteurs ont enregistré l'ensemble du corpus.

b. Le contenu des tâches

Le corpus PhoDiFLE permet l'étude des sons du français dans 4 tâches différentes.

a) Les locuteurs sont amenés à prononcer les treize voyelles du français /a i u y e ε o ɔ ø œ ã ẽ õ/ dans une phrase cadre du type : « *bébé, il a dit /e/ comme dans bébé* » ;

b) Ces mêmes voyelles sont prononcées en coarticulation avec /p, t, k, R, m/, qui représentent respectivement les 4 lieux d'articulation possibles en français (labial, dental, vélaire) et le mode nasal. Les dix-sept consonnes du français /b d g p t k f s ʃ v z ʒ l m n R ɲ/ sont prononcées en coarticulation avec les voyelles extrêmes /i a u/ dans des logatomes CVCVCVC dans la phrase cadre « *le mot CVCVCVC peut bien coller* ». c) les locuteurs doivent également lire un texte de 178 mots ainsi que 14 phrases (143 mots) regroupées en 11 énoncés⁴³.

d) La dernière tâche consiste en un monologue semi-dirigé de parole spontanée autour des thèmes du parcours d'apprentissage du français ou d'autres langues étrangères, de leurs études, de leurs loisirs et de leur travail, en dix minutes d'enregistrement.

c. Préparation et consignes pour l'enregistrement des tâches

Chaque tâche, excepté celle concernant la parole spontanée, est introduite par un *Powerpoint* d'entraînement expliquant le déroulement⁴⁴. A chaque étape de l'explication, des exemples sonores sont fournis afin qu'ils soient les mêmes pour tous les locuteurs.

Les trois tâches ont pour recommandations générales :

Tâche 1, voyelles isolées :

- Lire ni trop lentement ni trop rapidement.
- Lire chaque phrase d'une façon continue.
- Lire chaque phrase d'abord dans sa tête avant de la lire à haute voix pour éviter une lecture trop hâtive.
- Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Tâche 2, logatomes

- Lire ni trop lentement ni trop rapidement.
- Lire avec un débit normal.
- Lire chaque phrase d'une façon continue.

⁴³ Voir Annexes : Document 4 : Texte lu du Corpus PhoDiFLE et Document 5 : Phrases lues du Corpus PhoDiFLE

⁴⁴ Voir Annexes : Document 6 : Texte du Powerpoint d'entraînement à la tâche de lecture des voyelles isolées, Document 7 : Texte du Powerpoint d'entraînement à la tâche de lecture des logatomes et Document 8 : Texte du Powerpoint d'entraînement à la tâche de lecture du texte et des phrases

- Lire chaque phrase d'abord dans sa tête avant de la lire à haute voix pour éviter une lecture trop hâtive.
- Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Tâche 3, texte et phrases

- Lire ni trop lentement ni trop rapidement.
- Lire les phrases d'une façon continue.
- En lisant, concentrez-vous sur le sens du texte plutôt que sur la façon dont vous lisez
- Articulez bien. Si vous faites une erreur lors de la lecture, arrêtez-vous et relisez encore une fois la phrase.
- Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Les trois tâches sont ensuite expliquées, et il est demandé aux locuteurs de lire un exemple pour déterminer s'ils ont bien compris la consigne.

Tâche 1, voyelles isolées

- Les phrases qui vous seront proposées sont construites de la manière suivante :
- Exemple : Ville, il a dit <i> comme dans ville
- La voyelle qui apparaît entre crochets est celle du mot de référence qui apparaît au début et à la fin de la phrase. Détachez bien cette voyelle du mot précédant et suivant.
- Essayez de lire cette phrase et on vous dira si vous avez bien compris le fonctionnement.

Tâche 2, logatomes

- Les phrases qui vous seront proposées contiennent des mots inexistant.
- Exemples de mot inexistant : dédédé, goeugoeugoeug
- Pour lire ce mot inventé, appliquez les règles de lecture telles que vous les avez apprises pour des mots existants. Détachez bien ce mot du mot précédant et du suivant.
- Dans les mots inventés, ne lisez pas le dernier <e>. Exemple : le mot « dédédé » doit être lu <exemple sonore> en non pas <exemple sonore>

L'exemple fourni illustre une pause produite avant et après le logatome. Le locuteur est invité à répéter l'exemple, ce qui est l'occasion de lui faire remarquer cette pause.

Tâche 3, texte et phrases

- Vous allez lire 4 fois un petit texte et un ensemble de phrases.
- Avant de l'enregistrer, lisez le texte une fois à haute voix et on vous indiquera, si nécessaire, à quel endroit vous faites éventuellement des erreurs liées à la lecture. Dans ce cas-là, essayez de relire le mot correctement. On vous dira dès que le mot est bien lu. Retenez cela alors pour la prochaine lecture.

Enfin des exemples sont introduits avec des illustrations sonores, excepté pour la tâche de lecture d'un texte où l'ensemble du texte et des phrases sont présentées sans illustration sonore. Néanmoins, deux mots peu fréquents y sont définis en bas de page.

Tâche 1, voyelles isolées

- Entraînez-vous en écoutant et lisant les phrases suivantes :
- Mère, il a dit <è> comme dans mère.
- Cœur, il a dit <œu> comme dans cœur.
- Blé, il a dit <é> comme dans blé.
- Bon, il a dit <on> comme dans bon.
- Lin, il a dit <in> comme dans lin.

Chaque phrase est illustrée par un exemple sonore. Bien que pour l'exemple, ces phrases apparaissent ici ensemble, le *Powerpoint* pour la phase d'enregistrement ne contient qu'une seule phrase par diapositive. Précisons que ces exemples n'ont pas été choisis au hasard. Nous avons introduit deux voyelles moyennes transcrites avec un accent (é/è), la voyelle moyenne <œu> dont l'orthographe (contenant 3 signes graphiques) est plus complexe (les sons sont transcrits tels qu'ils apparaissent dans le mot d'exemple). Enfin, nous avons présenté deux voyelles nasales. Le mot d'exemple pour le son nasal /ɛ̃/ étant « le lin », il est important de le présenter préalablement aux locuteurs sinophones où le nom de famille Lin, prononcé /lin/, est très fréquent. Cinq locutrices sur les 12 au départ portent d'ailleurs ce nom (sans être parentes). Nous voyons ici que le mot qui introduit la voyelle à prononcer de façon isolée est répété au début et à la fin de la phrase. Son introduction au début de la phrase permet au locuteur de le voir et de le prononcer sans avoir à attendre la fin de la phrase. Il est ainsi directement conscient de la voyelle qui doit être produite entre de courtes pauses silencieuses (entre crochets).

Tâche 2, lecture de logatomes

Cette partie étant la plus longue et la plus complexe, les diapositives d'explication sont plus nombreuses (13).

Tout d'abord, le *Powerpoint* d'introduction présente une diapositive telle qu'elle apparaît dans la tâche de lecture. La Figure 9 présente cette diapositive. Comme pendant la phase d'enregistrement, une seule phrase apparaît sur la diapositive.

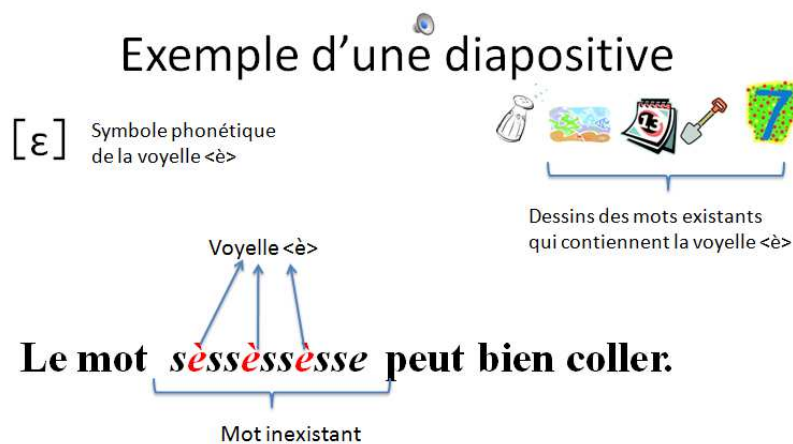


Figure 9 : Exemple d'une diapositive du corpus PhoDiFLE concernant la tâche de lecture de logatomes CVCVCVC dans une phrase cadre avec les illustrations destinées à aider le locuteur (ici : sel, ciel, treize, pelle, sept)

Seule la phrase cadre contenant le logatome doit être lue. Les illustrations permettent d'indiquer aux locuteurs la voyelle qui doit être lue. Ainsi, en haut à gauche de la diapositive apparaît le symbole API de cette voyelle pour les locuteurs qui connaîtraient le symbole. En haut à droite apparaissent des illustrations de mots contenant cette voyelle, et uniquement cette voyelle (« sel, mer, treize, pelle, sept » pour la voyelle /ɛ/). La liste des illustrations des voyelles et leur correspondance avec la transcription orthographique est fournie sur les 4 diapositives suivantes. Ainsi, /i/ est illustré avec les images de « lit », « six » et « mille », /u/ avec les images de « loup », « roue » et « douze » et /a/ avec les images de « rat », « chat » et « quatre ». Les explications orthographiées et les flèches de la Figure 9 n'apparaissent pas pendant la phase de lecture.

Aucune explication sur les consonnes n'est fournie excepté durant l'explication concernant les conventions d'écriture lors des 8 diapositives suivantes (une par diapositive). Cela concerne les codes orthographiques de <in> <oeu> <eu> <au> <o> <ou>, de la consonne <j> (qui se lit /ʒ/), la suite <gui> et la consonne <g> et enfin la prononciation de « gn ».

d. La collecte et le traitement des données

i. *Organisation de la présentation des tâches*

La réalisation de chaque tâche suit directement la présentation du *Powerpoint* d'explication correspondant. Les trois premières diapositives pour les voyelles isolées et les six premières pour les logatomes ne sont pas prises en compte dans les analyses. Les phrases sont toutes produites une fois avant de procéder à une nouvelle production de l'ensemble des phrases. Pour la tâche des logatomes, où le corpus est plus long, une pause est proposée à chaque fois que l'ensemble des phrases a été prononcé, avant la nouvelle répétition.

ii. *Le matériel*

L'ensemble des enregistrements a été effectué avec un microphone serre-tête AKG C 520L. De cette façon, la distance entre le microphone et la source sonore ne varie pas.

iii. *Les paramètres d'enregistrement*

Nous avons utilisé une fréquence d'échantillonnage à 44100 Hz et un taux d'échantillonnage à 16 bits. Les fichiers son sont enregistrés au format numérique *.wav*.

iv. *Les conditions d'enregistrement*

Pour garantir la qualité des enregistrements, les séances ont toutes eu lieu dans un environnement calme.

v. *Les procédures de traitement et d'analyse*

Nous isolons tout d'abord les séquences sur lesquelles nous voulons travailler du reste des données. Nous avons personnellement sélectionné ces séquences en les segmentant manuellement sous *Praat* (Boersma, P. et Weenink, D., 2012), puis à l'aide du logiciel *Matlab* (MATLAB and Statistics Toolbox, R2010a), nous avons extrait automatiquement les éléments segmentés (comprenant la fin du mot précédant, le mot ou logatome ciblé, et le début du mot

suisant). Ces extraits sont ensuite segmentés semi-automatiquement à l'aide du logiciel *Easylign* (Goldman, 2011), (sans toutefois annoter les éléments de la fin du mot précédant ou du début du mot suivant qui contiendraient des phonèmes identiques aux phonèmes cibles). Nous avons ainsi produit cinq lignes de segmentation : la séquence, les syllabes, les phonèmes, les consonnes occlusives avec le début du relâchement et enfin les phases de voisement (relativement à la consonne).

Afin de mesurer l'écart des productions entre natifs et non-natifs, la segmentation est effectuée avec les phonèmes cibles (ceux qui sont présentés comme tâche de lecture sur le Powerpoint). S'il existe une différence entre la réalisation et la cible, celle-ci doit être mise en évidence dans les analyses et les tests de perception.

Les occurrences les plus problématiques sont les consonnes en fin de logatome qui ne possèdent pas de relâchement ni de schwa pour les suivre⁴⁵, ce qui peut conduire à l'interprétation que le phonème n'a pas été prononcé. Plutôt que d'interpréter cela d'emblée, nous avons fait le choix de segmenter ces « potentiels » phonèmes sur du silence (ils seront étudiés à part, à l'aide de la voyelle qui les précède (durée et F0 en fin de voyelle)). Nous les quantifions ici.

Toutes les occurrences sans relâchement ne sont pas automatiquement dépourvues d'un schwa pour les suivre. Nous avons ainsi relevé un total de 75 occurrences de consonnes en dernière position de logatome sans relâchement (suivies ou non d'une voyelle) sur un total de 1583 consonnes en dernière position de logatome pour notre étude. Les locutrices françaises en ont produites 48 (3,0%) et les locutrices taïwanaises 27 (1,7%). Le Tableau 15 montre la répartition de ces occurrences en fonction des consonnes.

En ce qui concerne les consonnes finales sans relâchement et non suivies d'un schwa, celles qui sont problématiques ici, il y en a 27 au total. /b p/ sont les deux seules consonnes pour les natives (14 et 9 respectivement) et les locutrices taïwanaises en ont produit avec /b g t/ (2, 1 et 1 respectivement).

Consonnes	1) Nombre total d'occurrences sans relâchement en position finale		2) Nombre d'occurrences sans relâchement et non suivies d'un schwa en position finale	
	FR	TW	FR	TW
/b/	23	11	14	2
/d/	3	6		
/g/	8	6		1
/p/	9	1	9	
/t/	3	2		1
/k/	2	1		
total	48	27	23	4

Tableau 15 : nombres d'occurrences de consonnes /b d g p t k/ produites : 1) sans relâchement seulement ou 2) sans relâchement et non suivies d'un schwa, en position finale de logatome CVCVCVC où V= /a/, /i/ ou /u/ et C /b d g p t k/, avec 4 répétitions par combinaison consonne/voyelle par 11 locutrices natives du français (FR) et 11 locutrices taïwanaises en français (TW)

⁴⁵ Voir : *La position finale : L'absence de relâchement*

vi. *Le nombre de répétitions de chaque item*

Les items du corpus sont tous répétés à quatre reprises (phrases avec les voyelles isolées, phrases contenant les logatomes, texte et phrases de la troisième tâche). Le nombre de répétitions permet d'attester d'une certaine représentativité des productions par rapport aux productions habituelles des locuteurs. Cependant, plus le chiffre est important, plus la durée d'enregistrement augmente, et donc la fatigue du locuteur. Quatre répétitions permettent d'assurer une représentativité des productions. Il s'agit également de l'exigence pour des publications dans des revues internationales.

vii. *Le nombre d'items*

La tâche des voyelles isolées contient 13 phrases, répétées 4 fois, ainsi que 3 phrases non prises en compte, soit 55 phrases prononcées.

La tâche concernant les logatomes contient 101 phrases, répétées 4 fois, ainsi que 6 phrases non prises en compte, soit 410 phrases prononcées.

Pour la tâche concernant le texte et les phrases lues, le texte est présenté sur une diapositive dans son ensemble, puis l'ensemble des phrases sur une autre diapositive. La lecture suivante du texte s'effectue une fois que le texte et les phrases ont été entièrement lus.

viii. *La durée des séances*

L'ensemble des tâches pour lesquelles la contrainte de temps n'est pas posée a priori (les tâches pour les voyelles isolées, la lecture des logatomes et l'ensemble texte/phrases) a nécessité un temps moyen différent entre les locutrices natives et les apprenantes. En moyenne, la durée totale d'enregistrement pour ces trois tâches a été autour de 37 minutes pour les natives et 47 minutes pour les apprenantes. La durée totale des séances s'en est trouvée en moyenne plus longue pour les apprenantes que pour les natives.

ix. *Les éléments utilisés pour notre étude*

Notre thèse utilise les productions des tâches concernant les logatomes et la parole spontanée. Les logatomes étudiés concernent la production des occlusives /b d g p t k/ suivies des voyelles extrêmes /i a u/. Ceci constitue donc 18 logatomes différents, répétés 4 fois par chaque locuteur.

Il n'existe qu'une seule occurrence inutilisable sur le corpus des logatomes étudiés. Le logatome « doudoudoue » de la locutrice Loc4t se termine avec une hésitation sur la dernière consonne empêchant l'analyse de cette dernière.

En ce qui concerne la parole spontanée, les séquences des locutrices taiwanaises Loc3t et Loc6t ont dû être écourtées et ne durent que trois minutes trente pour la première et quatre minutes pour la deuxième (au lieu de dix minutes pour toutes les autres).

Chapitre 2. Deuxième Partie - Evaluation globale : le voisement en français, une difficulté comme une autre pour des locuteurs non-natifs d'origine taïwanaise ?

Cinq évaluateurs natifs du français et experts en FLE et/ou en enseignement de la prononciation du français ont évalué douze locutrices taïwanaises non-natives du français sur une durée de 1 minute chacune (pauses écourtées) et ont évalué leur niveau de prononciation entre 5/10 et 9/10, soit, selon ce barème, entre intermédiaire et avancé.

Ces évaluateurs ont globalement défini les plus importants écarts de prononciation de ces locutrices non-natives comme étant en premier lieu (par rapport au nombre de remarques) la prononciation du /R/ français puis en second lieu le voisement.

Cette première étude perceptive permet de situer les écarts dans la production de voisement parmi d'autres écarts que pourraient produire des locuteurs taïwanais non-natifs du français. Il s'agit d'une étude préliminaire à visée très générale permettant un aperçu global de la prononciation des locutrices enregistrées pour le corpus en situation de parole spontanée.

Nous utilisons également cette étude pour préciser le niveau global en français de chaque locutrice.

1. Méthode

Ce test de perception a été proposé en ligne à l'aide d'un *formulaire Google*⁴⁶. Les auditeurs ont pu télécharger le fichier son unique (au format *.wav*) via un lien communiqué avec le formulaire. Cela leur a permis d'écouter à souhait l'ensemble compilé des enregistrements pendant qu'ils complétaient en ligne le formulaire de réponses.

Les questions proposées étaient :

- Est-ce un Français natif qui parle?
- Si je perçois un accent étranger, il est principalement dû aux : Voyelles, Consonnes, Prosodie, autre (plusieurs réponses possibles)
- Les catégories suivantes sont-elles produites conformément à la norme? [Voyelles cardinales (i, a, u)] ; [Voyelles nasales (an, on, in)]⁴⁷ ; [Voyelles antérieures arrondies (y, ø, œ)] ; [Voyelles moyennes (e/ɛ, o/ɔ, ø/œ)] ; [Consonnes sonantes (l, m, n, ŋ)] ; [Consonnes fricatives sourdes (f, s, ʃ)] ; [Consonnes fricatives sonores (v, z, ʒ)] ; [Consonnes occlusives sourdes (p, t, k)] ; [Consonnes occlusives sonores (b, d, g)] ; [Semi-consonnes (w, j, ɥ)]

Ces catégories étaient alignées dans un tableau (Tableau 16) proposant cinq niveaux d'évaluation hiérarchisés : « écart très important », « écart plutôt important »,

⁴⁶ Lien : <https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?fromEmail=true&formkey=dHh0VVdSZlIPYWZ3bUp4d05Na3NIYkE6MQ>

⁴⁷ Le système API n'a pas été utilisé pour les nasales en raison de contraintes typographiques liées au site utilisé pour présenter le test

« irrégulier », « peu d'écart à la norme », « conforme à la norme ». Une réponse à chaque élément était requise pour accéder à la question suivante.

Les catégories suivantes sont-elles produites conformément à la norme? *

indiquez une évaluation globale par rapport à ce que vous remarquez

	écart très important	écart plutôt important	irrégulier	peu d'écart à la norme	conforme à la norme
Voyelles cardinales (i, a, u)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voyelles nasales (an, on, in)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voyelles antérieures arrondies (y, ø, œ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voyelles moyennes (e/ɛ, o/ɔ, ø/œ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consonnes sonantes (l, m, n, ŋ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consonnes fricatives sourdes (f, s, ʃ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consonnes fricatives sonores (v, z, ʒ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consonnes occlusives sourdes (p, t, k)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consonnes occlusives sonores (b, d, g)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Semi-consonnes (w, j, ɥ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tableau 16 : Tableau d'évaluation avec cinq degrés d'appréciation des sons du français par catégories produits par des locutrices non-natives du français d'origine taïwanaise proposé à des évaluateurs natifs

Deux questions ouvertes ont été ensuite posées afin de laisser aux évaluateurs la possibilité de laisser des commentaires plus précis. La première était facultative, la seconde obligatoire pour pouvoir poursuivre le test. Les questions étaient posées sous la forme suivante :

- Remarques concernant les questions précédentes : (puis champ de réponse)
- Quel est selon vous l'écart qui nécessiterait le plus d'être travaillé : (puis champ de réponse)

Finalement, afin de nous permettre d'évaluer comparativement le niveau en prononciation des apprenants les uns relativement aux autres, la dernière question, à caractère obligatoire, amenait les évaluateurs à noter de 1 à 10 chaque locuteur, 10 étant la meilleure note. La question posée était :

- Merci d'indiquer une note globale de la prononciation de cet apprenant (choix fermé de réponses de 1 à 10)

La durée du test était évaluée à 40 minutes (pour 2 écoutes plus un peu de temps de réflexion), néanmoins, les évaluateurs ne nous ont pas indiqué le temps réel consacré.

2. Les locutrices

Les locutrices taïwanaises ayant produit les séquences pour l'écoute sont les onze locutrices ayant enregistré le corpus PhoDiFLE ainsi qu'une locutrice taïwanaise supplémentaire ayant

elle aussi produit la séquence de parole spontanée et dont l'enregistrement n'est utilisé que pour ce test⁴⁸ (Tableau 17).

Locutrice	Âge	Langue(s) maternelle(s) indiquée(s)	Age au début de l'apprentissage du français	Nombre d'années d'étude du français	Années passées en France	Lieux de résidence autres que Taïwan et la France	Niveau en français (auto-évalué de 1 à 5)	Langues parlées et niveau auto-évalué (de 1 à 5) ou confirmation orale (spontané)	souhaite parler comme un natif
Loc12t	33	Chinois	25	4 ans et 3 mois	6 ans	aucun	4	Anglais (4) Japonais (2,3) Italien (1)	non

Tableau 17 : informations sur la douzième locutrice taïwanaise évaluée en parole spontanée en français

Les douze locutrices sont présentées dans le même ordre pour tous les auditeurs, soit l'ordre suivant : Loc6t-Loc2t-Loc8t-Loc3t-Loc4t-Loc1t-Loc9t-Loc5t-Loc11t-Loc7t-Loc10t-Loc12t

3. Choix des stimuli

Le choix des stimuli a répondu à trois priorités : 1) qu'il y ait suffisamment de parole produite pour qu'une évaluation soit possible pour l'ensemble des catégories de sons ciblées ; 2) que la parole soit issue d'un discours spontané pour que les sons produits soient représentatifs de la production habituelle des locuteurs ciblés en français ; 3) que le test soit suffisamment court pour éviter les phénomènes de fatigue (ou même de rejet) de la part des évaluateurs.

Nous avons ainsi sélectionné 1 minute de parole spontanée réalisée par douze locutrices taïwanaises non-natives du français pour le corpus PhoDiFLE. Chaque séquence de parole spontanée du corpus PhoDiFLE dure approximativement dix minutes et traite de thèmes communs aux locuteurs. Ces séquences contenant cependant des coupures fréquentes, nous avons fait le choix de couper ces silences. Ceci nous a permis d'augmenter la quantité de parole produite pour chaque locutrice en une minute d'enregistrement. Notons que la question relative à des difficultés de prosodie dans le questionnaire ne peut en conséquence pas être prise en compte dans nos résultats. Elle a cependant été suggérée en tant qu'alternative possible aux choix qui nous intéressent.

Les douze séquences d'une minute ont été compilées en un seul fichier (paramètres d'enregistrement de PhoDiFLE) avec cinq secondes de pause entre chaque séquence, ainsi qu'un message de deux ou trois secondes indiquant le numéro du locuteur (par rapport au questionnaire d'évaluation) ainsi que l'annonce de la fin du test. Le tout constitue un fichier son de 13 minutes et 46 secondes.

⁴⁸ La présence de fréquences parasites ayant rendu impossible l'exploitation de cet enregistrement pour les analyses acoustiques

4. Participants : les auditeurs experts

Afin d'évaluer la production des locuteurs taiwanais non-natifs du français, nous avons proposé ce test à des auditeurs experts (en relation avec la phonétique et/ou avec l'enseignement de la prononciation du français langue étrangère). Cinq ont accepté de le compléter.

Le formulaire en ligne commence avec une série de questions concernant l'identification des évaluateurs. Il leur est demandé si le français est leur langue maternelle, si eux-mêmes ont un accent différent de ce qui se parle en région parisienne, leur âge, dans quelles conditions ils ont passé ce test (avec casque, écouteurs ou autrement), puis des questions à propos de leur formation : s'ils sont ou ont été enseignants en FLE, combien de temps, en France ou à l'étranger. Enfin, des questions leur ont été posées relativement à une éventuelle familiarité avec l'accent en français de locuteurs sinophones : il leur a ainsi été demandé s'ils avaient été confrontés à des apprenants d'origine sinophone, si oui, s'ils provenaient de Chine continentale ou de Taiwan et enfin s'il s'agissait de groupes uniquement constitués de ces apprenants.

Un questionnaire complémentaire leur a été communiqué afin de connaître les langues parlées et les régions où ils ont vécu (plus de trois mois).

Ainsi, parmi les 5 évaluateurs, 3 sont phonéticiens et didacticiens (enseignant notamment la prononciation du français) et deux sont phonéticiens (sans enseignement de FLE). Les 3 enseignants ont au moins deux ans d'expérience d'enseignement du FLE. L'un d'entre eux a été confronté à des apprenants sinophones d'origine taiwanaise, mais en France et dans un groupe d'apprenants d'origines différentes.

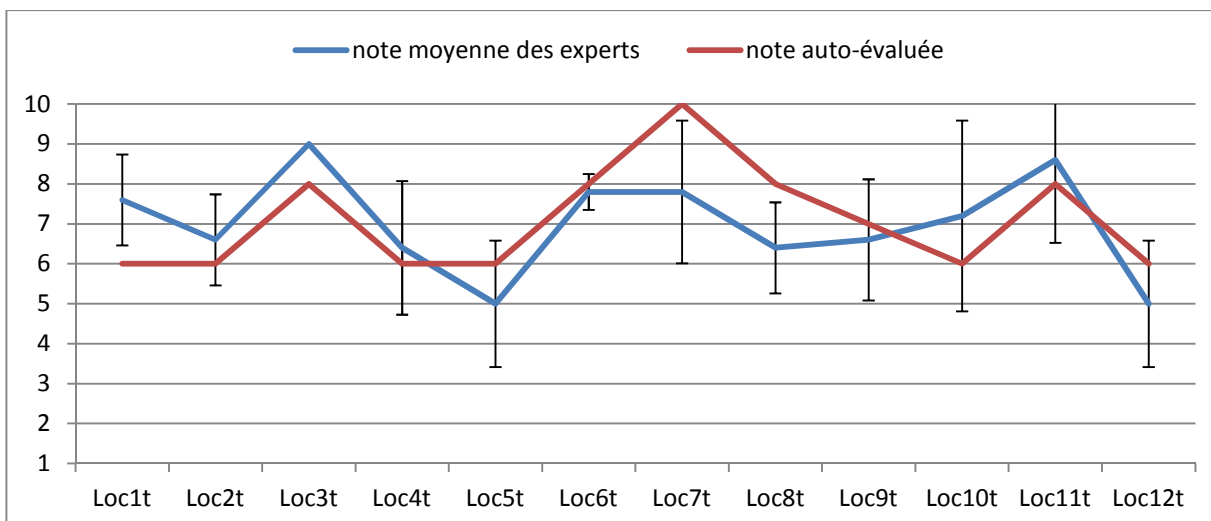
Les cinq évaluateurs ont entre 37 et 44 ans (moyenne : 40,2 ; écart type : 2,3). Ils ont tous comme langue maternelle le français et n'ont pas d'accent différent du français parlé dans la région parisienne (mais un évaluateur a vécu dans le sud de la France pendant 15 ans). Quatre ont effectué le test avec un casque et un avec des écouteurs.

Aucun d'entre eux ne parle chinois. Parmi les langues parlées, les évaluateurs ont mentionné : l'anglais (avec un bon niveau), l'allemand et l'espagnol. En dehors de la Grande Bretagne et de l'Irlande pour un évaluateur, ils ont indiqué ne pas avoir vécu à l'étranger.

5. Résultats

a. Résultats globaux

La note moyenne attribuée à l'ensemble des locuteurs est de 7/10. Les moyennes individuelles vont de 5 à 9 et les notes données s'étendent de 3 à 10. Le Graphique 5 récapitule les notes moyennes attribuées aux douze locutrices taiwanaises non-natives du français. Nous avons un accord inter-juges acceptable avec un Alpha de Cronbach de 0,79. Le Graphique 5 répertorie les notes évaluées par les auditeurs et les notes auto-évaluées de leur niveau en français rapporté à 10 (note originale sur une échelle de 1 à 5).



Graphique 5 : note moyenne du niveau global en français (avec un écart type) attribuée à 12 locutrices taïwanaises non-natives du français par 5 évaluateurs experts natifs du français sur une échelle de 1 à 10, 1 étant la note la plus basse et 10 la plus haute et note auto-évaluée de 1 à 5 (rapportée sur 10) par ces mêmes 12 locutrices taïwanaises

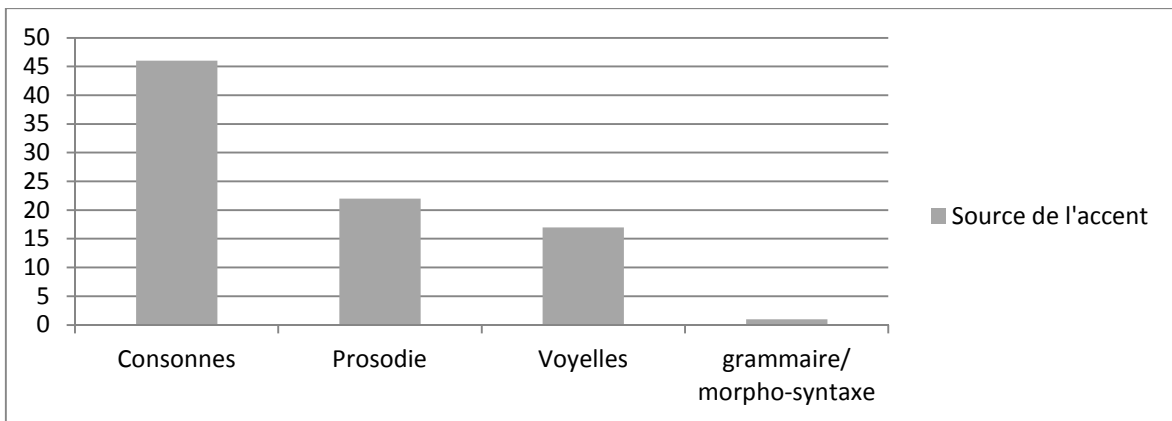
Les notes attribuées aux locutrices par les évaluateurs indiquent que le groupe de locutrices n'est pas uniformément jugé « bon », avec deux locutrices évaluées avec un niveau moyen (note moyenne de 5/10) et une avec un bon niveau (note moyenne de 9/10). Ces moyennes globales ne descendent cependant pas sous la note de 5/10 et offrent ainsi un éventail de résultats dans la moyenne supérieure de l'échelle proposée. Le groupe a donc été évalué comme étant de « moyen » à « bon ».

Ces notes confirment donc les résultats de l'auto-évaluation qui plaçaient les locutrices dans une tranche de niveaux d'intermédiaire à avancé. Cependant, la locutrice Loc7t qui s'était donné la note de 5/5 n'a pas un français totalement natif, tandis que la locutrice Loc1t qui s'était attribué la note moyenne de 3/5 a sans doute un meilleur niveau que ce qu'elle pense. L'ensemble des locutrices semble cependant avoir une idée approximative de son niveau en français assez proche de l'évaluation effectuée par les enseignants et phonéticiens.

b. Résultats aux questions générales

Tous les évaluateurs ont répondu que les locutrices n'étaient pas natives. Cependant, comme l'a relevé un évaluateur, les indices n'étaient pas seulement phonétiques. Le contenu du discours (séjour en France, apprentissage du français) a influencé la réponse à cette question introductive.

L'attestation que ces locutrices possèdent un accent étranger a été confirmée par la question suivante. En effet, tous les évaluateurs ont attribué au moins un critère permettant de définir la nature de cet « accent étranger » pour toutes les locutrices (Graphique 6).



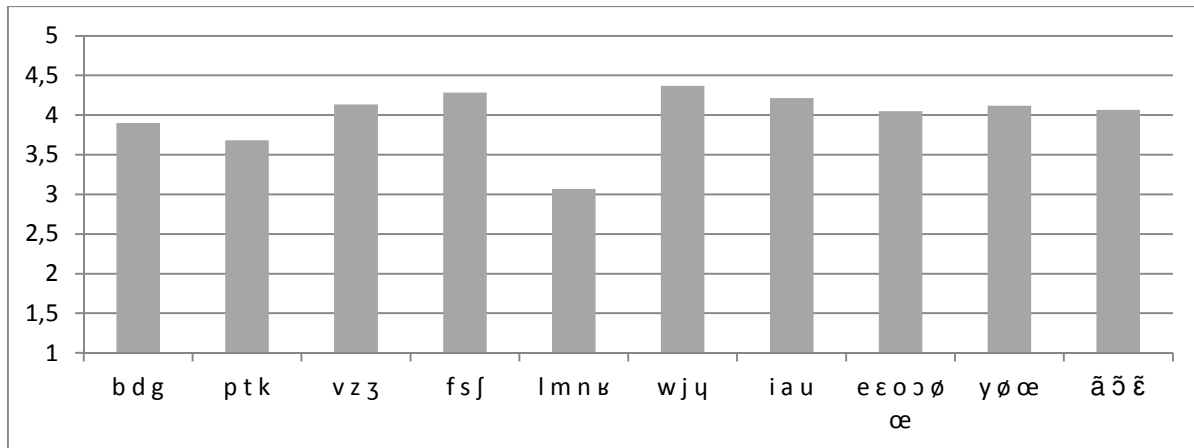
Graphique 6 : Nombre de réponses de 5 évaluateurs experts, natifs du français à propos de l'origine de « l'accent étranger » décelé chez 12 locutrices taïwanaises non-natives du français pour une minute chacune de production spontanée (pauses raccourcies) avec trois choix proposés et plusieurs réponses possibles : consonnes, voyelles et prosodie, ou la catégorie « autre » permettant des commentaires regroupés ici sous la dénomination « grammaire/morpho-syntaxe »

Les résultats montrent que l'origine de l'accent est majoritairement attribuée aux consonnes (46 réponses) puis, à la prosodie (22 réponses), ensuite aux voyelles (17 réponses). Enfin, nous avons regroupé deux réponses liées aux erreurs grammaticales ou à des problèmes de morphosyntaxe. Par ailleurs, nous n'avons pas pris en compte deux réponses liées sans doute au locuteur (résonance ou voix trop haute/trop aiguë).

Nous excluons de ces résultats les remarques concernant la prosodie, étant donné la manipulation que nous avons effectuée sur les enregistrements. Ceci n'exclue cependant pas le fait que la prosodie pourrait être une source importante d'écarts entre natifs et non-natifs. Nous retenons de ces résultats l'impression globale d'un « accent étranger » dû principalement au fait des consonnes plutôt qu'à la prononciation des voyelles.

c. Résultats par catégorie de sons

Les évaluateurs ont eu à évaluer les catégories de sons regroupées comme suit : /b d g/, /p t k/, /v z ʒ/, /f s ʃ/, /l m n ʋ/, /w j ɥ/, /i a u/, /e ε o ɔ ø œ/, /y ø œ/ et /ã õ ã/. Ils leur ont attribué une évaluation nominale : « écart très important », « écart plutôt important », « irrégulier », « peu d'écart à la norme », « conforme à la norme ». Nous avons converti cette échelle nominale en échelle numérique de 1 à 5 avec : 1 = « écart très important » à 5 = « conforme à la norme » pour comparer les résultats obtenus. Le Graphique 7 récapitule les moyennes attribuées par les évaluateurs à chaque catégorie. Le Tableau 18 présente les moyennes obtenues de la plus haute à la plus basse.



Graphique 7 : Moyenne des évaluations nominales converties sur une échelle de 1 à 5, attribuées par 5 évaluateurs experts à 12 locutrices taïwanaises pour des enregistrements d'une minute (pauses écourtées) en fonction des catégories de sons /b d g/, /p t k/, /v z ʒ/, /f s ʃ/, /l m n ɳ/, /w j ɥ/, /i a u/, /e ε o ɔ ø œ/, /y ø œ/, /ã ã̃ ẽ̃/.

catégories	moyennes
w, j, ɥ	4,37
f, s, ʃ	4,28
i, a, u	4,22
v, z, ʒ	4,13
y, ø, œ	4,12
ã ã̃ ẽ̃	4,07
e/ε, o/ɔ, ø/œ	4,05
b, d, g	3,9
p, t, k	3,68
l, m, n, ɳ	3,07

Tableau 18 : Moyenne des évaluations nominales converties sur une échelle de 1 à 5, attribuées par 5 évaluateurs experts à 12 locutrices taïwanaises pour des enregistrements d'une minute (pauses écourtées) en fonction des catégories de sons /b d g/, /p t k/, /v z ʒ/, /f s ʃ/, /l m n ɳ/, /w j ɥ/, /i a u/, /e ε o ɔ ø œ/, /y ø œ/, /ã ã̃ ẽ̃/ présentées de la plus haute à la plus basse.

Nous avons calculé l'Alpha de Cronbach (Cronbach, 1951) pour les notes attribuées à chaque locutrice pour chaque catégorie de sons. Les résultats indiquent tout au plus une faible concordance des notes entre elles. Aucun résultat n'atteint un Alpha de 0,7. Nous obtenons pour les catégories : /b d g/ = -0,22 ; /p t k/ = 0,57 ; /v z ʒ/ = 0,48 ; /f s ʃ/ = 0,22 ; /l m n ɳ/ = 0,55 ; /w j ɥ/ = -0,29 ; /i a u/ = 0,56 ; /e ε o ɔ ø œ/ = 0,68 ; /y ø œ/ = 0,61 ; /ã ã̃ ẽ̃/ = 0,53. Le manque d'homogénéité dans les résultats n'est pas une surprise. Nous n'avons en effet proposé aucun barème pour permettre une quelconque harmonisation préalable et nous avons laissé une totale liberté aux évaluateurs pour juger selon leurs propres critères. Nous n'avons ainsi pas recherché une notation exacte de chaque catégorie, mais nous avons voulu obtenir l'avis de plusieurs experts quant à l'importance qu'ils attribuaient aux écarts de prononciation constatés dans ce groupe de locuteurs. De ces avis, nous pouvons établir maintenant la moyenne et observer l'ordre d'importance qui s'en dégage.

Les résultats placent les semi-consonnes comme les phonèmes les mieux réalisés, juste avant les fricatives sourdes. Les trois catégories de sons les moins bien réalisées sont les sonantes, puis viennent les occlusives sourdes et sonores. Les sonantes obtiennent tout juste la note moyenne de 3, soit l'évaluation « irrégulier ». Il est également intéressant de noter que les

occlusives sourdes sont moins bien notées que les occlusives sonores. Les unes comme les autres obtiennent des moyennes entre 3,5 et 4, soit entre les évaluations « irrégulier » et « peu d'écart à la norme ». L'ensemble des autres catégories obtient une évaluation moyenne entre « peu d'écart à la norme » et « conforme à la norme », soit des productions jugées comme proches de réalisations de natives.

Ces résultats confirment les résultats aux questions précédentes, plaçant les consonnes comme présentant plus d'écart à la norme que les voyelles entre natifs et locuteurs taïwanais non-natifs, et permet de préciser que les sons concernés sont les sonantes /l m n ʁ/ et les occlusives /p t k/ et /b d g/.

d. Résultats des commentaires

Les évaluateurs natifs ont ensuite été invités à laisser des commentaires, d'abord dans un champ texte libre facultatif avec pour intitulé « Remarques concernant les questions précédentes », puis un second les invitant à nommer l'écart de prononciation avec des natifs le plus important sous l'intitulé « Quel est selon vous l'écart qui nécessiterait le plus d'être travaillé ». Une capture d'écran des questions invitant à laisser des remarques est présentée en Figure 10.

remarques concernant les questions précédentes:
précisions concernant les écarts constatés

Quel est selon vous l'écart qui nécessiterait le plus d'être travaillé: *
exemple : aucun, prononciation du R, opposition entre consonnes sourdes et sonores, les voyelles moyennes, la voyelle y, etc.

Figure 10 : Capture d'écran des questions invitant à laisser des remarques pour le test d'évaluation des locutrices taïwanaises en français

En ce qui concerne le premier champ de remarques, en raison du nombre aléatoire de remarques (entre 0 à 3) de chaque évaluateur pour chaque locuteur à ces deux questions, il n'a pas été possible de calculer l'accord inter-juges par un coefficient tel que le kappa de Fleiss. Néanmoins, il est certain que les évaluateurs n'ont pas été attentifs aux mêmes éléments comme nous pouvons le constater sur le Tableau 19.

Remarques	Evaluateur 1	Evaluateur 2	Evaluateur 3	Evaluateur 4	Evaluateur 5	Total général
Pas de remarque	12			7	10	29
R		3	11			14
Voisement (/aspiration)		5	6			11
clusters		6			1	7
nasales		5	1			6
consonnes finales		1		5		6
liaisons		1	2	1		4
voyelles moyennes		1			1	2
fricatives			2			2
/z/ prononcé [ʒ]			1			1
[y]					1	1
a/o		1				1
semi-consonne [j]		1				1
[ʒ] prononcé [dʒ]			1			1
Total général	12	24	24	13	13	86

Tableau 19 : Réponses de 5 évaluateurs experts natifs du français à propos d'enregistrements de 12 locutrices taiwanaises non-natives s'exprimant en français en parole spontanée dans un enregistrement de 1 minute chacune (pauses écourtées), avec plusieurs remarques possibles par réponse

Le Tableau 19 montre qu'un évaluateur n'a laissé aucune remarque et un second n'en a laissé que 2. Ainsi, l'essentiel des remarques n'a été effectué que par 3 évaluateurs seulement. Par ailleurs, les remarques obtenant le plus d'occurrences sont en fait répétées par un ou deux évaluateurs au plus. Chaque évaluateur a eu la possibilité de remarquer plusieurs éléments différents, mais chaque élément n'a pu être noté qu'une seule fois par locutrice. Il y a eu en tout 60 réponses (12 locuteurs et 5 évaluateurs), 29 de ces réponses ne contenaient pas de remarques au sujet d'écarts de prononciation (dont 22 par deux évaluateurs). Nous avons relevé 14 éléments remarquables par les évaluateurs. Seuls 8 d'entre eux ont été remarquables plusieurs fois, et parmi eux les catégories du /R/ et du voisement (regroupant aussi bien le voisement des occlusives que des fricatives). Nous comprenons ici que la note obtenue précédemment pour la catégorie des sonantes ciblait en fait la prononciation du /R/. Nous remarquons aussi la présence de remarques vis-à-vis de catégories qui n'étaient pas classifiées dans les éléments à évaluer de la question précédente et qui sont relatives à la prosodie ou aux différences de contraintes phonotactiques entre la langue d'origine des apprenants et le français (Landron et al., 2016), telles que les clusters (regroupement de consonnes), les consonnes finales ou les liaisons. Cette liste de remarques ne vise pas à présenter un inventaire exhaustif des erreurs possibles des locutrices enregistrées, mais plutôt à mettre en lumière les points susceptibles d'attirer l'attention d'évaluateurs experts quant à la prononciation des locutrices étudiées. Les évaluateurs ont particulièrement insisté sur la prononciation du /R/ français et sur l'opposition de voisement comme difficultés importantes de ces locutrices, et cela sur plusieurs locutrices différentes. Néanmoins, c'est dans le champ suivant de réponse que les évaluateurs étaient invités à préciser l'importance des éléments de prononciation susceptibles d'être corrigés pour ces locutrices.

Le deuxième champ de réponse invitait les évaluateurs à indiquer un élément prioritaire pour la correction des apprenants. Ce champ de réponse étant obligatoire, tous les évaluateurs ont répondu. Cependant, l'invitation à n'indiquer qu'un élément prioritaire n'étant pas stricte, ils

ont pu indiquer plusieurs éléments, ce qu'ils ont fait (de 1 à 4). De la sorte, nous n'avons pas pu calculer de Kappa de Fleiss pour vérifier l'accord inter-juges. Le Tableau 20 donne la répartition des réponses pour les catégories que nous avons relevées. Les remarques étant de précision variable, la synthèse des remarques nous a tantôt fait perdre de la précision (comme pour le voisement), tantôt a été contrainte à proposer des catégories plus larges (comme prosodie).

	Évaluateur 1	Évaluateur 2	Évaluateur 3	Évaluateur 4	Évaluateur 5	Total
/R/	1	5	11	11	10	38
Voisement (/aspiration)		5	4	5	9	23
Prosodie	6			4		10
Voyelles	7					7
liaisons/enchaînements		1	2	3		6
voyelles nasales		2	1			3
consonnes finales				2	1	3
fricatives	1		2			3
clusters		2				2
Occlusives					1	1
Consonnes non prononcées	1					1
voyelles postérieures		1				1
Total	16	16	20	25	21	98

Tableau 20 : Réponses de 5 évaluateurs experts natifs du français à propos de la priorité de correction de la prononciation de 12 locutrices taiwanaises non-natives s'exprimant en français en parole spontanée dans un enregistrement de 1 minute chacune (pauses écourtées), avec plusieurs remarques possibles par réponse

Il n'y a pas de consensus parfait quant aux priorités relevées chez ces 12 locutrices, notamment pour l'évaluateur 1 (notons pour son profil que cet évaluateur n'est pas didacticien, tout comme l'évaluateur 4). Nous remarquons que 4 évaluateurs ont relevé le /R/ d'abord puis le phénomène de voisement comme les deux priorités de correction pour ces 12 locutrices avec 38/98 remarques pour le /R/ et 23/98 pour le voisement. Par ailleurs, seul le /R/ est unanimement relevé au moins une fois par tous les évaluateurs. 3 évaluateurs l'ont relevé 10 ou 11 fois (pour 12 locutrices). Les phénomènes de prosodie regroupent des remarques comme : « rythme saccadé », « prosodie non française », « prosodie », « intonation », « longueur des syllabes ». Nous trouvons également comme difficultés remarquées par plusieurs évaluateurs les problèmes de liaisons et enchaînements, ainsi que de groupes de consonnes ou de consonnes finales et de consonnes non prononcées.

Ainsi, la majorité des évaluateurs a placé la prononciation du /R/ puis du voisement comme les deux éléments principaux à corriger pour 12 locutrices taiwanaises non-natives du français ayant une expérience de vie d'au moins un an en France et dont elles ont évalué le niveau global de prononciation entre 5 et 9 sur 10, soit des locutrices qu'elles évaluent d'un niveau entre intermédiaire et avancé.

Selon ces évaluateurs, le voisement n'est donc pas la priorité numéro un à corriger pour ces locutrices, mais reste néanmoins un point essentiel. Dans le détail, les évaluateurs ont cité un

grand nombre d'exemples concernant les glissements de sens au sujet de la mauvaise prononciation de voisement dans ces enregistrements : « cours » compris « gourd », « droit » compris « trois » « habitait » compris "à bidet", « deux » compris « te », etc. Néanmoins, des glissements de sens sont aussi possibles avec une mauvaise prononciation du /R/ : ainsi « phrase » a été compris « phase ». En plus de le citer comme élément à corriger en priorité, les évaluateurs ont qualifié cet écart de prononciation de « important », à corriger « absolument » dans leurs commentaires.

Cette étude préliminaire place donc le voisement comme l'un des écarts de prononciation qui doit être corrigé et qui subsiste à un niveau intermédiaire voire avancé chez des locuteurs taiwanais non-natifs du français.

6. Profil des locutrices concernant la prononciation en français

Cette évaluation effectuée par 5 évaluateurs experts nous permet de dresser plus précisément le profil de la prononciation en français des locutrices ayant enregistré le corpus. Le Tableau 21 indique la note moyenne évaluée par les 5 auditeurs experts ainsi que le nombre de ces évaluateurs ayant relevé les différentes catégories à corriger pour chacune des onze locutrices ayant enregistré le corpus PhoDiFLE.

Notes et éléments prioritaires relevés par les évaluateurs	Loc1t	Loc2t	Loc3t	Loc4t	Loc5t	Loc6t	Loc7t	Loc8t	Loc9t	Loc10t	Loc11t	Total
Note moyenne de l'évaluation	7,6	6,6	9	6,4	5	7,8	7,8	6,4	6,6	7,2	8,6	7,2
/R/	2	2	4	3	3	4	3	3	4	3	3	38
Voisement (/aspiration)	3	2	1	3	2	1	1	1	2	2	3	23
Prosodie	1		1		2		1		2	1		10
Voyelles	1	1		1	1			1		1		7
liaisons/enchaînements		1		1		2					1	6
fricatives				1	1			1				3
consonnes finales			1	1				1				3
voyelles nasales	1	1						1				3
clusters						1					1	2
Consonnes non prononcées											1	1
voyelles postérieures								1				1
Occlusives			1									1
Nombre de catégories différentes relevées	5	5	5	6	5	4	3	7	3	4	5	12
Total des priorités	8	7	8	10	9	8	5	9	8	7	9	98

Tableau 21 : Note moyenne sur un barème de 1 à 10 et nombre des 5 évaluateurs ayant signalé comme prioritaire chaque élément de prononciation catégorisé dans le test d'évaluation de la prononciation de locutrices taiwanaises pour une minute de production de parole spontanée chacune, pour les 11 locutrices taiwanaises ayant enregistré le corpus PhoDiFLE

Il n'y a pas de consensus parfait entre les évaluateurs puisqu'aucun élément de prononciation n'est relevé unanimement par tous les évaluateurs pour une locutrice donnée. Par ailleurs, seules les catégories du /R/ et du voisement sont relevées par plus de la moitié des évaluateurs

(3) pour certaines locutrices et sont signalées pour toutes. Ce sont les éléments les plus saillants dans la prononciation de l'ensemble des locutrices.

Il n'est pas possible de corrélérer la note moyenne d'évaluation ni à la saillance d'une catégorie relevée, ni au nombre de remarques ou au nombre des catégories relevées par locutrice. En effet, tout d'abord la question posée pour ce test ne le permet pas, car il était demandé de relever la priorité dans la correction de la prononciation des locutrices, quelque soit leur niveau. Il reste intéressant de remarquer que la prononciation du /R/, relevé par presque tous les évaluateurs pour la locutrice Loc3t par exemple, n'empêche pas celle-ci d'obtenir la note moyenne de 9/10. Par ailleurs, la locutrice Loc5t qui n'obtient que la note de 5/10 n'obtient pas de tel score presque unanime sur un élément donné. Les notes d'évaluation moyenne ne sont donc pas attribuées relativement à un élément précis de la prononciation, mais bien par rapport au sentiment général de l'ensemble de la production de chaque locutrice.

Notons enfin pour la locutrice Loc3t la catégorie « occlusives » relevée une fois par un évaluateur. Elle correspond à une remarque indiquant que ses occlusives /k, t/ sont parfois expirées.

Les 11 locutrices taiwanaïses ayant enregistré le corpus PhoDiFLE se sont auto-évaluées d'un niveau intermédiaire à un niveau avancé. Cette échelle de niveaux a été confirmée par 5 évaluateurs experts. Ces évaluateurs ont également confirmé que l'opposition de voisement des occlusives du français constitue bien une difficulté majeure pour les 12 locutrices taiwanaïses évaluées en parole spontanée.

Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaïses non-natives du français

Cette étude met en évidence que les occlusives voisées phonétiquement voisées et les occlusives sourdes produites par les locutrices taiwanaïses sont bien reconnues par des auditeurs natifs du français. Les occlusives voisées produites sans barre de voisement ne sont pas reconnues comme des occlusives voisées, et plutôt majoritairement comme des sourdes. Cependant, et cela les distingue des occlusives sourdes, elles sont reconnues comme voisées une fois sur quatre dans la plupart des cas.

Cette étude met donc particulièrement en avant l'importance de la présence d'une barre de voisement pour une bonne reconnaissance des occlusives voisées du français. Cela confirme également la difficulté des locutrices taiwanaïses à produire des occlusives phonétiquement voisées. Néanmoins, lorsque ces occlusives possèdent une barre de voisement, elles obtiennent un très bon taux de reconnaissance par des natifs du français.

L'objectif de cette étude est de préciser si les consonnes occlusives produites par des locutrices taiwanaïses sont correctement perçues par des auditeurs natifs, et cela dans trois positions prosodiques : initiale, intervocalique et finale, et dans trois contextes vocaliques /i a u/. Cette étude s'appuie sur la production de logatomes de onze locutrices taiwanaïses pour le corpus PhoDiFLE. Des consonnes voisées /b d g/ et sourdes /p t k/ sont proposées dans le test. Les consonnes phonologiquement voisées présentent pour la moitié d'entre elles une barre de voisement au moment du relâchement. Dix auditeurs natifs du français ont participé à chaque test.

Nous nous attendons pour cette étude à ce que les occlusives voisées soient reconnues lorsqu'il y a présence d'une barre de voisement seulement. Les occlusives sourdes devraient être perçues comme telles.

1. Méthode

Il s'agit d'un test d'identification réalisé sous *Praat* (Boersma et Weenink, 2012) avec un choix forcé parmi six réponses : « b, d, g, p, t, k ». Les auditeurs identifient la consonne entendue puis doivent l'évaluer avec une note entre 1 et 5, « 5 » étant la meilleure. La Figure 11 présente une capture d'écran du test 1 illustrant ce qui est vu par les auditeurs au moment du choix. Le stimulus se déclenche seul lorsque le nouvel écran de choix apparaît. Les auditeurs ont la possibilité de réécouter s'ils le souhaitent jusqu'à trois fois chaque stimulus pour les tests 1 et 3, et deux fois pour le test 2. Nous avons souhaité de la sorte que les auditeurs puissent répondre en ayant la possibilité de réfléchir et de se concentrer sur chaque stimulus avant de répondre, la qualité des stimuli pouvant varier selon les locuteurs, et les ambiguïtés pouvant être fréquentes. Si le nombre aléatoire de réécoutes selon les locuteurs ne permet pas de définir une homogénéité des conditions de passation entre les auditeurs, elle permet cependant de s'assurer que les auditeurs ont bien entendu le stimulus, sans avoir été définitivement surpris par des réalisations potentiellement très variées. Nous avons offert une

écoute supplémentaire possible en positions initiale et finale où les stimuli sont plus courts et où – ce qui est lié – ils n’apparaissent pas entre deux voyelles.

Le test se déroule en trois sous-tests correspondant à des consonnes dans différentes situations (voir : *Les stimuli*). Il y a un total de 324 stimuli. L’écran indique sur la partie supérieure gauche le numéro du stimulus et le nombre total de stimuli (108 pour chaque). Les stimuli sont présentés dans un ordre aléatoire. Une pause est proposée tous les 54 stimuli. L’explication du test est fournie sur le premier écran introductif.

Test 1 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des syllabes : consonne + voyelle. Indiquez la consonne que vous entendez. Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu’elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu’elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire. Cliquez maintenant sur l’écran pour commencer le test. »

Test 2 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des séries [Voyelle - Consonne - Voyelle] ou [Consonne1 - Voyelle - Consonne2 - Voyelle]. Indiquez la dernière consonne entendue (= la consonne entre les deux voyelles). Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu’elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu’elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire. Cliquez maintenant sur l’écran pour commencer le test. »

Test 3 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre une série de sons avec la structure : Voyelle - Consonne. Indiquez pour chaque son la consonne FINALE que vous avez entendue. Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu’elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu’elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire. Cliquez maintenant sur l’écran pour commencer le test. »

Le test commence immédiatement après cette annonce. Un texte apparaît sur chaque diapositive : « Indiquez la consonne que vous avez entendue. (il est possible de réécouter 3 fois) » Le « 3 » est remplacé par « 2 » dans le test concernant les consonnes en position intervocalique. Les auditeurs portent tous un casque ou des écouteurs. Le test se déroule dans un lieu calme.

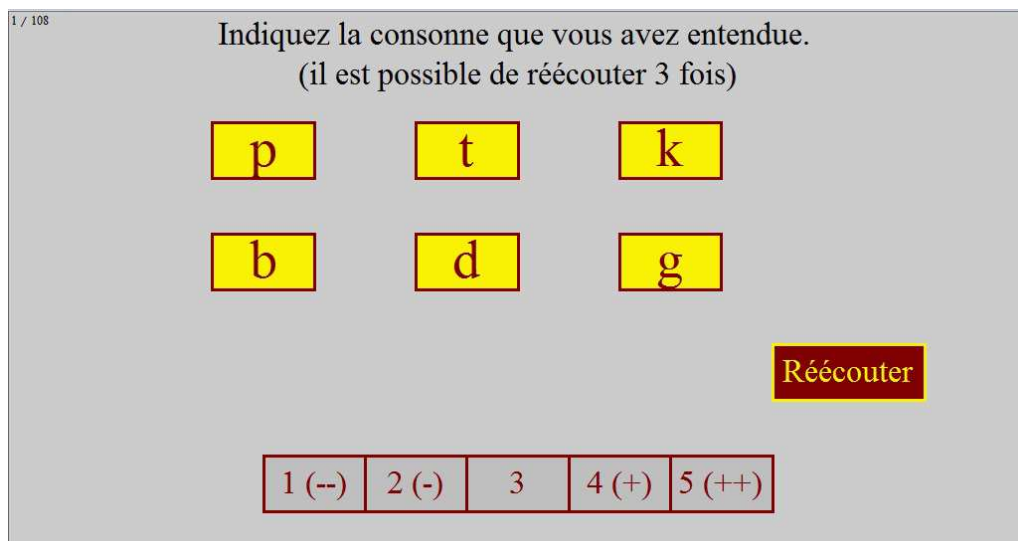


Figure 11 : Ecran du test 1 d’identification réalisé sous Praat avec choix forcé entre les consonnes /p t k b d g/, une évaluation entre 1 et 5 et la possibilité de réécouter une fois chaque stimulus

2. Les stimuli

Les stimuli de ce test sont tous issus du *Le corpus PhoDiFLE* et de *Le contenu des tâches*. Nous avons prélevé des syllabes avec les consonnes /p t k b d g/ et les voyelles /a i u/ en positions initiale, intervocalique ou finale. Chacun des trois tests correspond à des consonnes réalisées dans une position prosodique donnée : test 1 = position initiale, test 2 = position intervocalique, test 3 = position finale, ce qui permet d'introduire une explication différente à chaque test. Les spectrogrammes des 324 stimuli figurent en *Document 13* : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taïwanaises en position initiale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs (108 stimuli du test 1), *Document 14* : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taïwanaises en position intervocalique pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs (108 stimuli du test 2) et *Document 15* : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taïwanaises en position finale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs (108 stimuli du test 3).

Pour chaque test, et donc chaque position prosodique, nous avons sélectionné 4 stimuli différents pour chaque consonne en coarticulation avec les voyelles /i a u/. Les consonnes choisies sont les voisées /b d g/ avec du voisement au moment du relâchement (comme sur la Figure 12) ou sur toute la durée de la consonne (comme sur la Figure 13), les dévoisées /b̥ d̥ g̥/ sans barre de voisement au moment du relâchement (comme sur la Figure 14) et les non voisées /p t k/ également sans barre de voisement au moment du relâchement (comme sur la Figure 15).

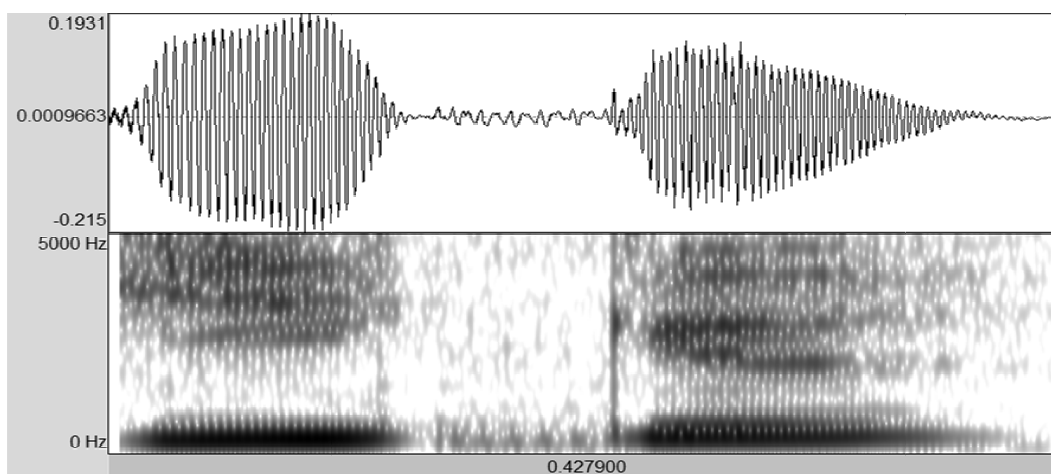


Figure 12 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ig/, réalisée [igə], utilisée pour le test 3 avec présence de voisement au moment du relâchement pour le /g/ phonétiquement voisé, réalisée en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc6t

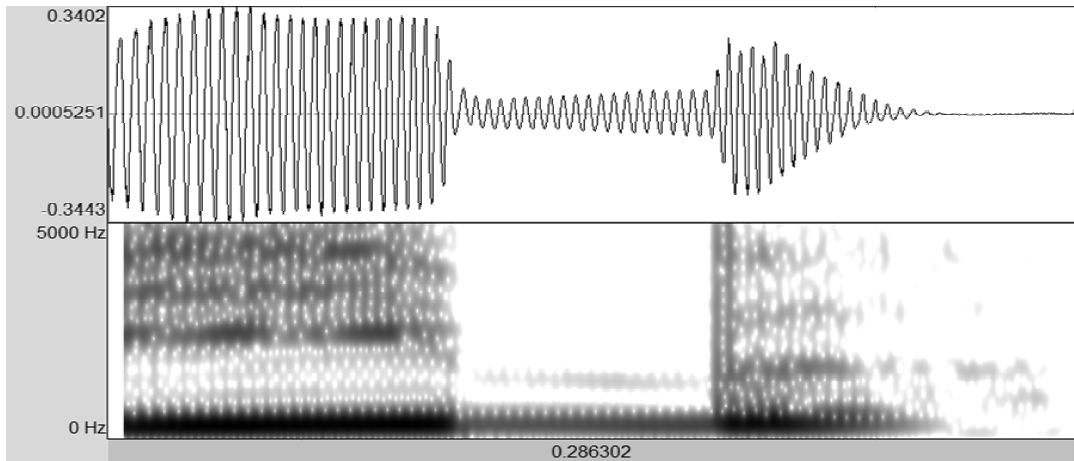


Figure 13 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ib/, réalisée [ibə], utilisée pour le test 3 avec /b/ phonétiquement voisé (présence de barre de voisement) réalisée en position finale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc3t

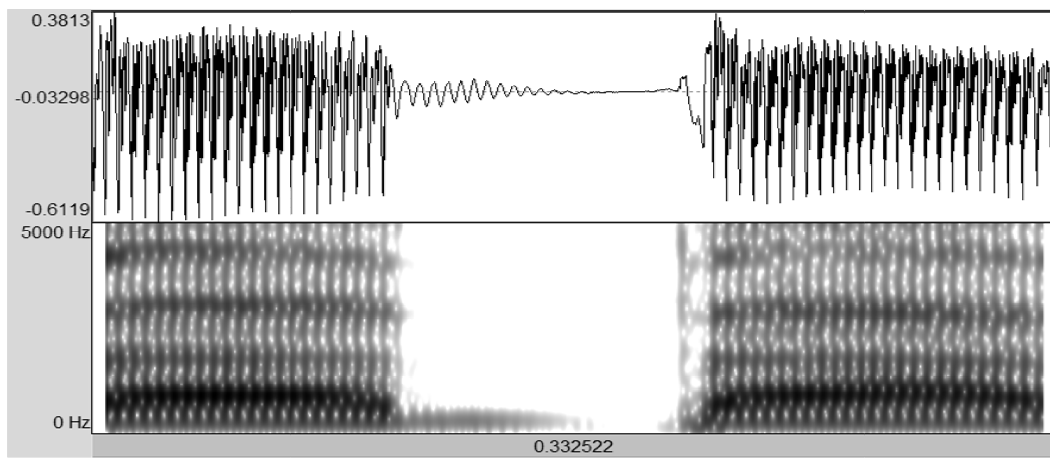


Figure 14 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ utilisée pour le test 2 avec /b/ phonétiquement sourd (dévoisé) (car absence de barre de voisement au moment du relâchement) réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc1t

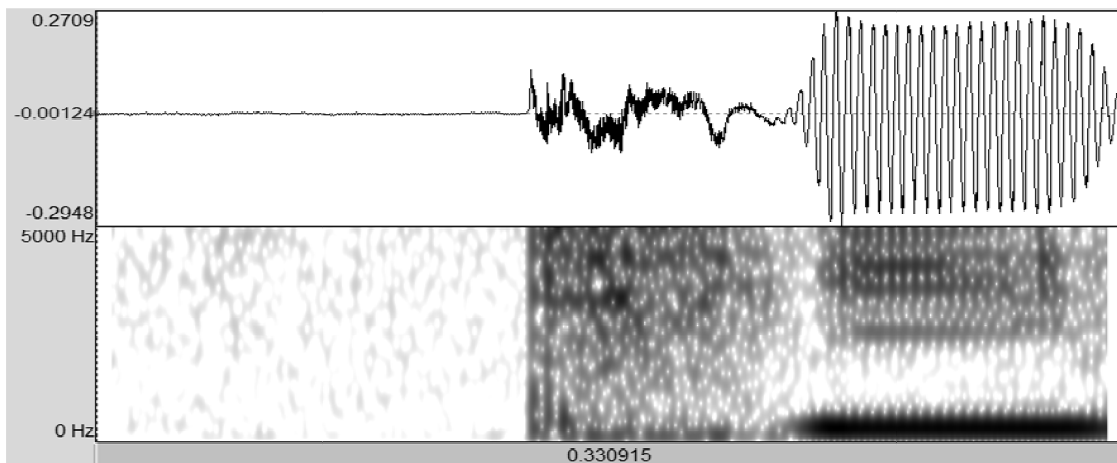


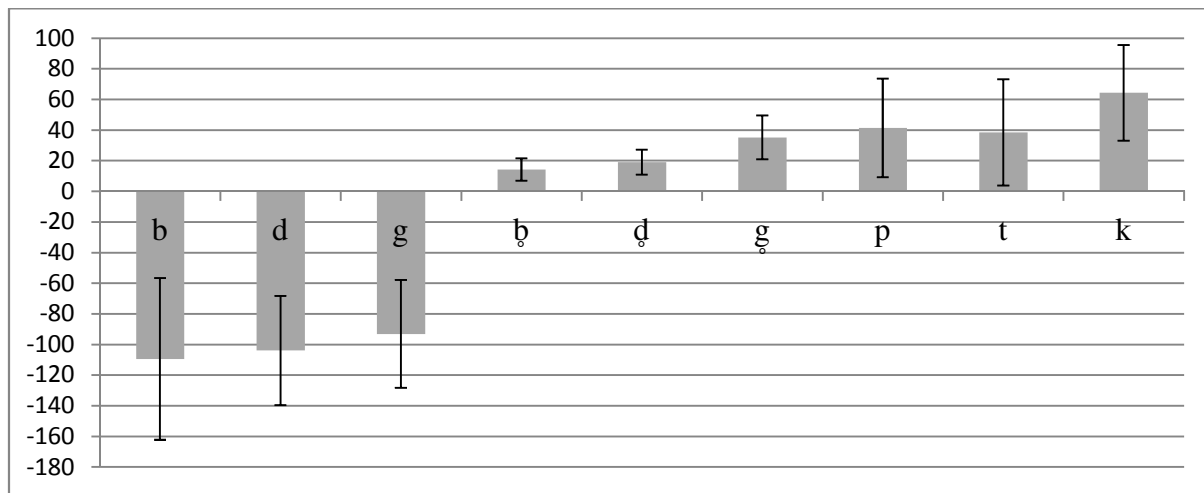
Figure 15 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ti/ utilisée pour le test 1, avec /t/ phonétiquement sourd, réalisée en position initiale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc9t

La répartition des locutrices sélectionnées pour chaque association de consonne+voyelle pour chaque position prosodique est indiquée dans le Tableau 34 en Annexes : *Document 11 : Tableau des stimuli par locutrice taïwanaise pour le test d'identification proposés à 10 auditeurs natifs du français*. Nous présentons maintenant les particularités des stimuli dans chaque position de logatome.

a. Test 1 : stimuli en position initiale

En position initiale, la consonne est la première du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ et est suivie d'une voyelle. Les stimuli prélevés du logatome présentent donc une structure simple consonne-voyelle (CV) (comme sur la Figure 15). Nous obtenons ainsi les syllabes /ba bi bu da di du ga gi gu ɸa ɸi ɸu ɸa ɸi ɸu ɸa ɸi ɸu pa pi pu ta ti tu ka ki ku/. Les spectrogrammes de tous les stimuli produits en position initiale figurent en annexe : *Document 13 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaises en position initiale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs.*

Parmi tous les stimuli présentés en position initiale de logatome, 2 stimuli ont été enchainés à la phrase cadre⁴⁹. Il s'agit d'une syllabe /bu/ et d'une syllabe /gi/. Ces deux stimuli étant précédés d'une voyelle (le « o » de /mo/), il est possible d'en définir la durée : respectivement 87ms et 191ms. Elles sont toutes les deux utilisées dans ce test comme consonnes bien voisées. En effet, elles ont toutes les deux un v-ratio⁵⁰ de 100%. Il n'est en principe pas possible d'en calculer le VOT⁵¹ puisque le début du voisement n'est pas attribuable à la consonne. Cependant, pour ce test, les consonnes sont isolées de la phrase cadre, et la consonne est entendue après une pause. De la sorte, elle est placée artificiellement, comme les autres consonnes de ce premier test, en position initiale post-pausale. Ainsi, pour les auditeurs du test, le départ de voisement ne peut être attribué qu'à la consonne. Nous pouvons alors exceptionnellement en calculer le VOT (à partir du début de la découpe)⁵². Les mesures de VOT des consonnes /b d g ɸ ɸ ɸ p t k/ proposées pour ce premier test sont illustrées sur le Graphique 8 et transcrites dans le Tableau 35 (en annexes).



Graphique 8 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /ɸ ɸ ɸ/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position initiale dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taiwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)

⁴⁹ Voir : Chapitre 3 : *La position initiale des logatomes C1VC2VC3VC4 : Evaluation des logatomes enchainés à la phrase cadre (en initiale)*

⁵⁰ Pour la procédure de calcul, voir : *Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio*

⁵¹ Pour le détail de la procédure, voir : *Chapitre 3. Deuxième partie – VOT*

⁵² Pour le détail de la procédure, voir : *Chapitre 3. Deuxième partie – VOT*

Nous voyons sur le Graphique 8 que les occurrences phonétiquement voisées ont des VOT négatifs supérieurs à 80ms (pour /g/) et à 100ms (pour /b d/), tous ayant été sélectionnés sur ce critère. Les consonnes /b̥ d̥ g̥/ phonologiquement voisées mais phonétiquement sans voisement au début du relâchement ont en conséquence toutes un VOT positif. Ce VOT paraît cependant en moyenne plus court que celui des consonnes sourdes respectives /p t k/, également positif.

Pour vérifier que les moyennes de VOT observées dans chaque groupe de consonnes : /b̥ b̥ p/, /d̥ d̥ t/ et /g̥ g̥ k/ sont différentes, nous avons effectué pour chacun une ANOVA (significativité : $p < 0,05$), à un facteur (le VOT de la consonne) avec 3 modalités et des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque groupe de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 35 (en annexes). Les résultats indiquent qu'il existe pour chaque groupe de consonnes /b̥ b̥ p/, /d̥ d̥ t/ et /g̥ g̥ k/ une différence globale très significative des moyennes de VOT selon le type de consonne ($p < 0,0001$). Dans le détail cependant, les moyennes de VOT entre /b̥/ et /p/ d'une part et /d̥/ et /t/ d'autre part ne sont pas différentes. Les principales différences concernent les différences des consonnes phonétiquement sourdes avec l'occlusive phonologiquement et phonétiquement voisée. Seules les moyennes de VOT des consonnes du groupe /g̥ g̥ k/ sont toutes différentes.

b. Test 2 : stimuli en position intervocalique

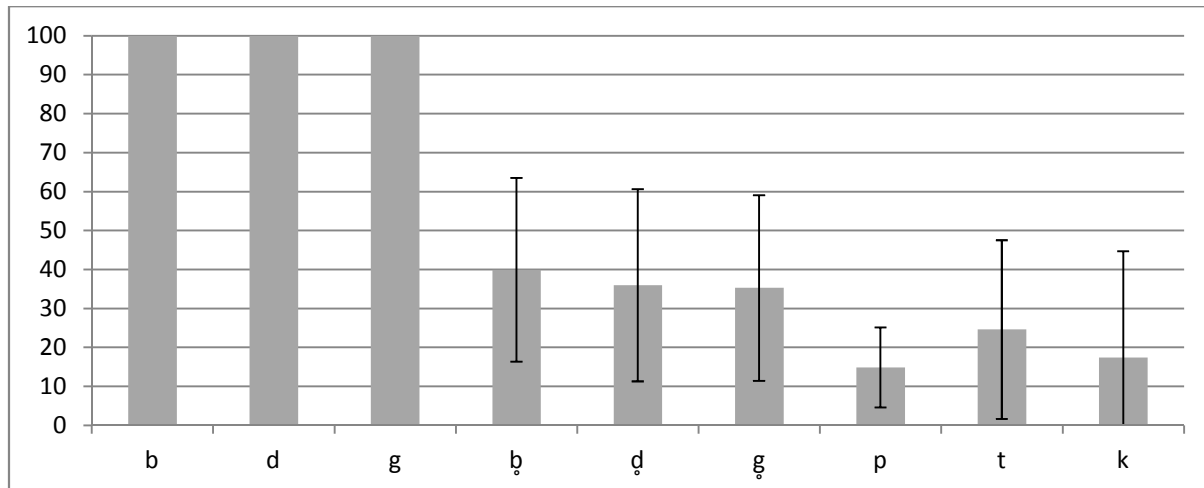
En position intervocalique, la consonne prélevée est la deuxième ou la troisième du logatome : **CVCVCVC** (73 occurrences) ou **CVCVCVC** (35 occurrences), avec les deux voyelles environnantes. Elle présente donc la structure voyelle-consonne-voyelle (VCV) (comme sur la Figure 14). Nous obtenons ainsi les séquences /aba ibi ubu ada idi udu aga igi ugu aḃa iḃi uḃu aḃa iḃi uḃu aga igi ugu apa ipi upu ata iti utu aka iki uku/. Les spectrogrammes de l'ensemble des stimuli produits en position intervocalique figurent en annexe : *Document 14 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaises en position intervocalique pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs.*

Dans le logatome d'où est prélevé le stimulus, la voyelle précédant la consonne ciblée est elle-même précédée d'une consonne identique à la consonne cible. Nous avons segmenté le début du stimulus au début de la voyelle. Cependant, en raison de la coarticulation, bien que le relâchement de la consonne précédente ne soit pas préservé dans le stimulus, une consonne peut être entendue avant cette voyelle, ce qui nécessite une explicitation dans la consigne. Notons qu'en raison de ce découpage, la consonne perçue peut sembler différente de la consonne initialement produite, et donc très différente de la consonne en position intervocalique. Nous avons ainsi demandé aux auditeurs d'identifier la dernière consonne, qui se trouve être insérée entre deux voyelles. La fin du stimulus est segmentée à la fin de la deuxième voyelle.

Pour caractériser les consonnes en position intervocalique, il nous est possible d'utiliser l'indice de v-ratio⁵³. Le VOT ne peut être utilisé que pour les consonnes qui ne sont pas intégralement voisées, donc ici, les consonnes dévoisées et les consonnes sourdes (nos observations des spectrogrammes pour la sélection des stimuli attestent que ces consonnes ne

⁵³ Pour la procédure de calcul, voir : *Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio*

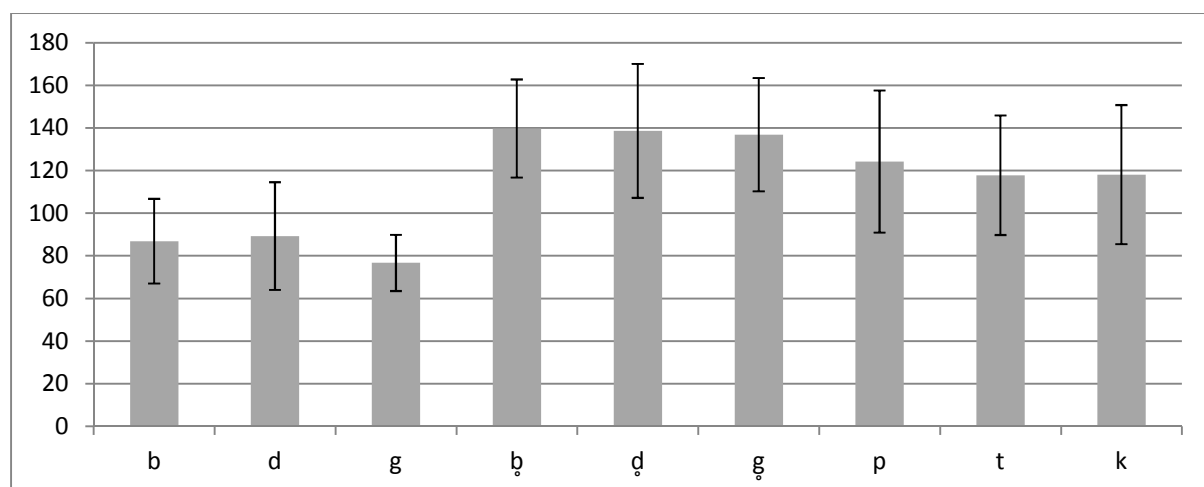
sont pas intégralement voisées). De plus, 3 consonnes sélectionnées pour ce test n'ont pas de relâchement (1x /p/ et 2x /b/ (phonétiquement voisés)), ce qui ne permet pas non plus de calculer le VOT. Le Graphique 9 indique les moyennes de v-ratio pour les consonnes /b d g ɸ ɖ ɡ p t k/ proposées pour ce deuxième test.



Graphique 9 : Moyennes de v-ratio (%) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /ɸ ɖ ɡ/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)

Nous voyons sur le Graphique 9 que les consonnes /b d g/ (12 réalisations différentes de chaque) ont été intégralement voisées, sans exception. Le v-ratio moyen de /ɸ ɖ ɡ/ est compris entre 30% et 40%, ce qui semble supérieur au v-ratio des consonnes sourdes /p t k/ compris entre 10 et 30%.

Le v-ratio étant un indice dépendant de la durée de la consonne, il est intéressant de le mettre en rapport à la durée moyenne de chaque consonne. Le Graphique 10 illustre les durées moyennes des consonnes sélectionnées.



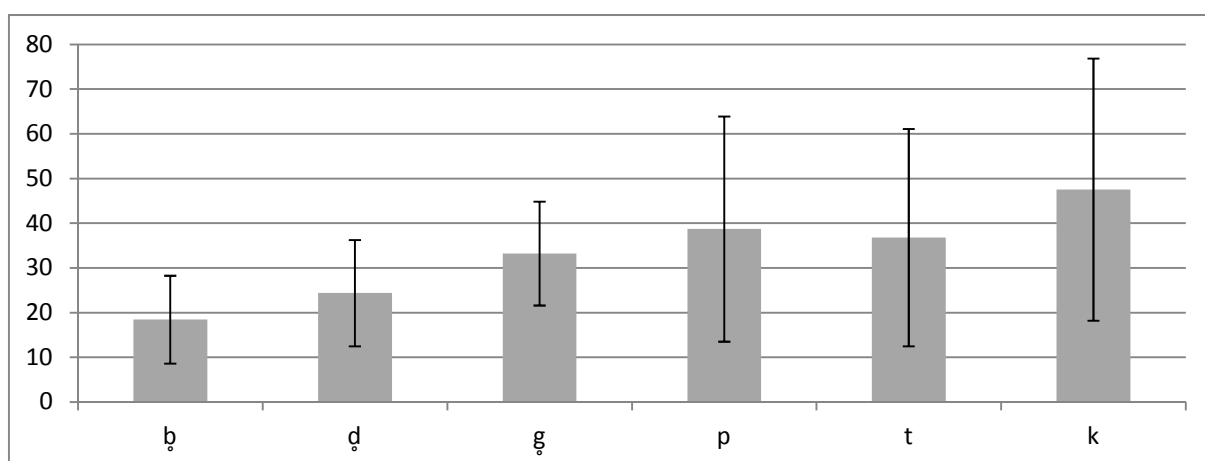
Graphique 10 : Moyennes de durée (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /ɸ ɖ ɡ/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)

Les moyennes de durée des consonnes sélectionnées sont particulièrement intéressantes car elles semblent indiquer que les consonnes phonologiquement voisées et phonétiquement sourdes sont plus longues en moyenne que les occlusives phonétiquement voisées, mais également plus longues que les consonnes sourdes. Toutefois, restons prudents quant à nos interprétations, car nous n'avons que peu d'occurrences pour chaque consonne, ce ne sont pas toutes les mêmes locutrices qui les ont prononcées. Nous analyserons plus en détail la durée dans la partie : *Chapitre 3. Troisième partie – La durée des consonnes et de l'occlusion*. Nous pouvons cependant dans l'immédiat remarquer que les consonnes de notre test sont a priori les plus longues pour les /b̥ d̥ ɡ/ (peu de différence avec les sourdes toutefois) et les plus courtes pour /b d ɡ/ (le voisement est plus difficile à maintenir sur des consonnes longues). Le v-ratio de 100% est donc réalisé sur des consonnes qui semblent plus courtes.

Pour vérifier si les différences de v-ratio sont significatives, nous avons effectué pour chaque groupe de consonnes : /b̥ b̥ p/, /d̥ d̥ t/ et /ɡ̥ ɡ̥ k/, une ANOVA (significativité : $p < 0,05$), à un facteur (le v-ratio de la consonne) avec 3 modalités et des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque groupe de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 36 (en annexes).

Les résultats des ANOVAs révèlent qu'il y a globalement des différences très significatives ($p < 0,0001$) entre les v-ratio des consonnes de chaque groupe : /b̥ b̥ p/, /d̥ d̥ t/ et /ɡ̥ ɡ̥ k/ utilisés pour le test de perception. Les tests post-hoc révèlent que les seules consonnes qui ne se distinguent pas par le v-ratio sont /d̥/ et /t/.

Pour compléter nos observations concernant les stimuli utilisés en position intervocalique, nous pouvons mesurer les VOT des occlusives phonétiquement sourdes. Cependant, nous ne prenons pas en compte une occurrence de /p/ produit sans relâchement. Le Graphique 11 illustre les moyennes de VOT des consonnes /b̥ d̥ ɡ̥ p t k/ en position intervocalique utilisés pour ce test de perception.



Graphique 11 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b̥ d̥ ɡ̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taiwanaïses pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne (-1 pour /p/))

Nous observons sur le Graphique 11 que là encore, et très logiquement, les VOT des consonnes phonétiquement sourdes sont positifs. Nous remarquons que les consonnes /b̥ d̥ ɡ̥/

(entre 15ms et 35ms) semblent avoir un VOT plus petit que les consonnes /p t k/ (entre 35ms et 50ms). Pour voir s'il existe une différence, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 37 (en annexe).

Les résultats des tests-t non appariés révèlent que le VOT des occlusives /d t/ et /g k/ ne sont pas différents en position intervocalique. Pour la paire /d t/, ces résultats vont dans le même sens que les résultats de v-ratio. Au contraire, pour la paire /g k/, nous apprenons ici que la différence observée de taux de voisement sur la consonne n'est pas due à un départ de voisement plus tôt que pour une occlusive sourde. Etant donné la durée des consonnes dévoisées, nous pouvons supposer qu'il y a ici une perte de voisement avant le relâchement et une reprise ensuite équivalente à ce qui se fait pour une occlusive sourde. Pour la paire /b p/, au contraire, nous avons ici une différence de VOT entre les deux consonnes (et nous avons une différence de v-ratio). Le départ de voisement pour ces occlusives dévoisées se fait plus tôt que pour l'occlusive sourde correspondante.

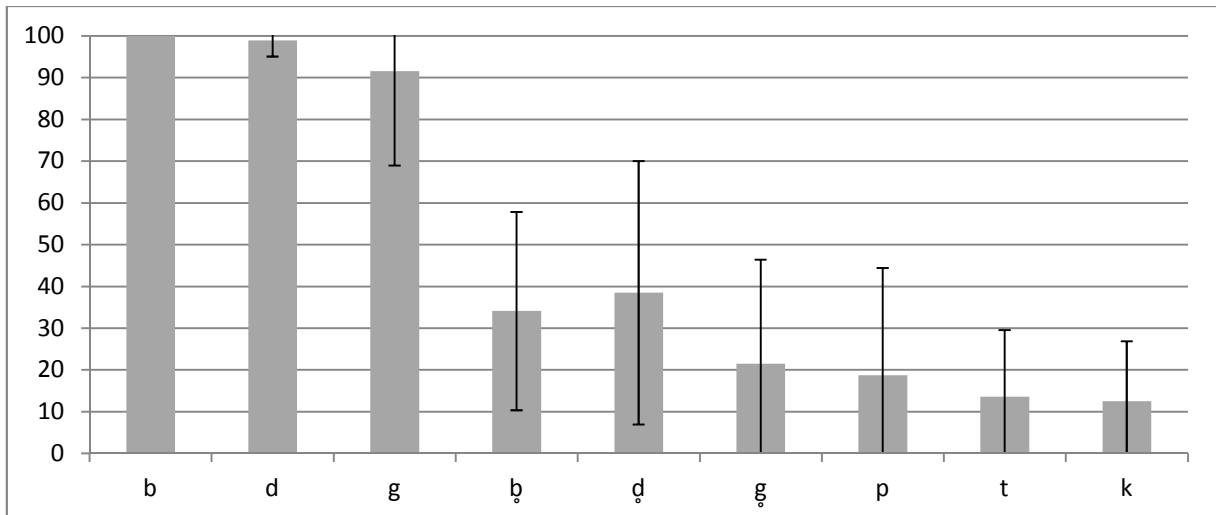
c. Test 3 : stimuli en position finale

En position finale, nous avons également segmenté le début des stimuli au début de la voyelle précédente. Les stimuli présentent donc la structure voyelle-consonne (VC) (comme sur Figure 12 et Figure 13). Nous obtenons ainsi les séquences /ab ib ub ad id ud ag ig ug aɓ iɓ uɓ aɗ iɗ uɗ aɣ iɣ uɣ ap ip up at it ut ak ik uk/. Les spectrogrammes de tous les stimuli produits en position finale figurent en annexe : *Document 15 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaïses en position finale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs.*

La possibilité d'entendre une consonne au début du stimulus est également présente. Nous avons donc inscrit dans la consigne la possibilité qu'il y ait une consonne au début du stimulus. Par ailleurs, beaucoup de locutrices ont ajouté un schwa en fin de logatome. Pour la segmentation des logatomes incluant les consonnes occlusives du corpus PhoDiFLE, nous avons segmenté 695 productions de schwa après le logatome sur 792 occurrences (soit 87,8% des occurrences) pour les Françaises et 587 occurrences sur un total de 791 (soit 74,2% des occurrences) pour les Taiwanaïses. Nous avons cependant considéré que l'ajout d'un schwa ne constitue pas l'ajout d'une syllabe supplémentaire tant que sa durée reste inférieure à la durée des autres voyelles du logatome, ce qui a été vérifié globalement pour toutes les locutrices⁵⁴.

Nous avons mesuré le v-ratio des consonnes en position finale de logatome. Les résultats sont illustrés sur le Graphique 12.

⁵⁴ Voir chapitre 3 : *La position finale et La prononciation d'un schwa*



Graphique 12 : Moyennes de v-ratio (%) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ ɗ ɡ̊/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)

Nous observons sur le Graphique 12 que les occlusives voisées ont un v-ratio moyen proche de 100% : égal à 100% pour /b/, très proche pour /d/ et juste supérieur à 90% pour /g/. Une consonne /g/ sélectionnée dans cette position a une perte de voisement pendant l'occlusion, puis une reprise avant le relâchement (avec un VOT négatif, mais court) (Figure 16). Cette occurrence explique la différence de moyenne et d'écart-type observée. Elle reflète aussi l'irrégularité de la production de voisement sur cette consonne⁵⁵.

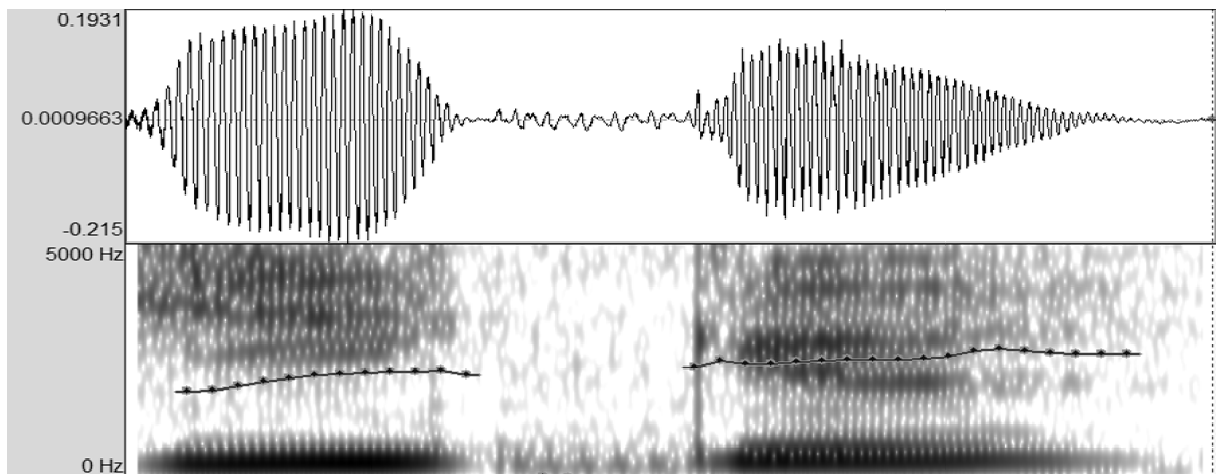
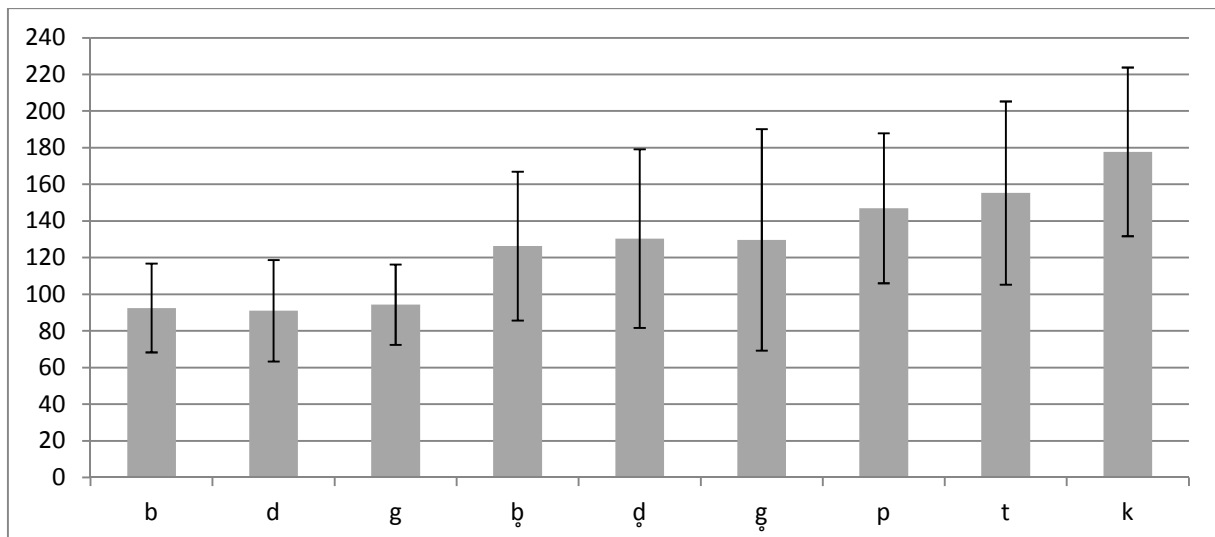


Figure 16 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [igə] (avec visualisation de la F0) réalisé par Loc6t en position finale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ et proposé pour le test de d'identification à 10 auditeurs natifs du français

Les moyennes de v-ratio de /b̥ ɗ ɡ̊/ sont entre 20% et 40% mais semblent plus longues que celles des sourdes /p t k/ (entre 10% et 20%). Nous mettons ici aussi ces moyennes en rapport à la durée moyenne des occlusives. Les durées moyennes des occlusives /b d g b̥ ɗ ɡ̊ p t k/ sont illustrées sur le Graphique 13.

⁵⁵ Voir : *Remarques générales*



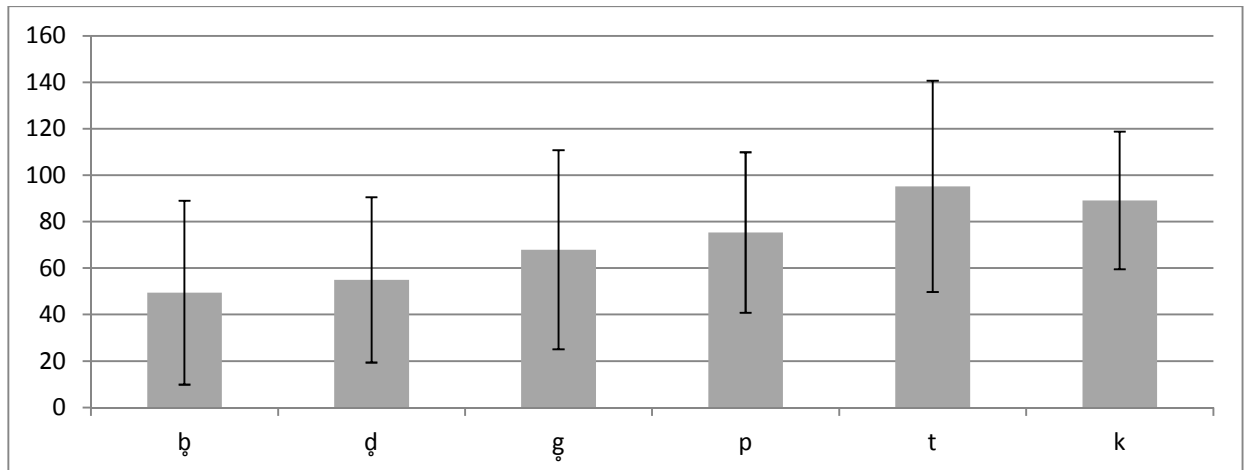
Graphique 13 : Moyennes de durée (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /ɸ ɽ ɡ/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)

Nous voyons qu'ici aussi, les durées des occlusives voisées /b d g/ sont les plus courtes (inférieures à 100ms). Cependant, contrairement à la position intervocalique, les durées moyennes des occlusives /ɸ ɽ ɡ/ (entre 125ms et 130ms) semblent inférieures aux occlusives sourdes (entre 140ms et 180ms). Ces observations, bien que changeant le rapport entre occlusives sourdes et dévoisées par rapport à la position intervocalique, confirment néanmoins que les occlusives dévoisées semblent plus longues que les voisées, et rappelons-le, le voisement est difficile à tenir dans la durée.

Pour voir si les différences de v-ratio sont significatives, nous avons effectué pour chaque groupe de consonnes : /b ɸ p/, /d ɽ t/ et /g ɡ k/, une ANOVA (significativité : $p < 0,05$), à un facteur (le v-ratio de la consonne) avec 3 modalités et des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque groupe de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 38 (en annexes).

Les résultats des ANOVAs révèlent qu'il y a ici aussi une différence globale significative ($p < 0,0001$) de v-ratio pour les trois groupes de consonnes. Dans le détail, il n'y a cependant pas de différence entre les consonnes sourdes et dévoisées /ɸ/ et /p/ d'une part et /ɡ/ et /k/ d'autre part.

Pour compléter nos observations, nous avons mesuré le VOT des occlusives sourdes et dévoisées utilisées pour ce test. Une occurrence de /b/ dévoisé a été réalisée sans barre de relâchement, empêchant la mesure de VOT. Les moyennes de VOT des consonnes /ɸ ɽ ɡ p t k/ sont illustrées sur le Graphique 14.



Graphique 14 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b̥ d̥ ɡ̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taiwanoises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne (-1 /b̥/))

Nous voyons sur le Graphique 14 que les VOT des consonnes phonétiquement sourdes sont bien positifs. Nous remarquons que les consonnes /b̥ d̥ ɡ̥/ (entre 45ms et 65ms) semblent avoir un VOT plus petit que les consonnes /p t k/ (entre 65ms et 100ms). Globalement, ces valeurs semblent également plus grandes que celles des VOT en position intervocalique. Pour voir s'il existe une différence en position finale selon la consonne, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque paire de consonnes /b̥ p/, /d̥ t/ et /ɡ̥ k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 39 (en annexe). Les résultats indiquent que le VOT, comme plus tôt le v-ratio, des occlusives /b̥ p/ et /ɡ̥ k/ sélectionnées pour le test ne sont pas différents en position finale. Les deux indices semblent indiquer une grande ressemblance au niveau de la présence de voisement pour les deux types de consonnes sélectionnées dans cette position.

d. Remarques générales

Nous avons souhaité que chacune des 11 locutrices taiwanoises soit représentée par un minimum de trois productions pour chaque groupe de consonne (voisées, dévoisées, non-voisées), ce qui constitue un total de 3 (groupe de consonnes) x 3 (répétitions) x 11 (locutrices) = 99 (stimuli), ce qui offre 9 stimuli supplémentaires par test prélevés sur l'ensemble de ces locutrices. Nous avons également fait en sorte que les 4 stimuli de chaque syllabe soient produits par des locutrices différentes. Ceci n'a pas été possible dans un certain nombre de cas :

- Trois locutrices ne produisent pas de prévoisement. Il s'agit des locutrices Loc5t, Loc8t et Loc9t.
- En position initiale, 1 locutrice supplémentaire ne produit aucune occlusive avec du prévoisement. Il s'agit de la locutrice Loc7t.

En raison de ces différentes contraintes, certaines locutrices ne sont pas représentées dans tous les groupes de consonnes.

Par ailleurs, certaines locutrices ont pu produire du voisement dans certains contextes, avec certaines consonnes, mais pas dans tous. En conséquence, les syllabes [ga] et [gi] en position initiale et les syllabes [ag] et [ig] en position finale sont chacune représentées par deux réalisations différentes (sur un total de 4) de la même locutrice Loc2t (3 réalisations pour le

syllabe [ig] car seules deux locutrices ont pu le réaliser, et une locutrice ne l'a réussi qu'une seule fois). La syllabe [gu] est représentée par deux réalisations différentes de la locutrice Loc3t (sur les 4 réalisations sélectionnées). Pour ceux-ci seulement, les stimuli retenus proviennent plusieurs fois de la même locutrice. Dans tous les cas, tous les stimuli d'une même association consonne/voyelle sont des réalisations différentes.

3. Les auditeurs

Chaque test a été effectué par 10 auditeurs natifs du français. Certains ayant effectué deux ou trois des tests, dix-neuf auditeurs différents ont effectué les trois tests. Pour le test 1 les auditeurs ont entre 21 et 38 ans (moyenne : 25,6 ; écart type : 5,5), pour le deuxième test les auditeurs ont également entre 21 et 38 ans (moyenne : 25,2, écart type : 4,9) et enfin pour le troisième, les auditeurs ont entre 21 et 59 ans (moyenne 35,2 ; écart type : 11,4). Les auditeurs ont certifié par écrit ne pas avoir eux-mêmes d'accent régional.

Pour le test 1, les auditeurs ont vécu dans les Pays de la Loire ou dans la région parisienne. Un auditeur indique avoir vécu également quelques années dans l'Yonne. Pour le test 2, les lieux de vie sont les mêmes que pour le test 1, excepté pour un auditeur ayant toujours vécu en Basse Normandie. Enfin pour le test 3, les lieux de vie sont les mêmes que pour le test 1, excepté pour un auditeur ayant séjourné dans la région Nord trois ans, deux auditeurs ayant séjourné entre deux et huit ans dans le sud (Marseille ou Montpellier/ Midi), un auditeur quatorze ans en Normandie et deux auditeurs ont séjourné en Bourgogne plus de dix ans.

Pour le test 1, les auditeurs parlent anglais d'un niveau débutant à avancé, ou espagnol, niveau bac (tel qu'il est indiqué par les auditeurs) ou tchèque au niveau débutant. Pour le test 2, les langues parlées sont les mêmes que pour les auditeurs du test 1, à l'exception d'un auditeur qui possède un bon niveau en espagnol, et un autre qui parle allemand au niveau bac. Pour le test 3, les langues parlées par les auditeurs sont les mêmes que pour les auditeurs du test 2, excepté pour un auditeur qui parle en plus allemand couramment.

Les auditeurs ont assez peu voyagé. Pour les trois tests, un auditeur a vécu deux ans et demi en République Tchèque, et un autre un an au Sénégal. Pour le test 3, un auditeur a vécu dix mois en Grande Bretagne et dix mois en Irlande.

Type de test	Identification
Stimuli	Occlusives /b d g p t k/ du français réalisées par 11 locutrices taiwanaises avec les 3 voyelles /i a u/ et dans trois positions prosodiques différentes (initiale= test 1 ; intervocalique= test 2 ; finale= test 3)
Consigne	<p>Test 1 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des syllabes : consonne + voyelle. Indiquez la consonne que vous entendez. Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu'elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu'elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test. »</p> <p>Test 2 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des séries [Voyelle - Consonne - Voyelle] ou [Consonne1 - Voyelle - Consonne2 - Voyelle]. Indiquez la dernière consonne entendue (= la consonne entre les deux voyelles). Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu'elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu'elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire.</p>

	<i>Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test. » Test 3 : « Ceci est un test de perception. Vous allez entendre une série de sons avec la structure : (Consonne) - Voyelle - Consonne - (voyelle). Indiquez pour chaque son la consonne FINALE que vous avez entendue. Donnez ensuite une note à la qualité de cette consonne : 5 si vous jugez qu'elle est parfaitement réalisée, 1 si vous pensez qu'elle est très mal réalisée, ou une note intermédiaire. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test. »</i>
Auditeurs	19 Français natifs différents pour l'ensemble 10 Français natifs différents par test
Locuteurs	11 locutrices taïwanaises
Nb. de stimuli par test	108
Echelle d'évaluation	1 – 5 1(- -) ; 2 (-) ; 3 ; 4 (+) ; 5 (++)

Tableau 22 : Tableau récapitulatif sur la construction et les conditions de passation des 3 tests d'identification des occlusives du français produites en logatome avec les voyelles /i a u/ par onze locutrices taïwanaises non-natives du français et perçues en fonction de leur position prosodique par dix Français natifs par test

4. Résultats

a. L'accord inter-juges

Nous avons tout d'abord calculé l'accord inter-juges pour l'identification des stimuli et pour l'évaluation sur 5 de chaque stimulus.

L'accord inter-juges pour l'identification des stimuli a été calculé avec le kappa de Fleiss. Nous obtenons $k=0,90$ pour les stimuli en position initiale, $k=0,79$ pour les stimuli en position intervocalique et $k=0,86$ pour les stimuli en position finale. Ces résultats sont tous satisfaisants, voire très bons. Nous ne nous attendions pas à un accord complet dans la mesure où les stimuli, tous produits par des locuteurs non-natifs, peuvent, selon nos hypothèses, ne pas être réalisés conformément à la norme et générer du doute quant à l'interprétation pour les auditeurs.

Pour l'évaluation des stimuli, nous avons calculé l'accord inter-juges à l'aide de l'indice de l'alpha de Cronbach (Cronbach, 1951). Nous obtenons une moyenne des notes de 4,1/5 (écart-type : 1,1) $\alpha=0,51$ pour le test 1, une moyenne de 3,8/5 (écart type : 1,1) $\alpha=0,65$ pour le test 2 et pour le test 3 une moyenne de 3,7/5 (écart-type : 1,2) $\alpha=0,81$. Ainsi, nous obtenons un bon accord inter-juges pour le test 3, celui dont la moyenne est la plus basse, et il s'agit du seul satisfaisant. Cette mesure concerne l'évaluation donnée à la qualité des stimuli. C'est ici que nous trouvons donc globalement le plus de divergences entre les auditeurs.

b. Résultat global

Nous observons ici les résultats globaux sans prendre en compte la voyelle en coarticulation ni la position prosodique. Ces résultats confirment que la présence d'une barre voisement est importante pour qu'une consonne voisée soit reconnue comme une bonne occlusive voisée par un auditeur français. En revanche, l'absence d'une barre de voisement au moment du relâchement n'est pas suffisante pour que la consonne soit reconnue comme une occlusive sourde (pour les occlusives phonologiquement voisées et phonétiquement sourdes). Les occlusives phonologiquement et phonétiquement sourdes sont correctement reconnues.

Le Tableau 23 donne la matrice de confusion incluant tous les stimuli proposés, soit quatre réalisations différentes de consonnes en coarticulation avec les voyelles /a i u/, en position initiale pour des syllabes CV, en position intervocalique pour des groupes VCV et en position finale pour des groupes VC, produits en français dans des logatomes de type C₁VC₂VC₃VC₄ par onze locutrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé et identifiés par dix auditeurs natifs du français par test, pour un total de dix-neuf auditeurs différents en tout. Les données du tableau sont proposées en pourcentage des réponses, le nombre total de stimuli et de réponses est indiqué en fin de ligne ou de colonne.

		Réponses (%)						Nombre de stimuli
		b	p	d	t	g	k	
stimuli	b	98,1	1,4	0,3	0,0	0,3	0,0	360
	b̥	45,8	53,6	0,0	0,6	0,0	0,0	360
	p	5,3	93,3	0,0	0,8	0,6	0,0	360
	d	1,1	0,0	97,5	1,1	0,3	0,0	360
	d̥	1,4	0,3	33,3	63,9	0,6	0,6	360
	t	0,0	0,6	4,7	93,9	0,3	0,6	360
	g	3,1	0,0	0,0	0,0	96,7	0,3	360
	g̥	1,1	1,1	0,8	1,9	37,2	57,8	360
	k	0,3	1,4	0,6	1,7	4,7	91,4	360
Nombre de réponses		562	546	494	590	506	542	3240

Tableau 23 : Matrice de confusion en pourcentage du nombre de réponses des occlusives françaises [b b̥ p d d̥ t g g̥ k] pour 4 réalisations différentes en coarticulation avec les voyelles /a i u/ et dans les positions prosodiques initiale, intervocalique et finale, produites par 11 locutrices taiwanaises non-natives du français et perçues par 10 auditeurs natifs du français par position prosodique (soit 108 stimuli par test et 30 tests d'identification effectués), pour un total de 19 auditeurs différents.

Nous observons dans le Tableau 23 que les occlusives /b d g/ sont les occlusives les mieux reconnues lorsque le voisement est réalisé. Nous obtenons des taux de reconnaissance entre 96,7% et 98,1%. Lorsqu'elles ne sont pas reconnues, la réponse est la consonne correspondante phonologiquement non voisée pour le /b/ (soit le /p/) dans 1,4% des cas ou /t/ pour le /d/ dans 1,1% des cas. Pour /d g/ la seule autre réponse qui dépasse les 1% est le /b/, qui atteint d'ailleurs le score de 3,1% des cas pour le /g/.

Lorsque l'occlusive phonologiquement voisée est produite sans barre de voisement (VOT moyen positif), l'identification majoritaire est l'occlusive non-voisée respective, soit respectivement /p t k/ pour /b d g/ dans 53,6%, 63,9% et 57,8% des cas, soit plus de la moitié des réponses pour chacune. L'occlusive voisée est cependant correctement reconnue dans un tiers ou plus des cas pour /d g/ (33,3% et 37,2% des cas respectivement) et approche la moitié des cas pour /b/ (45,8%). Aucune autre réponse ne dépasse les 1% pour le /b/ dévoisé, dans le cas du /d/ dévoisé, il est à nouveau reconnu comme un /b/ (1,4%) et le /g/ quant à lui est également reconnu comme un /b/, mais moins souvent que le /g/ voisé (1,1% des cas contre 3,1% pour le /g/). Au contraire, il est aussi parfois identifié aux autres occlusives sourdes /p t/ dans 1,1% et 1,9% des cas. Ces résultats concernant les occlusives voisées réalisées avec un VOT positif montre que 1)- l'absence de barre de voisement durant la phase de l'occlusion

n'est pas compensée, ou pas suffisamment par d'autres indices dans plus de la moitié des cas, voire dans les deux tiers des cas et 2)- la présence de barre de voisement durant la période d'occlusion de la consonne n'est pas le seul indice permettant d'identifier une occlusive voisée, car dans à peu près un tiers de la moitié des cas, les consonnes voisées sans barre de voisement sont malgré tout correctement reconnues.

En ce qui concerne les occlusives sourdes phonologiquement, rappelons qu'elles présentent toutes un VOT positif. Elles sont plutôt bien reconnues, avec un taux de reconnaissance entre 91,4% et 93,9% des cas. Lorsqu'elles ne sont pas reconnues, la consonne identifiée est celle correspondante avec le trait de voisement, soit respectivement /b d g/ pour /p t k/, dans 5,3%, 4,7% et 4,7% des cas. Les autres réponses qui dépassent les 1% sont des occlusives sourdes /p t/ dans le cas de /k/ (1,4 et 1,7%). La présence régulière (autour de 5% des cas) de la reconnaissance des occlusives phonologiquement et phonétiquement sourdes comme des occlusives voisées, et pour toutes les occlusives sourdes, montre que l'absence de barre de voisement n'est pas toujours décisive dans l'identification de ces occlusives et qu'il doit exister d'autres indices de voisement produits pour ces occlusives.

		Note moyenne des réponses et nombre de réponses											
		b		p		d		t		g		k	
		note	Nb	note	Nb	note	Nb	note	Nb	note	Nb	Note	Nb
Stimuli	b	4,0	353	3,0	5								
	b̥	3,7	165	3,8	193								
	p	2,9	19	4,1	336								
	d					4,1	351	3,3	4				
	d̥					3,7	120	3,7	230				
	t					3,3	17	4,1	338				
	g									4,1	348	2,0	1
	g̥									3,4	134	3,7	208
	k									2,9	17	4,1	329

Tableau 24 : Note moyenne et nombre obtenus de réponses correctes ou opposées à la consonne par le trait de voisement des occlusives françaises [b b̥ p d d̥ t g g̥ k] pour 4 réalisations différentes en coarticulation avec les voyelles /a i u/ et dans les positions initiale, intervocalique et finale, produites par 11 locutrices taïwanaises non-natives du français et perçues par 10 auditeurs natifs du français par position (soit 108 stimuli par test et 30 tests d'identification effectués), pour un total de 19 auditeurs différents (les réponses non liées au stimulus par le point d'articulation ne sont pas indiquées)

Le Tableau 24 indique les notes moyennes obtenues en fonction de l'identification effectuée par 10 auditeurs natifs du français toutes positions confondues (initiale, intervocalique et finale) pour les stimuli des consonnes françaises [b b̥ p d d̥ t g g̥ k] réalisées par les locutrices taïwanaises en coarticulation avec les voyelles /a i u/. Nous constatons que les occlusives phonologiquement voisées mais ne présentant pas de barre de voisement au moment du relâchement obtiennent globalement une moyenne inférieure aux occlusives voisées ou sourdes lorsqu'elles sont reconnues comme telles. Les occlusives voisées ou sourdes [b p d t g k] reçoivent toutes une note moyenne entre 4,0 et 4,1 lorsqu'elles sont bien reconnues. Les occlusives [b̥ d̥ g̥] reçoivent des notes entre 3,7 et 3,8 lorsqu'elles sont identifiées comme des sourdes et entre 3,4 et 3,7 lorsqu'elles sont identifiées comme des consonnes voisées. Les occlusives phonologiquement et phonétiquement voisées identifiées comme des sourdes obtiennent des notes moyenne entre 2,0 et 3,3 et les occlusives sourdes identifiées comme

voisées entre 2,9 et 3,3. La tendance générale indique donc que les consonnes correctement reconnues sont les mieux notées, les phones dévoisés correspondant au phonème voisé obtiennent une note inférieure, mais supérieure à la note moyenne de 3 et enfin les consonnes identifiées à la consonne ayant le même point d'articulation, mais opposé au phonème produit par le trait de voisement sont les moins bien notées.

Pour vérifier s'il y a un effet du type de consonne produite (voisée, dévoisée, sourde) sur la note attribuée aux différents phonèmes identifiés, nous avons effectué une ANOVA (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (trois modalités) et des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque phonème identifié. Nous n'avons pris en compte dans ce calcul que les réponses liées au point d'articulation du phonème produit. Le résultat pour chaque consonne identifiée indique un effet global du type de consonne produite sur la notation. Les tests *post-hoc* indiquent que la différence de notation est toujours significative entre les consonnes dévoisées et les consonnes voisées si la consonne identifiée est phonologiquement voisée et toujours significative entre la consonne dévoisée et la consonne sourde si la consonne identifiée est phonologiquement sourde. En revanche, bien que l'écart entre les moyennes soit plus grand, le nombre d'évaluations effectué pour les consonnes sourdes identifiées en tant que consonnes voisées ou de consonnes voisées en tant que consonnes sourdes est nettement inférieur. De la sorte, les différences constatées ne sont significatives dans ces cas que lorsque la consonne identifiée est /b/. Plus encore, la différence de notation entre les occlusives sourdes et sonores présentant une barre de voisement n'est significative que lorsque la consonne identifiée est /b p d g/ et non /t k/. Le Tableau 40 (en annexe) recense les résultats statistiques des ANOVAs et des tests post-hoc effectués.

Ainsi, dans les cas où elles sont bien reconnues, ou identifiées à la consonne opposée par le trait de voisement, les occlusives phonologiquement voisées mais ne présentant pas de barre de voisement au moment du relâchement ne sont globalement pas considérées comme aussi bien réalisées que les consonnes voisées présentant une barre de voisement, ni aussi bien que des occlusives sourdes.

Ces premières observations globales concernant ce test d'identification des consonnes occlusives françaises produites par des locutrices taiwanaises montrent que les occlusives phonologiquement et phonétiquement voisées (V-ratio de 100% ou proche et VOT négatif) de ces locutrices sont bien reconnues par des auditeurs natifs du français (plus de 90%). En revanche, les occlusives phonologiquement voisées produites sans voisement au moment du relâchement (VOT positif et v-ratio inférieur à 40%, souvent non discernable des occlusives sourdes) produites par ces mêmes locutrices ne sont ni interprétées totalement comme sourdes, ni correctement reconnues dans tous les cas. L'interprétation majoritaire de ces consonnes sans barre de voisement penche en faveur d'occlusives sourdes. Néanmoins, n'y étant pas assimilées dans tous les cas, il doit exister des indices permettant leur identification en tant qu'occlusives voisées par des Français.

Une observation globale des évaluations données à ces consonnes lorsqu'elles sont bien reconnues, ou identifiées à la consonne opposée par le trait de voisement montre que les occlusives phonologiquement voisées mais sans barre de voisement au moment du relâchement ne sont globalement jamais aussi bien notées que les occlusives voisées ou sourdes correspondantes, ce qui indique qu'elles ne constituent pas d'aussi bonnes réalisations que celles présentant une barre de voisement pour les occlusives voisées, ou celles délibérément produites sourdes lorsqu'elles sont identifiées comme telles.

c. L'effet de la voyelle

Nous analysons dans cette partie la relation entre la voyelle et l'identification des consonnes⁵⁶ par des auditeurs natifs dans des syllabes produites par de non-natives. L'analyse montre qu'aucune voyelle n'influence de façon univoque pour aucune consonne une interprétation plus en faveur d'une occlusive voisée ou sourde.

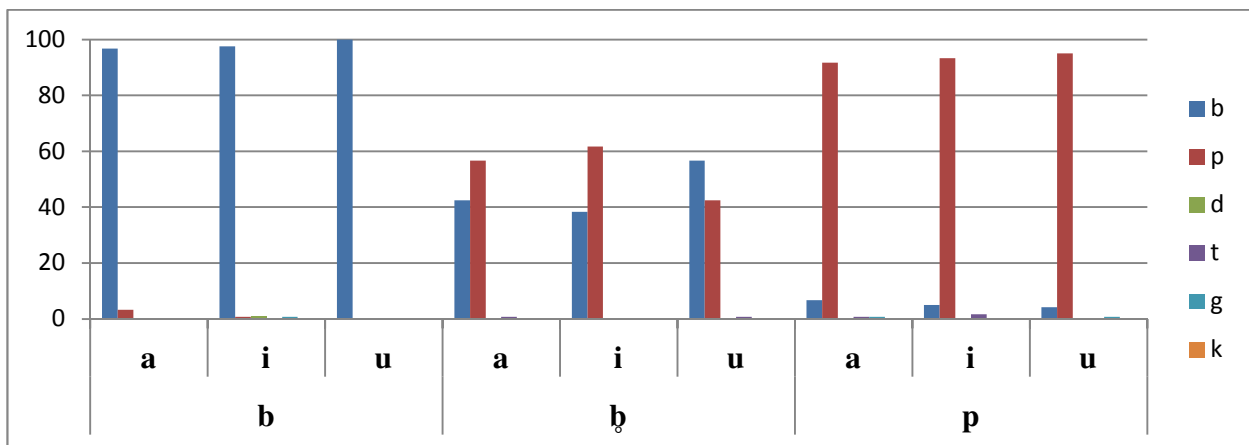
Le Tableau 25 récapitule les pourcentages d'identification en tant que /b p d t g k/ en fonction de la consonne produite pour le stimulus et de la voyelle en coarticulation, sans prise en compte de la position prosodique (positions initiale, intervocalique et finale confondues et proposées en quantités égales). Le Tableau 41 (en annexe) présente les résultats des calculs de khi 2 pour la comparaison de la répartition des réponses en fonction de la voyelle en coarticulation pour chaque catégorie de stimuli.

Stimuli		Réponses (%)					
Consonnes produites	Voyelles						
		b	p	d	t	g	k
b	a	96,7	3,3	0	0	0	0
	i	97,5	0,8	0,8	0	0,8	0
	u	100	0	0	0	0	0
b̥	a	42,5	56,7	0	0,8	0	0
	i	38,3	61,7	0	0	0	0
	u	56,7	42,5	0	0,8	0	0
p	a	6,7	91,7	0	0,8	0,8	0
	i	5	93,3	0	1,7	0	0
	u	4,2	95	0	0	0,8	0
d	a	0	0	95,8	3,3	0,8	0
	i	3,3	0	96,7	0	0	0
	u	0	0	100	0	0	0
d̥	a	0	0	34,2	63,3	1,7	0,8
	i	3,3	0,8	37,5	57,5	0	0,8
	u	0,8	0	28,3	70,8	0	0
t	a	0	0,8	2,5	96,7	0	0
	i	0	0,8	10	87,5	0	1,7
	u	0	0	1,7	97,5	0,8	0
g	a	0	0	0	0	99,2	0,8
	i	2,5	0	0	0	97,5	0
	u	6,7	0	0	0	93,3	0
g̥	a	0	0	2,5	4,2	42,5	50,8
	i	0	1,7	0	1,7	27,5	69,2
	u	3,3	1,7	0	0	41,7	53,3
k	a	0	0	1,7	4,2	1,7	92,5
	i	0	0	0	0,8	10,8	88,3
	u	0,8	4,2	0	0	1,7	93,3

Tableau 25 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t k g/ des consonnes [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 108 stimuli par test et 30 tests effectués)

⁵⁶ Pour une étude de l'effet combiné de la voyelle et de la position prosodique, voir Annexe : Document 17 : Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaises non-natives du français : L'effet combiné de la position prosodique et de la voyelle

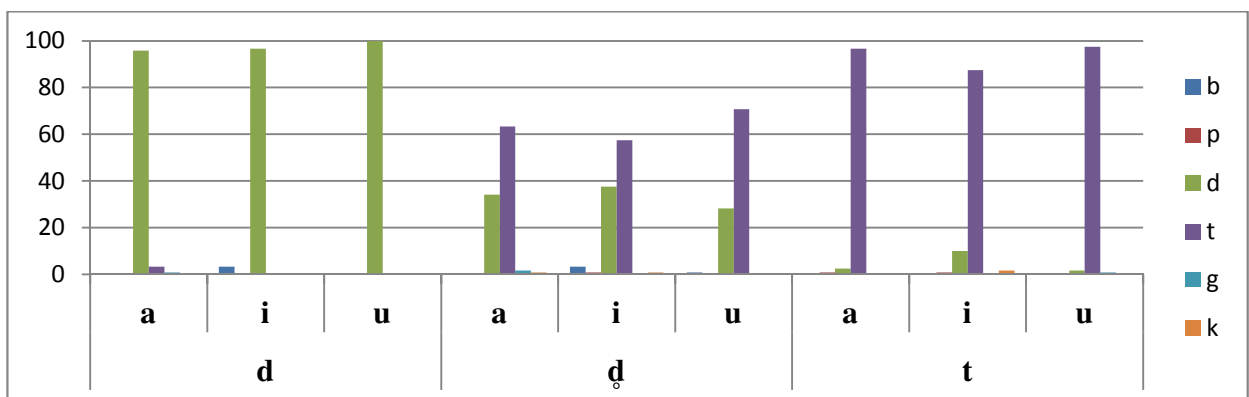
Les Graphique 15, Graphique 16 et Graphique 17 représentent le pourcentage d'identification pour chaque occlusive /b p d t g k/ pour les groupes respectifs de consonnes [b b̥ p], [d d̥ t] et [g g̥ k] en fonction des voyelles /i a u/ proposées en coarticulation.



Graphique 15 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [b b̥ p] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)

Le Graphique 15 montre que [b] autant que [p] sont reconnus à plus de 90%. Les résultats du calcul du khi 2 montrent que les différences constatées dans la répartition des réponses en fonction de la voyelle ne sont globalement pas significatives pour ces deux catégories de stimuli. Néanmoins, dans le détail, si l'on considère la répartition des réponses, [b] est significativement mieux reconnu en coarticulation avec /u/ (100%) qu'avec /a/ (96,7%).

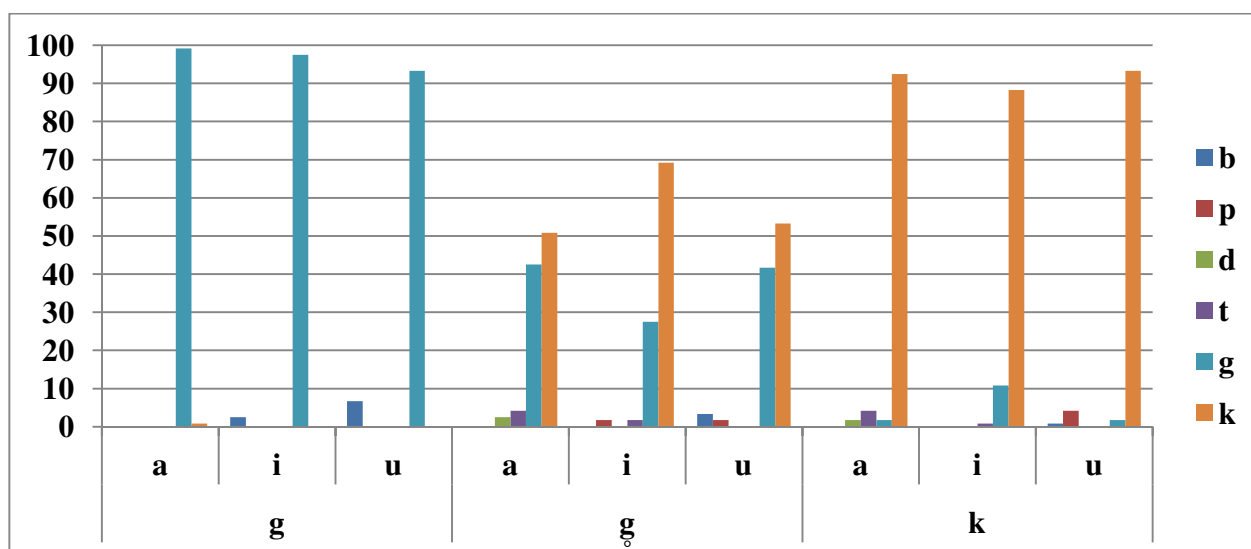
En ce qui concerne les occlusives phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement au moment du relâchement, l'influence de la voyelle est globalement significative. Dans le détail, l'identification de [b̥] diverge seulement selon que la voyelle soit /u/ ou /i/. [b̥] est plus souvent identifié à une consonne sourde avec /i/ et à une consonne voisée avec /u/. Il s'agit du seul cas dans l'étude globale de l'influence de la voyelle sur la perception des consonnes où la consonne dévoisée est plus souvent identifiée en tant que consonne voisée qu'en tant que consonne sourde.



Graphique 16 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [d d̥ t] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)

Le Graphique 16 montre que [d] et [t] sont reconnus à plus de 95%, excepté pour [t] en coarticulation avec la voyelle /i/ (87,5%). Lorsqu'il n'est pas reconnu, il est identifié à /d/ (10% des cas). La coarticulation avec la voyelle /i/ donne des résultats significativement différents de la coarticulation avec les autres voyelles pour [d t]. Cependant, dans le cas de [d], la coarticulation avec /i/ n'a pas pour conséquence une moins bonne reconnaissance, seulement une identification différente lorsqu'elle n'est pas reconnue.

[d] quant à lui est majoritairement identifié à une occlusive sourde, et ce, quelle que soit la voyelle en coarticulation. Il n'y a aucune influence de la voyelle en coarticulation pour la répartition des réponses pour l'identification de [d] dans ce test.



Graphique 17 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [g g k] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)

Le Graphique 17 montre que [g] est reconnu à plus de 93%. Néanmoins, les résultats de khi 2 montrent que la répartition des réponses est différente pour les cas de coarticulation avec les voyelles /a/ et /u/. Les différences constatées dans ces cas sont significatives et l'identification de [g] avec /u/ serait donc moins bonne. Notons que lorsque le /g/ n'est pas reconnu avec les voyelles /i u/, il est exclusivement identifié à la consonne voisée /b/ (6,7% des cas avec /u/ et 2,5% des cas avec /i/). Produit avec une barre de voisement, /g/ n'est donc presque jamais identifié à une consonne sourde.

[k] est reconnu à plus de 92% excepté en coarticulation avec la voyelle /i/. Dans ce cas-là, il est identifié à /g/ dans 11% des cas. En coarticulation avec les voyelles /a u/, lorsqu'il est identifié à une autre consonne, [k] est confondu avec d'autres consonnes sourdes : /t/ avec la voyelle /a/ (4,2% des cas) et /p/ avec /u/ (4,2% des cas). La valeur globale de khi 2 la plus élevée est pour [k] (37,424) et la valeur de p indique le plus haut degré de significativité dans nos résultats (<0,0001). Pourtant, seules les réponses des coarticulations avec /u/ opposées d'un côté à /a/ et de l'autre à /i/ sont significatives. La valeur de p pour la différence des résultats entre la coarticulation avec /a/ et /i/ atteint juste le seuil de non-significativité (p = 0,05). Etant donné le nombre d'identifications de [k] à d'autres consonnes, et aux différences

constatées à ce sujet en fonction des voyelles en coarticulation, les résultats statistiques peuvent témoigner plus des différences dans l'identification de la consonne en fonction de la voyelle que du fait que [k] soit mieux reconnu avec /u/.

En ce qui concerne [g], les résultats du calcul du khi 2 montrent que la répartition des réponses en fonction de la voyelle est significative entre les trois situations de coarticulation avec les voyelles /a i u/. Dans tous les cas, [g] est principalement reconnu en tant que /k/ et, au contraire de [d], plus souvent avec /i/ (69% des cas). La voyelle fermée /i/ pourrait permettre un allongement du VOT et favoriser ce type d'identification. On ne la retrouve cependant pas avec une autre voyelle fermée : /u/. Avec /a u/, les résultats dépassent juste les 50% d'identification à l'occlusive sourde (contre 40% en tant que /g/), ce qui correspond presque à une réponse au hasard entre ces deux consonnes. En revanche, lorsqu'il est mal identifié, [g] est essentiellement identifié au couple /d t/ avec /a/ (2,5% et 4,2%) et au couple /b p/ avec /u/ (3,3 et 1,7%). Avec /i/, les identifications qui concernent des différences de point d'articulation ne correspondent qu'à des consonnes sourdes (/p t/, 1,7% des cas chacun). Nous n'obtenons ainsi pas de tendance générale de contexte favorisant ou défavorisant l'identification en faveur d'une occlusive sourde ou voisée de ces occurrences de consonnes phonologiquement voisées réalisées sans barre de voisement.

Cette étude concernant l'influence globale des voyelles /a i u/ sur l'identification des consonnes [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] en tant que /b p d t k g/ a montré que les occlusives phonologiquement et phonétiquement voisées sont reconnues dans plus de 93% des cas. Les consonnes /b, d/ semblent mieux reconnues en coarticulation avec la voyelle /u/ et /g/ avec la voyelle /a/. Cependant, les tests de khi 2 révèlent que pour /d/ il n'y a pas de différence entre l'influence de /a/ et de /u/ tandis qu'au contraire pour /b g/, il n'y a de différence qu'entre /a/ et /u/, autrement dit, /b/ est sensiblement mieux reconnu en coarticulation avec /u/ et /i/ et /g/ avec /a/ seulement.

Les occlusives sourdes produites par des locutrices taiwanaises en français sont reconnues à plus de 90% par des auditeurs natifs du français, quelle que soit la voyelle, excepté pour [k t] en coarticulation avec /i/ reconnus seulement autour de 88% des cas. Dans ces deux situations, la consonne identifiée alors est dans plus de 10% des cas l'occlusive voisée correspondante. Les tests du khi 2 montrent que la voyelle n'influence pas l'identification de /p/. Pour /t/, les tests statistiques confirment que /t/ est moins bien identifié avec la voyelle /i/ tandis que pour /k/ l'identification plus faible avec /i/ n'est différente que de l'identification avec les résultats en coarticulation avec la voyelle /u/.

Les consonnes phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement sont majoritairement identifiées en tant que consonne sourde, excepté pour [b̥] en coarticulation avec /u/. L'influence de la voyelle reste cependant globalement assez faible. L'ensemble des résultats se répartit autour du créneau 40-60% entre l'occlusive sonore et l'occlusive sourde correspondante, témoignant d'une incertitude quant à l'interprétation de ces consonnes. Les tests statistiques montrent qu'il n'y a pas d'influence de la voyelle dans l'identification du [d̥]. Pour le [b̥], l'identification plus fréquente en faveur de l'occlusive voisée avec la voyelle /u/ ne se distingue pas de l'identification avec la voyelle /a/, mais se distingue en revanche de l'identification avec la voyelle /i/. Pour [g̥] cependant, les tests du khi 2 montrent une répartition différente des réponses en fonction de la voyelle. Ceci attesterait en faveur d'une reconnaissance plus fréquente dans le contexte /i/ en faveur de l'occlusive sourde correspondante. En revanche, la différence d'identification dans les contextes /a/ et /u/ en faveur de la consonne sourde ou voisée correspondante n'est pas flagrante, et il est difficile d'exclure l'hypothèse que les résultats statistiques seraient plutôt dus aux différentes identifications en tant que consonnes non liées par le point d'articulation.

L'ensemble de ces résultats ne mettent en évidence aucune voyelle favorisant globalement

l'identification d'une occlusive voisée ou sourde, et propose des résultats contradictoires selon les consonnes, aussi bien selon le point d'articulation que selon le type de consonne (voisée, phonologiquement voisée mais sans barre de voisement au moment du relâchement et sourde). Ces stimuli étant réalisés par des locutrices non-natives, nous pouvons supposer que la diversité des stratégies adoptées par ces différentes locutrices et leur niveau d'interlangue en français, les amenant à réaliser ou non d'autres indices associés au voisement, soit la cause de l'absence de tendance générale observable dans ce cas.

d. L'effet de la position prosodique

Nous analysons dans cette partie la relation entre la position dans le mot et l'identification des consonnes⁵⁷. L'apport de cette partie concerne l'identification des occlusives françaises par des auditeurs natifs, produites par des locutrices non-natives. L'analyse montre que les occlusives voisées sont sensiblement moins bien identifiées en position intervocalique, tandis que les occlusives sourdes sont moins bien reconnues en position finale. Pour les occlusives phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement, aucun contexte ne favorise de façon nette une interprétation en faveur d'une occlusive voisée, tandis que l'interprétation en faveur d'une occlusive sourde est favorisée en contexte initial pour [g ɔ̃] et en contexte intervocalique pour [d̥].

Le Tableau 26 récapitule les pourcentages d'identification de chaque consonne en fonction de la consonne produite pour le stimulus et de la position prosodique sans prise en compte de la voyelle en coarticulation (voyelles /a i u/ produites en quantités égales).

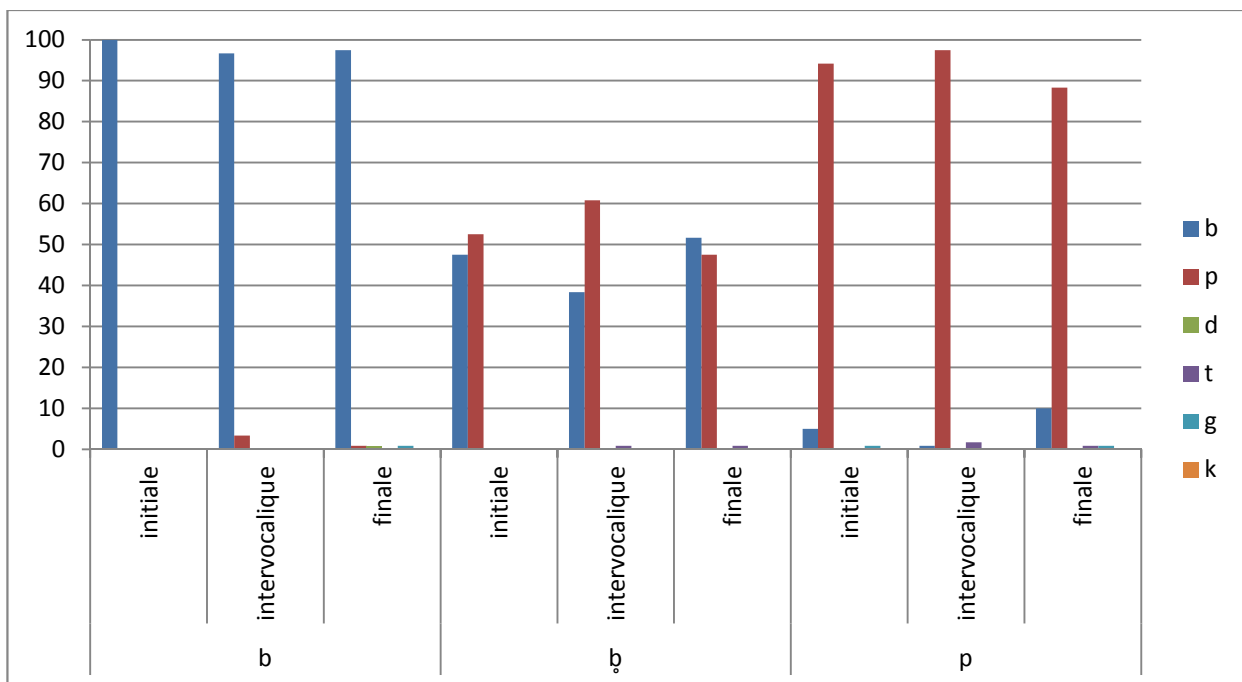
stimuli	position prosodique	réponses (%)						Nombre de Stimuli
		b	p	d	t	g	k	
b	initiale	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120
	intervocalique	96,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	120
	finale	97,5	0,8	0,8	0,0	0,8	0,0	120
b̥	initiale	47,5	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0	120
	intervocalique	38,3	60,8	0,0	0,8	0,0	0,0	120
	finale	51,7	47,5	0,0	0,8	0,0	0,0	120
p	initiale	5,0	94,2	0,0	0,0	0,8	0,0	120
	intervocalique	0,8	97,5	0,0	1,7	0,0	0,0	120
	finale	10,0	88,3	0,0	0,8	0,8	0,0	120
d	initiale	0,8	0,0	99,2	0,0	0,0	0,0	120
	intervocalique	2,5	0,0	93,3	3,3	0,8	0,0	120
	finale	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	120
d̥	initiale	0,0	0,0	25,8	73,3	0,0	0,8	120
	intervocalique	3,3	0,8	26,7	66,7	1,7	0,8	120
	finale	0,8	0,0	47,5	51,7	0,0	0,0	120
t	initiale	0,0	0,8	1,7	95,8	0,0	1,7	120
	intervocalique	0,0	0,8	2,5	95,8	0,8	0,0	120

⁵⁷ Pour une étude de l'effet combiné de la voyelle et de la position prosodique, voir Annexes : Document 17 : Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaises non-natives du français : L'effet combiné de la position prosodique et de la voyelle

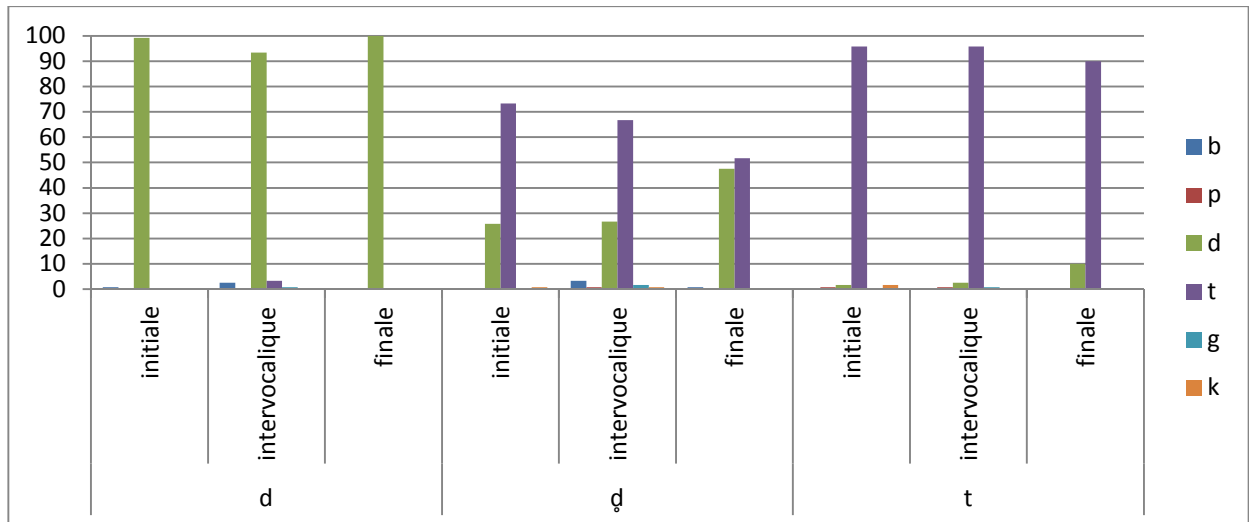
	finale	0,0	0,0	10,0	90,0	0,0	0,0	120
g	initiale	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	120
	intervocalique	8,3	0,0	0,0	0,0	90,8	0,8	120
	finale	0,8	0,0	0,0	0,0	99,2	0,0	120
g̃	initiale	0,0	0,0	0,0	1,7	15,0	83,3	120
	intervocalique	3,3	3,3	2,5	4,2	48,3	38,3	120
	finale	0,0	0,0	0,0	0,0	48,3	51,7	120
k	initiale	0,0	0,0	0,0	3,3	0,8	95,8	120
	intervocalique	0,8	3,3	1,7	0,8	3,3	90,0	120
	finale	0,0	0,8	0,0	0,8	10,0	88,3	120
Nombre de réponses		562	546	494	590	506	542	3240

Tableau 26 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t k/ des consonnes [b d g b̃ d̃ g p t k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 108 stimuli par test et 30 tests effectués)

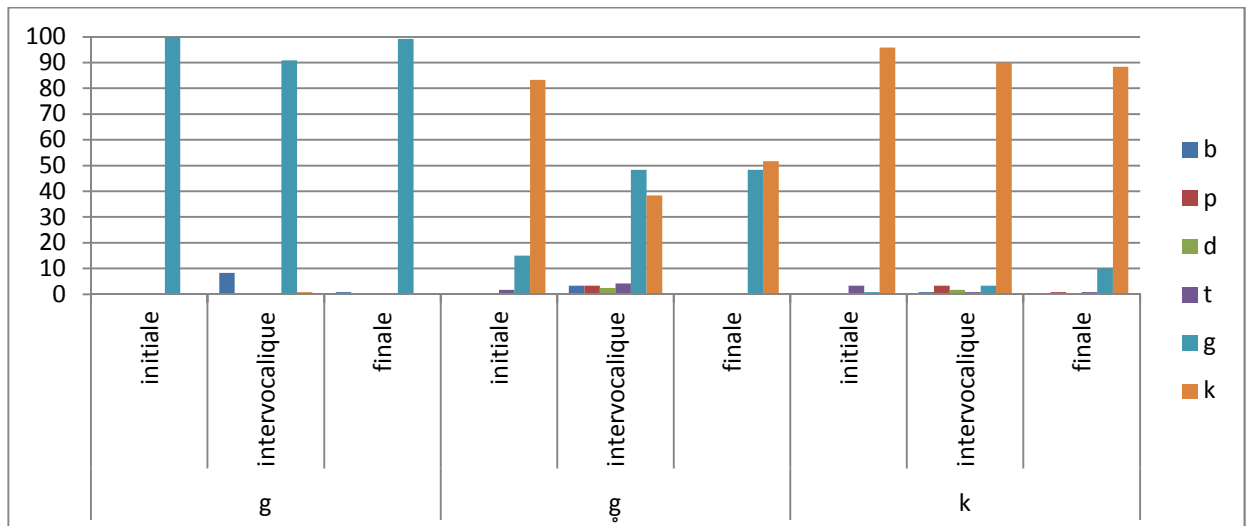
Les Graphique 18, Graphique 19 et Graphique 20 présentent respectivement le pourcentage d'identification des consonnes [b b̃ p], [d d̃ t] et [g g̃ k] en tant que /b p d t g k/ en fonction de la position prosodique.



Graphique 18 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [b b̃ p] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)



Graphique 19 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [d ɖ t] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)



Graphique 20 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [g ɣ k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)

Les consonnes voisées réalisées normalement et les occlusives sourdes sont toutes reconnues à plus de 90%, excepté les occlusives sourdes en position finale, reconnues entre 88% et 90%. Les occlusives normalement voisées semblent mieux reconnues en positions initiale et finale. Les tests statistiques (Tableau 22, en annexe) révèlent qu'il n'existe aucune différence significative entre ces deux positions pour ces types de stimuli. En revanche, les réponses pour [b] diffèrent significativement entre les positions initiale et intervocalique, pour [d] entre les positions intervocalique et finale et pour [g] entre la position intervocalique et les deux autres positions.

Pour les occlusives sourdes, seule la position finale semble avoir un taux de reconnaissance systématiquement inférieur aux autres positions. Nous observons une différence significative

pour [p] entre les positions intervocalique et finale, pour [t] entre les positions initiale et la position finale et pour [k] entre les positions initiale et finale également.

Pour les occlusives voisées sans barre de voisement, nous constatons pour toutes les consonnes et toutes les positions une hésitation forte entre l'occlusive voisée et l'occlusive sourde correspondante. Les tests du khi 2 indiquent qu'il n'y a pas de différence pour [b] en fonction de la position prosodique ; pour [d̥], seule la position finale se distingue des deux autres, attestant d'une identification plus fréquente en tant qu'occlusive sourde en positions initiale et intervocalique ; et pour [g] il y a une différence de répartition des réponses entre toutes les positions. Les taux d'identification indiquant un choix plus net quant à l'occlusive sourde ou sonore sont toutes en faveur de l'occlusive sourde : il s'agit de [d̥] en positions initiale (73%) et intervocalique (67%) et de [g] en position initiale (83%). Dans ces trois cas, l'occlusive sonore n'est reconnue que dans respectivement 26%, 27% et 15% des cas. Le cas du [g] en position intervocalique est particulier car l'on y observe plus d'identifications de la consonne en tant qu'occlusives non liées par le point d'articulation à la consonne cible. Dans tous les autres cas, il semble que l'identification en tant que consonne sourde ou sonore se fasse aléatoirement (autour de 50% des réponses en lien au point d'articulation du stimulus).

L'identification des occlusives produites par des locutrices taïwanaises en français est donc parfois corrélée à la position prosodique. Les différences sont minimales pour les occlusives phonologiquement et phonétiquement voisées, ainsi que pour les sourdes. Pour les premières, la position intervocalique semble sensiblement défavoriser leur reconnaissance, alors que pour les secondes, ce serait plutôt la position finale. En ce qui concerne les occlusives phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement au moment du relâchement, les différences sont surtout marquées pour [g] en position initiale où il est identifié à l'occlusive sourde à plus de 80%. [d̥] en position initiale et intervocalique n'est quant à lui identifié à l'occlusive sonore qu'une fois sur quatre. Dans les autres cas, les réponses concernant le trait de voisement semblent aléatoires.

Les occlusives phonologiquement et phonétiquement voisées ainsi que les occlusives sourdes sont reconnues à plus de 88% dans toutes les positions prosodiques par des auditeurs natifs. Globalement la bonne identification semble légèrement moins fréquente en position finale pour les occlusives sourdes, ou dans une moindre mesure encore, en position intervocalique pour les occlusives voisées.

Pour les occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement, l'identification de la consonne par rapport au trait de voisement est dans la plupart des cas aléatoire. Seuls trois cas se distinguent, où la consonne est majoritairement identifiée en tant qu'une occlusive sourde : en position initiale pour [g̥ d̥] et en position intervocalique pour [d̥]. La consonne [b̥] (par rapport à la position prosodique) et la position finale (pour ces trois consonnes) ne favorisent aucune interprétation privilégiée en faveur d'une occlusive voisée ou d'une occlusive sourde.

La présence de barre de voisement apparaît donc comme un élément déterminant pour que les occlusives voisées du français soient correctement identifiées par des natifs, néanmoins, d'autres indices jouent manifestement aussi un rôle puisque l'absence de ce premier indice ne conduit pas dans tous les cas à l'identification d'une occlusive sourde. Ces réalisations étant produites par des locutrices non natives, cela signifie également que ces locutrices produisent de tels indices. Néanmoins, cette étude confirme leur difficulté pour les non-natives à toujours produire une vibration des plis vocaux sur les occlusives voisées du français.

Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises

Un test de discrimination AX proposé à 10 auditrices taïwanaises révèle que :

- globalement, une distinction est faite entre occlusives sourdes et sonores, mais 3 auditrices (Aud2t, Aud3t et Aud9t) ne distinguent pas les paires /b p/ et /g k/
- les paires de consonnes sont moins bien discriminées avec la voyelle /a/ en coarticulation qu'avec des voyelles fermées /i u/. Individuellement, 6 auditrices (Aud2t, Aud4t, Aud5t, Aud7t, Aud8t et Aud9t) ont des réponses dues au hasard avec cette voyelle. Une auditrice (Aud2t) a répondu au hasard avec la voyelle /u/.

Nous évaluons dans cette partie la perception d'auditeurs taïwanais. L'objectif de cette étude est de déterminer si des Taïwanais de niveau intermédiaire à avancé discriminent parfaitement les occlusives voisées des occlusives sourdes prononcées par des locutrices natives et si la voyelle en coarticulation a une influence sur cette discrimination. Cette étude s'appuie sur la production de consonnes /b d g/ et /p t k/ produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (les sons proposés ont été produits en position intervocalique) pour le corpus PhoDiFLE⁵⁸. Des consonnes voisées /b d g/ et sourdes /p t k/ sont proposées dans le test. Dix auditrices taïwanaises ont participé au test. Les sons proposés ont été attestés par des auditeurs natifs experts (phonéticiens et/ou enseignants de FLE).

Nous nous attendons pour cette étude à observer des difficultés à bien discriminer les occlusives françaises par certaines auditrices non-natives du français.

Ce test s'est déroulé en deux phases distinctes :

- Une phase de sélection des stimuli (test d'identification)
- Une phase pour le test de discrimination lui-même (test de discrimination AX)

Nous en présentons maintenant le déroulement et les résultats.

1. Les stimuli

Nous avons fait le choix de présenter à nos auditrices taïwanaises un test de discrimination AX avec des stimuli représentatifs des occlusives françaises et attestés par des natifs experts. A cette fin, il nous a fallu dans un premier temps sélectionner des stimuli et les faire attester comme de bons stimuli par des auditeurs natifs du français. Nous présentons ici le déroulement de ce premier test d'identification.

a. Objectif du test

L'objectif de ce test est d'obtenir des stimuli de type CV avec $C = /b d g p t k/$ et $V = /a i u/$ où la consonne C est identifiée comme un bon représentant du phonème cible. Il s'agit donc d'obtenir des stimuli fixes standards des consonnes /b d g p t k/. Notre critère pour qu'une consonne soit reconnue comme un bon représentant est qu'elle soit parfaitement reconnue par

⁵⁸ Voir : *Le corpus PhoDiFLE*

tous les auditeurs évaluateurs natifs experts, qu'elle reçoive en plus la note minimale de 4,5/5 comme moyenne de l'ensemble des évaluations et qu'individuellement aucun auditeur ne lui donne une note inférieure à 4/5.

Nous cherchons à obtenir chaque consonne en coarticulation avec les trois voyelles /a i u/. Ceci constitue un ensemble de 18 stimuli (6 consonnes x 3 voyelles). Le test final étant un test de discrimination AX, il nous faut obtenir 2 exemplaires de chaque syllabe CV, soit 36 stimuli au total. Ces 2 exemplaires, ainsi que les 2 exemplaires de la consonne opposée par le seul critère de voisement et en coarticulation avec la même voyelle, doivent être prononcés par des locutrices différentes pour que dans le test de discrimination AX, toutes les paires de stimuli d'une même syllabe, consonne voisée ou non, soient réalisées par des locutrices différentes (par exemple, /ba/ et /ba/ devront pouvoir être reconnus comme identiques et /ba/ et /pa/ devront pouvoir être discriminés, indépendamment de la voix du locuteur).

b. Procédure

Pour ce premier test d'identification et d'évaluation des stimuli, il s'agit d'un test d'identification réalisé sous *Praat* (Boersma et Weenink, 2012) avec un choix forcé parmi six réponses : « b, d, g, p, t, k ».

N'ayant pas pu obtenir la quantité souhaitée de stimuli remplissant les critères recherchés avec le premier test (test d'identification 1), un test complémentaire a été proposé avec de nouveaux stimuli (test d'identification 2). Ces deux tests suivent strictement la même procédure. Seule la quantité de stimuli change : 90 pour le premier et 25 pour le second.

Les auditeurs-évaluateurs identifient la consonne entendue en cliquant sur une des 6 cases proposant chacune une consonne différente, puis ils doivent l'évaluer avec une note entre 1 et 5, « 5 » étant la meilleure. Le texte de chaque diapositive est le suivant :

« Indiquez la consonne que vous avez entendue puis évaluez-la. 5= consonne bien réalisée; 1= je ne sais pas ce que c'est. »

La Figure 17 présente une capture d'écran de l'image qui apparaît pour chaque stimulus à évaluer. Le stimulus se déclenche une demi-seconde après l'apparition du nouvel écran.

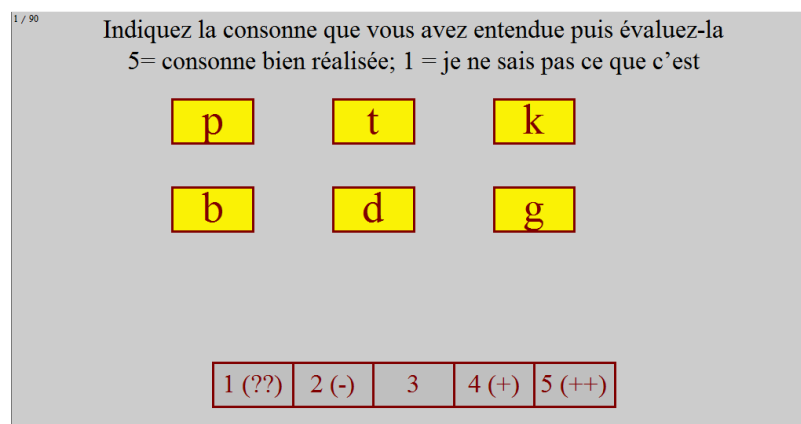


Figure 17 : Capture d'écran d'une fenêtre du test d'identification (tests 1 et 2) sous *Praat* pour identifier et évaluer la consonne de syllabes CV (C= /b d g p t k/ et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes) pour 4 auditeurs natifs experts du français (par test) (90 stimuli pour le premier et 25 pour le second)

Chaque stimulus est présenté deux fois avec une seconde d'intervalle. L'écran indique sur la partie supérieure gauche le numéro du stimulus et le nombre total de stimuli. Les stimuli sont présentés dans un ordre aléatoire. Une pause est proposée tous les 45 stimuli pour le test d'identification 1. Il n'y a pas de pause pour le test d'identification 2. L'explication du test est fournie sur le premier écran introductif (Figure 18) :

« Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des syllabes: consonne + voyelle avec deux répétitions. Indiquez la consonne que vous entendez. Puis, si vous pensez qu'il s'agit d'une consonne française bien réalisée, donnez-lui la note de 5. Si vous pensez qu'elle n'est pas standard, donnez-lui une note inférieure. Indiquez 1 si vous n'êtes pas sûr de ce que c'est. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test. »

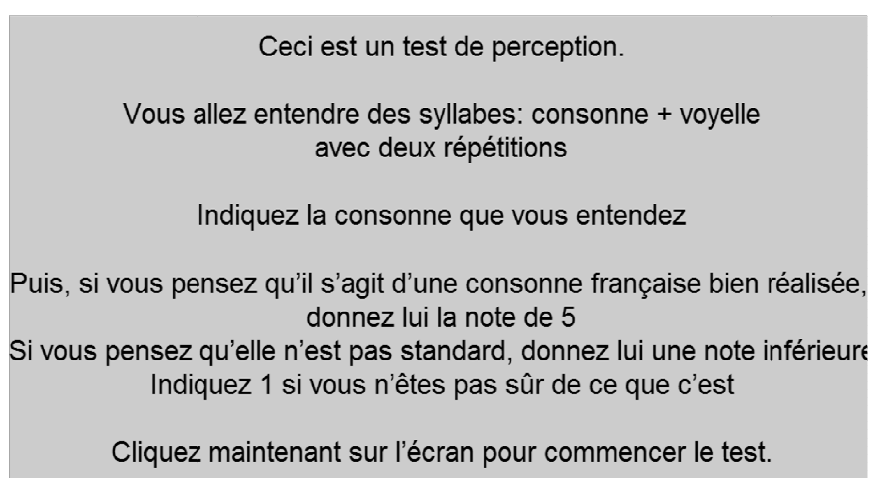


Figure 18 : Capture d'écran de la première fenêtre du test d'identification (tests 1 et 2) sous Praat pour identifier et évaluer la consonne de syllabes CV (C= /b d g p t k/ et V= /a i u/) produite initialement en logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes) pour 4 auditeurs natifs experts du français (par test) (90 stimuli pour le premier et 25 pour le second)

c. Les stimuli du test d'identification/ évaluation

Les stimuli sélectionnés pour le test consistent en syllabes CV (consonne + voyelle) avec les consonnes /b d g p t k/ et les voyelles /a i u/ (comme sur la Figure 19). Ces syllabes sont extraites du corpus PhoDiFLE⁵⁹ et ont été prélevées en position intervocalique dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 ou 3). Le V.T.T.⁶⁰ (les consonnes ont été prononcées dans un contexte intervocalique) éventuellement présent au début des consonnes phonologiquement sourdes n'a pas été inclus. Les stimuli ont été normalisés à -0,3dB sous Audacity⁶¹. Nous avons présenté les 6 consonnes en coarticulation avec les 3 voyelles et avec deux exemplaires (de locutrices différentes) à chaque fois (=36 stimuli).

⁵⁹ Voir : *Le corpus PhoDiFLE*

⁶⁰ Délai d'arrêt du voisement ; Agnello, 1975

⁶¹ Audacity 1.3.9 bêta Released, 2009.

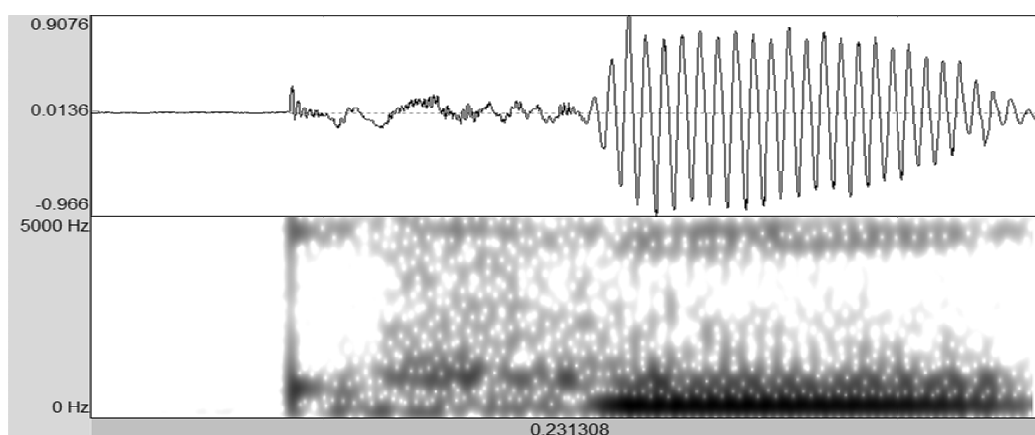


Figure 19 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ku/ utilisée pour le test de discrimination AX, réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ (sans le *voice decay time*) par la locutrice française Loc2f

Nous avons présélectionné plus d'exemplaires de syllabes que recherché afin d'identifier des syllabes parfaitement représentatives de sons français et d'écarter les autres. Nous avons d'abord proposé 90 syllabes (test d'identification 1), soit 5 occurrences différentes des combinaisons des 6 consonnes avec les 3 voyelles. Pour atteindre notre objectif, nous avons dû ajouter 25 nouvelles syllabes (test d'identification 2) (liste dans le Tableau 46 en annexe).

d. Les auditeurs-évaluateurs

Chaque stimulus a été identifié et évalué par 4 auditeurs natifs experts du français. Nous entendons par « expert » soit des phonéticiens, soit des enseignants de FLE, soit les 2. Sur les deux tests d'identification, un des auditeurs ayant changé, ce sont donc 5 auditeurs différents qui ont participé à cette identification / évaluation.

Parmi les 5 évaluateurs, 4 sont phonéticiens et l'un d'eux est également enseignant de FLE. Le cinquième évaluateur (test 2 seulement) est enseignant de FLE. Les 2 enseignants ont au moins quatre ans d'expérience d'enseignement du FLE. Le premier a été confronté à des apprenants sinophones d'origine taïwanaise, mais en France et dans un groupe d'apprenants d'origines différentes.

Les cinq évaluateurs ont entre 33 et 43 ans (moyenne : 38,4 ; écart type : 3,9). Ils ont tous comme langue maternelle le français et n'ont pas d'accent différent du français parlé dans la région parisienne (mais un évaluateur a vécu dans le sud de la France pendant 8 ans et un autre 1 an). Ils ont effectué le test avec un casque.

Aucun d'entre eux ne parle chinois. Parmi les langues parlées, les évaluateurs ont mentionné : l'anglais (avec un bon, voire excellent niveau), l'allemand (de débutant à niveau avancé) et l'espagnol. Le dernier auditeur (test 2), en plus de l'allemand, parle aussi (quasi-)couramment néerlandais et italien, il parle aussi anglais et espagnol et possède des notions de tchèque. En dehors de la Grande Bretagne et de l'Irlande pour un évaluateur (10 mois dans chaque pays) et de l'Allemagne et l'Autriche pour un autre (1 an dans chaque pays), ils ont indiqué ne pas avoir vécu à l'étranger.

Type de test	Identification
Stimuli	Syllabes CV avec C= /b d g p t k/ et V = /a i u/ réalisées par 11 locutrices françaises
Consigne 1 ^{ère} diapositive	Ceci est un test de perception. Vous allez entendre des syllabes: consonne + voyelle avec deux répétitions. Indiquez la consonne que vous entendez. Puis, si vous pensez qu'il s'agit d'une consonne française bien réalisée, donnez-lui la note de 5. Si vous pensez qu'elle n'est pas standard, donnez-lui une note inférieure. Indiquez 1 si vous n'êtes pas sûr de ce que c'est. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test.
Consigne sur chaque diapositive	Indiquez la consonne que vous avez entendue puis évaluez-la. 5= consonne bien réalisée; 1= je ne sais pas ce que c'est.
Auditeurs	5 Français natifs différents pour l'ensemble 4 Français natifs différents par test
Locuteurs	11 locutrices françaises
Nb. de stimuli	90 + 25
Echelle d'évaluation	1 – 5 1(??) ; 2 (-) ; 3 ; 4 (+) ; 5 (++)

Tableau 27 : Tableau récapitulatif des tests d'identification et d'évaluation (tests 1 et 2) par quatre Français natifs - experts pour chaque test des consonnes C=/b d g p t k/ en syllabes CV avec les voyelles V=/a i u/ produites par onze locutrices françaises

e. Résultats

Ces tests nous ont permis de sélectionner 36 stimuli répondant à nos critères de qualité définis précédemment dans le *Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises / Les stimuli / Objectif du test* : 17 ayant une moyenne d'évaluation de 5/5, 16 avec une moyenne de 4,75/5 et 3 avec une moyenne de 4,5/5. Les syllabes sélectionnées sont classées par locutrice dans le Tableau 47 (en annexe) en fonction de la moyenne obtenue. Les spectrogrammes de chaque stimulus retenu et la note moyenne d'évaluation correspondante figurent en Annexes : *Document 18 : Spectrogrammes des 36 stimuli produits par des locutrices françaises et retenus pour le test de discrimination AX effectué par 10 auditrices taïwanaises.*

2. Méthode pour le test de discrimination AX

Une fois la sélection des stimuli effectuée par le premier test d'identification et d'évaluation, nous avons procédé au test de discrimination AX. Un test de discrimination AX consiste à proposer deux stimuli à un auditeur et celui-ci doit déterminer s'il s'agit des mêmes sons ou non (identique ou différent). Ce test a été réalisé sous *Praat* (Boersma et Weenink, 2012).

Pour ce test, les auditeurs entendent deux syllabes (parmi les syllabes sélectionnées précédemment) et doivent ensuite cliquer sur une des deux cases proposées : « identique » ou « différent ». La Figure 20 présente une capture d'écran de ce qui est vu par l'auditeur pour chaque paire de stimuli entendue. Lorsque l'auditeur a fait son choix, un bouton « ok » apparaît, permettant de valider et de passer à la paire de stimuli suivante (Figure 21). La première image présente le test avec le texte suivant :

« Ceci est un test de perception. Vous allez entendre une paire de syllabes (répétée deux fois). Indiquez si vous pensez que les syllabes de la paire sont identiques ou différentes. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test. » (Figure 22)

Ensuite, pour chaque nouvelle paire de stimuli présentée apparaît en haut de l'écran le texte suivant :

« Vous allez entendre une paire de syllabes (2 répétitions). Indiquez si vous pensez que les syllabes de la paire sont identiques ou différentes. » (Figure 20 et Figure 21)

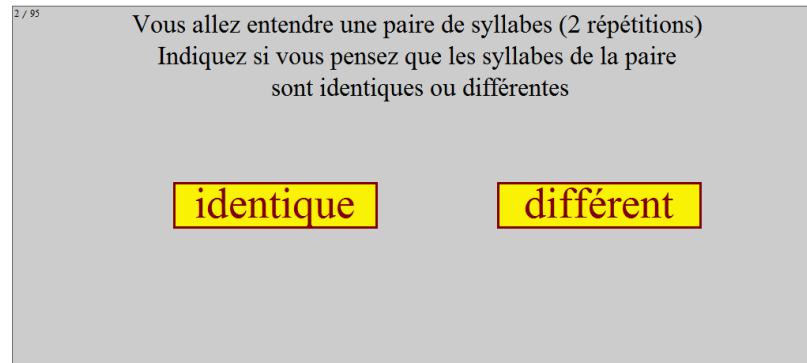


Figure 20 : Capture d'écran d'une fenêtre du test de discrimination AX sous *Praat* de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents)

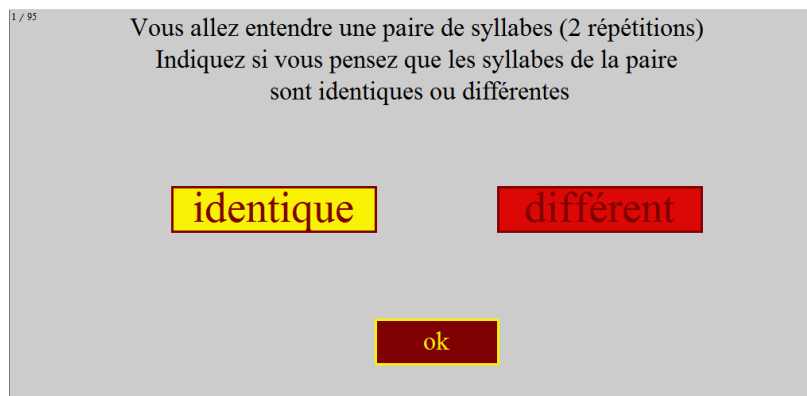


Figure 21 : Capture d'écran d'une fenêtre du test de discrimination AX, avec le bouton « ok », sous *Praat* de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents)

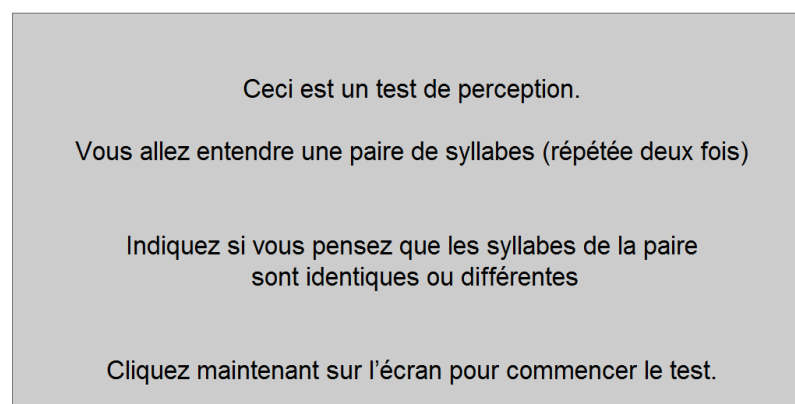


Figure 22 : Capture d'écran de la première fenêtre du test de discrimination AX sous *Praat* de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents)

Les stimuli (que les auditeurs doivent juger « identiques » ou « différents ») sont présentés par paires. Dans chaque paire, les consonnes sont du même point d'articulation : labial : /b p/, dental : /d t/ ou vélaire : /g k/. Il peut s'agir de la répétition de la même consonne (identique) ou d'une consonne de chaque (différent). Dans chaque paire, la voyelle en coarticulation est toujours la même : /a/, /i/ ou /u/. Nous avons construit le test avec un ensemble de 90 paires. Ainsi, pour chaque couple de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ en coarticulation avec une des 3 voyelles /a i u/, nous avons attribué 10 stimuli (3 couples de consonnes x 3 voyelles x 10 paires = 90). Puisque dans ce type de test la tendance est d'identifier plus de paires identiques que différentes, afin d'éviter les phénomènes d'ennui ou même d'inquiéter les auditeurs (qui pourraient trouver bizarre d'identifier une majorité de paires comme identiques), nous avons déséquilibré le rapport entre les paires « identiques » ou « différentes ». Sur 10 paires pour chaque combinaison « couple de consonnes/voyelle », 6 sont différentes et 4 sont identiques. Puisque nous avons 2 stimuli différents par consonne en coarticulation à une voyelle, les paires de stimuli identiques sont construites par la combinaison des 2 stimuli dans un ordre puis dans l'autre (par exemple : [pa1, pa2] puis [pa2, pa1]). Cela constitue donc 2 paires par consonne, et donc 4 paires pour chaque couple de consonnes (exemple : [pa1, pa2], [pa2, pa1], [ba1, ba2] et [ba2, ba1]). Pour les stimuli différents, pour deux stimuli d'une même consonne avec une même voyelle, nous avons combiné 1) le premier en premier élément avec les deux stimuli de l'autre consonne de la même paire (avec la même voyelle) comme deuxièmes éléments (exemple : [pa1, ba1] et [pa1, ba2]), puis 2) le deuxième en deuxième élément lui aussi avec les deux stimuli de la consonne de la même paire (avec la même voyelle), mais cette fois-ci en premiers éléments (exemple : [ba1, pa2], [ba2, pa2]). Pour les deux paires restantes à créer, nous avons changé l'ordre des éléments d'une paire de 1) (exemple : [ba1, pa1]), puis changé l'ordre des éléments d'une paire de 2) où les deux syllabes sont différentes de la paire inversée choisie de 1) (exemple : [pa2, ba2] puisque l'autre paire inversée était avec « ba1 »). Chaque stimulus est écouté 5 fois : 2 ou 3 fois en tant que premier élément de la paire et inversement 3 ou 2 fois en tant que deuxième élément. Chaque stimulus est écouté deux fois dans des paires « identiques » et trois fois dans des paires « différentes ». Les stimuli de chaque paire sont prononcés par deux locutrices différentes (ceci a été un critère dans la sélection des stimuli). Nous avons ainsi déterminé manuellement l'ensemble des paires. Toutes les auditrices ont entendu les paires dans le même ordre, néanmoins cet ordre a été tiré au hasard par une formule sous un tableau *Excel* (Microsoft office Excel 2007). 5 paires de stimuli (issues de la liste initiale) sont ajoutées au début de chaque test et ne sont pas prises en compte dans nos résultats (=95 paires au total pour le test). La liste des 95 paires et l'ordre de présentation figure en Annexes : *Document 12 : liste des stimuli pour le test d'identification AX proposé à 10 auditeurs taiwanais*.

Les deux stimuli de la paire sont présentés successivement avec une pause d'une demi-seconde. La paire est automatiquement diffusée deux fois avec une pause d'une seconde et demie entre les deux diffusions. La diffusion de la première paire de stimuli débute une demi-seconde après l'apparition du nouvel écran. L'écran indique sur la partie supérieure gauche le numéro du stimulus et le nombre total de stimuli (proposés par paires). Une pause est proposée toutes les 50 paires de stimuli.

3. Les auditrices

Le test a été proposé à 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français. Ces auditrices sont toutes des femmes taïwanaises de 28 à 49 ans (moyenne : 35,7 ans, écart-type : 7,5). Leur niveau moyen, évalué sur 5 pour les trois critères de production orale, prononciation et compréhension orale est compris en moyenne entre 3 et 5, soit de niveau intermédiaire à avancé. Les auditeurs s'étant auto-évalués avec une moyenne de 3/5 sont soit des étudiants en apprentissage du français, soit du personnel d'une administration d'enseignement du français devant régulièrement parler français. L'auditrice évaluée à 5/5 est enseignante de FLE. Deux auditrices ont participé à l'enregistrement de PhoDiFLE 5 années plus tôt, il s'agit de Aud3t et Aud6t, respectivement Loc3t et Loc6t. Aud3t est la seule auditrice vivant toujours en France au moment de la passation du test de discrimination AX. Les autres auditrices vivent toutes à Taipei ou dans sa région (Taïwan, R.O.C.) au moment de la passation du test. Toutes les auditrices ont cependant vécu en France, avec pour toutes une résidence prolongée dans la région parisienne, excepté Aud9t qui a vécu à Rouen et à Lille seulement. Les autres lieux de résidence mentionnés en France sont : Toulouse (1 an) pour Aud2t, Normandie (1 an) et Nantes (7 ans) pour Aud3t, Bourgogne (1,5 an) pour Aud5t, Nantes (2 ans) pour Loc6t et Poitiers (10 mois) pour Aud8t. La durée de vie en France est comprise entre 1 an et 11 ans (moyenne : 3,8 ; écart-type : 2,9).

Les auditrices ont indiqué le taïwanais ou le chinois, aussi appelé mandarin (transcrit dans le Tableau 28 tel qu'elles l'ont indiqué) comme langue maternelle. Certaines ont d'abord indiqué le chinois/mandarin comme langue maternelle, puis au moment d'indiquer les langues parlées, elles ont ajouté le taïwanais comme langue maternelle. Pour ces cas, nous avons mis « +taïwanais » entre parenthèses dans le Tableau 28. Ainsi, 6 auditrices ont mis « chinois » ou « mandarin » comme langue maternelle, une auditrice (Loc3t) n'a mis que « taïwanais » comme langue maternelle, mais a reconnu ensuite parler parfaitement le chinois (5/5 de moyenne), et finalement 3 auditrices ont reconnu le chinois et le taïwanais comme langues maternelles (pour 2 d'entre elles, le taïwanais a été rajouté à la question sur les autres langues parlées). Notons cependant que 2 auditrices, parlant chinois comme langue maternelle, n'ont pas indiqué le maîtriser parfaitement en s'auto-évaluant : Aud5t et Aud8t se sont respectivement auto-évalués à 4/5 et 4,3/5 (sur les compétences orales). Toutes les locutrices ont répondu qu'elles parlaient taïwanais (excepté Aud10t qui n'a pas complété toutes les questions). Les niveaux auto-évalués sont cependant assez inégaux, allant de 1,7 à 5/5. 4 auditrices ont indiqué le niveau maximal (5/5). La majorité des locutrices provient du nord de Taïwan (Taipei et sa région). Cependant, une auditrice vient du sud (Loc3t), où le taïwanais est plus présent qu'au nord, une autre vient du centre de l'île (Aud1t) et une locutrice n'est pas originaire de Taïwan, bien qu'elle y ait vécu la plus grande partie de sa vie (Aud10t). Arrivée de Chine à Taiwan, à 13 ans, elle a vécu 10 ans dans le sud et 21 ans dans le nord. Elle a aujourd'hui 49 ans. En raison des différentes migrations actuelles ou passées, il n'est pas rare que des Taïwanais soient arrivés directement de Chine dans leur jeunesse, ou que ce soit leurs parents qui soient venus s'installer de Chine à Taïwan. Aussi, nous n'avons pas écarté cette locutrice de nos résultats car elle n'est pas atypique.

Les auditrices ont commencé à apprendre le français entre 16 et 33 ans. La plupart ont donc commencé à apprendre le français au lycée ou à l'université, mais pas toutes (moyenne 19,8ans, écart-type : 4,9). Cependant, le nombre d'années d'études (avec des cours de français) est plus régulier, entre 4,5ans et 8 ans (moyenne 5,4, écart-type : 1,9). L'auditrice Aud10t n'a pas complété cette question.

Toutes les auditrices ont reconnu sur le questionnaire ou oralement avoir appris l'anglais, mais les niveaux auto-évalués sont assez inégaux, allant d'un niveau faible (un peu) à très bon ou excellent (4,7/5 pour Aud1t). Les autres langues parlées ne le sont qu'à un niveau intermédiaire : japonais (Aud1t) ou débutant : coréen, japonais, allemand.

1 seule locutrice a indiqué avoir vécu dans un autre pays qu'en France et à Taïwan (plus de 6 mois), c'est Aud5t. Elle a vécu en Grande-Bretagne (6 mois), au Burkina Faso (2 ans) (pays qui a des relations diplomatiques avec Taïwan) et en Chine (3 ans). Bien que n'ayant pas renseigné cette question, nous pouvons déduire de ses réponses qu'Aud10t également a vécu à l'étranger 13 ans, en dehors de la France et de Taïwan.

Enfin, 2 auditrices (Aud1t et Aud5t), qui suivent toutes les deux des cours de français au moment de la passation du test (tout comme Aud8t), déclarent vouloir parler français comme des natifs. Cette observation nous interroge sur l'attitude des autres auditrices : estiment-elles avoir déjà atteint cet objectif ? Se sont-elles résignées ? Ou sont-elles dans une démarche identitaire où elles souhaitent garder une trace de leur origine dans leur façon de parler français ? Dans tous les cas, pour notre échantillon d'auditrices, seules les apprenantes sont dans la démarche de vouloir produire exactement la façon de parler de natifs.

Nous avons résumé les informations pour chaque locutrice dans le Tableau 28.

Locutrice	Âge	Langue(s) maternelle(s) indiquée(s)	l'apprentissage de la langue	Age au début d'étude du français ⁶²	Années passées en France	Lieux de résidence autres que Taïwan et la France	français (auto-évalué de 1 à 5)	confirmation orale (spontané)	Langues parlées et niveau auto-évalué (de 1 à 5) ou confirmation orale	souhaite parler comme un natif
Aud1t	37	Chinois, taïwanais	33	4,5 ans	1,5 an	aucun	3		chinois (5) ; taïwanais (5) ; anglais (4,7) ; japonais (3) ; allemand (1,7)	oui
Aud2t	45	Mandarin (+taïwanais)	18	5 ans	4 ans	aucun	3,7		chinois (5) ; taïwanais (3,7)	non
Aud3t =Loc3t	32	taïwanais	17	5 ans	11 ans	aucun	4,5		chinois (5) Anglais (3)	non
Aud4t	30	chinois	16	5 ans	1 an	aucun	3		chinois (5) ; taïwanais (3,3) ; Anglais (4)	non

⁶² Le nombre d'années d'étude n'est qu'indicatif et doit être pris avec précautions car il correspond à des volumes horaires différents.

Aud5t	43	mandarin	19	5 ans	3 ans	Grande-Bretagne (6 mois); Burkina Faso (2 ans); Chine (3 ans)	3,7	chinois (4) ; taïwanais(3,3) ; anglais (très bien)	oui
Aud6t =Loc6t	30	Mandarin	17	7 ans	5 ans	aucun	4,3	anglais (4) ; taïwanais (bien) allemand (1)	non
Aud7t	34	chinois (+taïwanais)	18	4 ans	2 ans	aucun	4	chinois (5) taïwanais (5); anglais (4); japonais (1,3) ; coréen (2)	non
Aud8t	28	Chinois	20	8 ans	26 mois	aucun	3,3	chinois (4,3) ; taïwanais(1,7) ; anglais (un peu)	non
Aud9t	29	Chinois	18	5 ans	3 ans	aucun	3,3	chinois (5) ; taïwanais (4); anglais (4)	non
Aud10t	49	Mandarin	22	NR ⁶³	5 ans	NR	5 (enseignant FLE)	NR	non
Moyenne (et écart type)	35,7 (7,5)		19,8 (4,9)	5,4 (1,3)	3,8 (2,9)		3,8 (0,7)		

Tableau 28 : Description des 10 auditrices taïwanaises ayant participé au test de discrimination AX, avec âge, langue maternelle indiquée, âge au début de l'apprentissage du français, nombre d'années d'apprentissage du français, nombre d'années passées en France au moment de l'enregistrement, autre pays où les locutrices ont vécu, niveau en français auto-évalué (de 1 à 5 ou indiqué à l'oral), langues parlées et moyenne des niveaux auto-évalués pour les compétences « parlé », « prononciation » et « compris », et indication si les locutrices ont répondu vouloir prononcer le français comme des natifs.

Type de test	Discrimination AX
Stimuli	Syllabes CV avec C= /b p/, /d t/ ou /g k/ et V = /a i u/ réalisées par 11 locutrices françaises. Les consonnes dans une paire de syllabes appartiennent à la même paire de consonnes (la même 2 fois ou une de chaque). Les voyelles sont les mêmes.
Consigne 1 ^{ère} diapositive	Ceci est un test de perception. Vous allez entendre une paire de syllabes (répétée deux fois). Indiquez si vous pensez que les syllabes de la paire sont identiques ou différentes. Cliquez maintenant sur l'écran pour commencer le test.
Consigne sur chaque diapositive	Vous allez entendre une paire de syllabes (2 répétitions). Indiquez si vous pensez que les syllabes de la paire sont identiques ou différentes.
Auditeurs	10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français
Locuteurs	11 locutrices françaises (-1 non représentée (Loc4f))
Nb. de stimuli	36 différents présentés par paires, 90 paires + 5 non comptées au départ
Choix proposé	« identique » ou « différent »

Tableau 29 : Tableau récapitulatif des tests de discrimination AX Français natifs sous *Praat* de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents)

⁶³ NR = « non renseigné »

4. Résultats

Nous présentons maintenant les résultats des tests de discrimination AX proposés à 10 auditrices taïwanaises. Nous cherchons à observer si ces auditrices font bien la distinction entre des occlusives voisées et des occlusives sourdes en coarticulation avec la même voyelle et si la voyelle peut avoir une influence. Nous observons d'abord les résultats globalement puis individuellement.

a. Résultat global

Globalement, les auditrices ont identifié 42,4% des paires comme identiques, soit plus que le pourcentage proposé (40%). Dans les paires identiques proposées, il y a 76,6% de bonnes réponses (soit 77 erreurs). Le pourcentage de bonnes réponses pour les paires différentes est de 81,7% (99 erreurs). Au total, il y a 19,6% de mauvaises réponses. Le nombre de bonnes et de mauvaises réponses pour l'ensemble des auditrices est récapitulé sur Tableau 30.

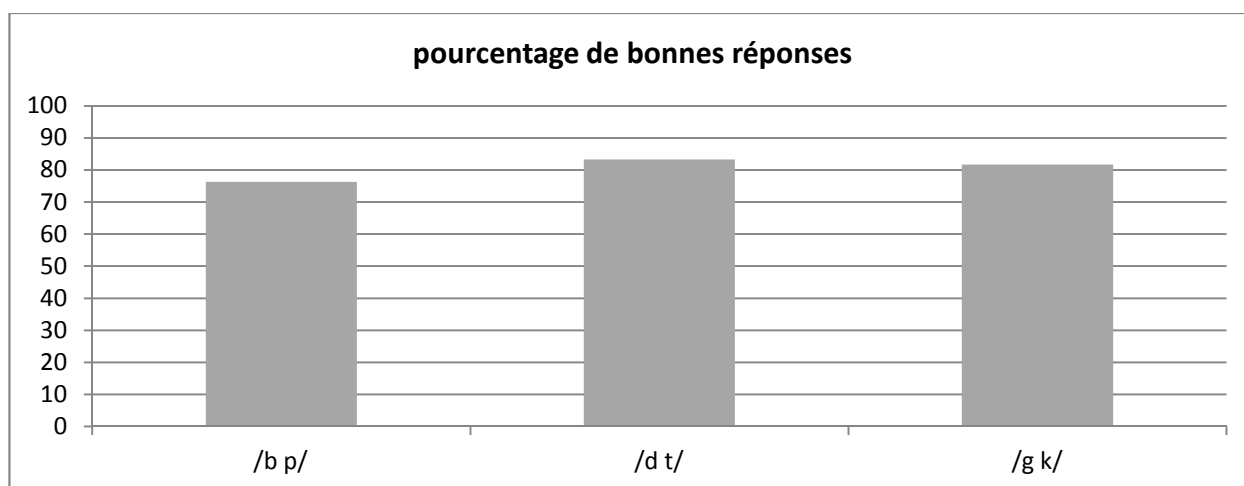
		Réponses des auditeurs		Total général
		différent	identique	
Réponses attendues	différent	441	99	540
	identique	77	283	360
Total général		518	382	900

Tableau 30 : nombre total de réponses de 10 auditrices taïwanaises pour un test de discrimination AX entre les occlusives voisées /b d g/ et les occlusives sourdes /p t k/ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ avec 90 paires de syllabes à discriminer par auditrice (consonnes du même point d'articulation et mêmes voyelles)

Le taux autour de 20% d'erreur (724 bonnes réponses et 176 mauvaises) semble indiquer que globalement les locutrices ne répondent pas au hasard. Une réponse au hasard se traduirait statistiquement par un taux autour de 50%. Pour le vérifier, nous avons effectué un test de khi 2. Par ce test, nous cherchons à confirmer que cette répartition entre bonnes et mauvaises réponses n'est pas globalement due au hasard (répartition de référence de 450). Les résultats du test du khi 2 indiquent : $\chi^2 = 333,671$ et $p < 0,0001$ (DDL=1). Nous rejetons l'hypothèse d'une distribution aléatoire entre bonnes et mauvaises réponses. Les bonnes réponses ne sont pas issues de réponses au hasard. Les auditrices font globalement la différence entre des consonnes sourdes et voisées perçues.

i. Discrimination des consonnes

Nous approfondissons ici ces premières observations pour voir s'il existe des différences selon les consonnes, dans la discrimination entre sourdes et voisées pour les paires : /b p/, /d t/ et /g k/. Le Graphique 21 présente le pourcentage de bonnes réponses pour les 10 auditrices taïwanaises.



Graphique 21 : Pourcentage de bonnes réponses de discrimination des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 300 réponses par paire de consonnes)

Nous observons sur le Graphique 21 que le taux le plus bas de bonnes réponses obtenues concerne la paire /b p/ (autour de 75%) et le plus haut la paire /d t/ (supérieur à 80%). Le taux de bonnes réponses obtenu pour /g k/ est également supérieur à 80%. Il semble que pour chacune de ces paires, les résultats soient supérieurs à une réponse due au hasard (50%). Pour confirmer que ces réponses soient différentes d'une répartition aléatoire entre bonnes et mauvaises réponses, nous avons effectué un test du khi 2 pour chaque paire /b p/, /d t/ et /g k/ (répartition de référence de 150 par paire de consonnes). Le Tableau 48 (en annexe) récapitule le nombre de bonnes et de mauvaises réponses pour chaque paire et indique les résultats de chaque test statistique.

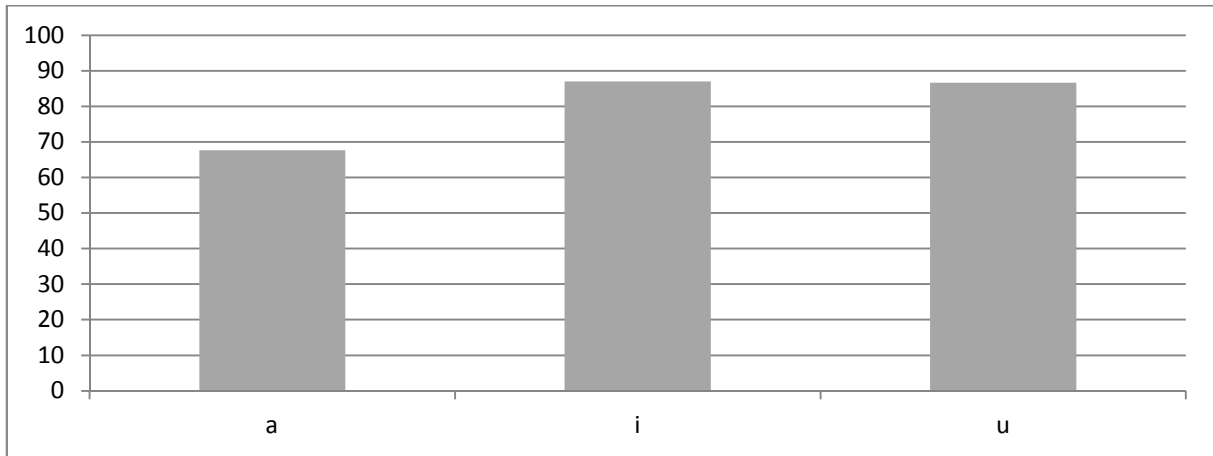
Avec des résultats de $\chi^2=83,213$, $133,333$ et $120,333$ respectivement pour les paires /b p/, /d t/ et /g k/ et avec $p<0,0001$ pour toutes (et bien que le DDL soit de 1), nous pouvons écarter l'hypothèse que la répartition entre bonnes et mauvaises réponses soit due au hasard pour les 3 paires de consonnes. Nos résultats attestent que globalement les auditrices taïwanaises distinguent les occlusives voisées et sourdes correspondantes.

Cependant, vu les différences observées de répartition de bonnes et de mauvaises réponses entre les paires de consonnes, nous pouvons nous demander si la paire /b p/ ne serait pas moins bien discriminée. Nous avons donc comparé les distributions de bonnes et de mauvaises réponses entre les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats de khi 2 indiquent $\chi^2=5,100$ (DDL=2) et $p=0,0781$ (significativité $p<0,05$). Ces résultats ne permettent pas de rejeter l'hypothèse que pour les 3 paires de consonnes, la répartition des bonnes et des mauvaises réponses est la même. Il n'y a donc globalement pas de différence dans les réponses selon la paire de consonnes.

ii. *Influence de la voyelle*

Nous cherchons maintenant à déterminer si la répartition entre les bonnes et les mauvaises réponses a globalement été la même en fonction de la voyelle en coarticulation. Les paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ ont en effet été prononcées en coarticulation avec les voyelles /a i

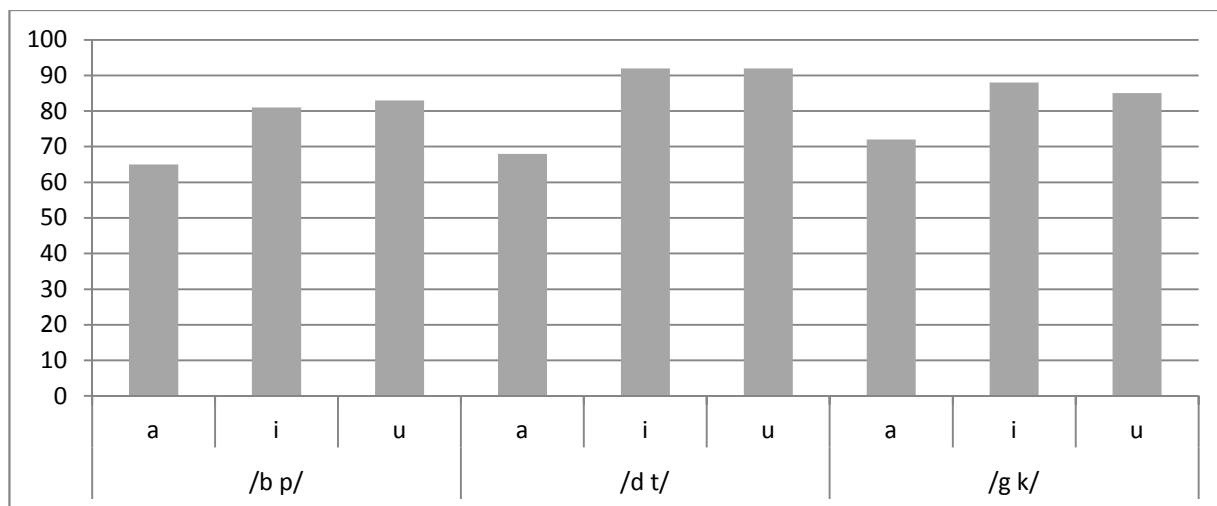
u/. Le Graphique 22 présente le pourcentage de bonnes réponses en fonction de la voyelle (toutes consonnes confondues).



Graphique 22 : Pourcentage global de bonnes réponses en fonction de la voyelle V /a i u/ pour la discrimination des consonnes /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 300 réponses par voyelle)

Nous voyons sur le Graphique 22 que le pourcentage de bonnes réponses semble supérieur avec /i/ (autour de 85%) et inférieur avec /a/ (entre 65% et 70%). Celui avec /u/ est assez proche de celui avec /i/ (261 bonnes réponses avec /i/ et 260 avec /u/). Pour vérifier si le nombre de bonnes et de mauvaises réponses entre les 3 voyelles est différent d'une répartition égale, nous avons effectué un test du khi 2 pour comparer cette répartition. Nous obtenons $\chi^2=46,715$ (DDL=2) et $p<0,0001$ (significativité $p<0,05$). Ces résultats nous permettent de rejeter l'hypothèse d'une distribution égale entre bonnes et mauvaises réponses en fonction de la voyelle en coarticulation. De plus, devant la quasi-égalité de bonnes et de mauvaises réponses selon que la voyelle en coarticulation soit /i/ ou /u/, nous voyons que cette différence provient essentiellement de l'écart entre des réponses avec la voyelle ouverte /a/ et les voyelles fermées /i u/. Les auditrices identifient mieux les consonnes en coarticulation avec des voyelles fermées.

Pour approfondir la question, nous avons voulu voir si cette différence était due à une paire de consonnes en particulier ou constante avec toutes les paires de consonnes. Le Graphique 23 illustre le pourcentage (et le nombre aussi puisqu'il y a exactement 100 stimuli par paire de consonnes et par voyelle) de bonnes réponses en fonction de la paire de consonnes : /b p/, /d t/ et /g k/ et de la voyelle en coarticulation : /a i u/.



Graphique 23 : Pourcentage de bonnes réponses de discrimination des consonnes /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV en fonction de la voyelle en coarticulation V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 100 réponses par voyelle et par paire de consonnes).

Nous observons sur le Graphique 23 que pour les 3 paires de consonnes, le pourcentage de bonnes réponses avec la voyelle /a/ semble inférieur aux réponses avec /i u/. Le taux de bonnes réponses est inférieur à 65% avec /b p/, inférieur à 70% avec /d t/ et à peine supérieur à 70% avec /g k/. Les taux obtenus pour chaque paire de consonnes avec les voyelles fermées /i u/ sont plus proches, voire identiques (avec /d t/), avec des taux entre 80% et plus de 90% de bonnes réponses. Pour vérifier si les différences observées dans la répartition des bonnes et des mauvaises réponses en fonction de la voyelle ne sont pas différentes d'une répartition identique, nous avons effectué un test du khi 2 pour chaque paire de consonnes. Les résultats du test du khi 2 sont transcrits dans le Tableau 49 (en annexe) avec les nombres de bonnes et de mauvaises réponses en fonction de la voyelle, pour chaque paire de consonnes.

Les résultats des tests de khi 2 indiquent, avec $\chi^2 = 10,776$, $32,448$ et $9,662$ et $p = 0,0046$, $p < 0,0001$ et $p = 0,0080$, respectivement pour les paires /b p/, /d t/ et /g k/ que pour toutes les paires, il y a une différence globale dans la répartition des bonnes et des mauvaises réponses en fonction de la voyelle en coarticulation. Le nombre des bonnes et des mauvaises réponses semble indiquer que la différence s'effectue entre la voyelle ouverte /a/ et les voyelles fermées /i u/, notamment avec la paire /d t/ où les résultats en fonction des deux voyelles fermées sont strictement identiques. Avec la voyelle /a/, quelle que soit la paire de consonnes concernée, l'identification de la consonne est la moins bonne.

Nous pouvons ici formuler l'hypothèse que cette différence vienne du fait qu'avec une voyelle fermée, les caractéristiques des occlusives françaises soient plus proches de celles de la langue d'origine des auditeurs : le chinois. L'opposition en chinois se faisant par le trait d'aspiration, l'on peut voir s'il existe une différence de VOT des occlusives françaises en fonction de la voyelle. Si effectivement nous en observions une, cela pourrait indiquer que ces auditrices utilisent plus le délai d'établissement du voisement pour distinguer les occlusives qu'une simple identification de présence de voisement au moment du relâchement (indice essentiel en français). Nous analyserons ces différents éléments dans notre partie concernant les *analyses acoustiques*. Nous pouvons cependant déjà annoncer que nous avons observé (en position

initiale toutefois, ce qui nous conduit ici à extrapoler) un VOT plus court pour les occlusives (sourdes (VOT positif) et voisées (VOT négatif)) des locutrices françaises analysées en coarticulation avec la voyelle /a/ par rapport à celui obtenu avec les voyelles /i u/, excepté avec /d/ où il n'y a pas d'influence de la voyelle⁶⁴. De la sorte, l'écart de VOT entre sourdes et sonores est réduit lorsque la voyelle en coarticulation est /a/. Il y a bien une différence de VOT en français en fonction de la voyelle en coarticulation. Cela semble conduire à une discrimination plus difficile pour ces auditrices habituées à opposer les occlusives avec ce trait. Le fait que le /d/ soit moins concerné, puisqu'il n'y a pas de différence globale de VOT en fonction de la voyelle (et nous avons observé une durée de VOT plus longue qu'avec /b g/), peut expliquer qu'il ait été mieux discriminé de /t/, notamment avec /a/.

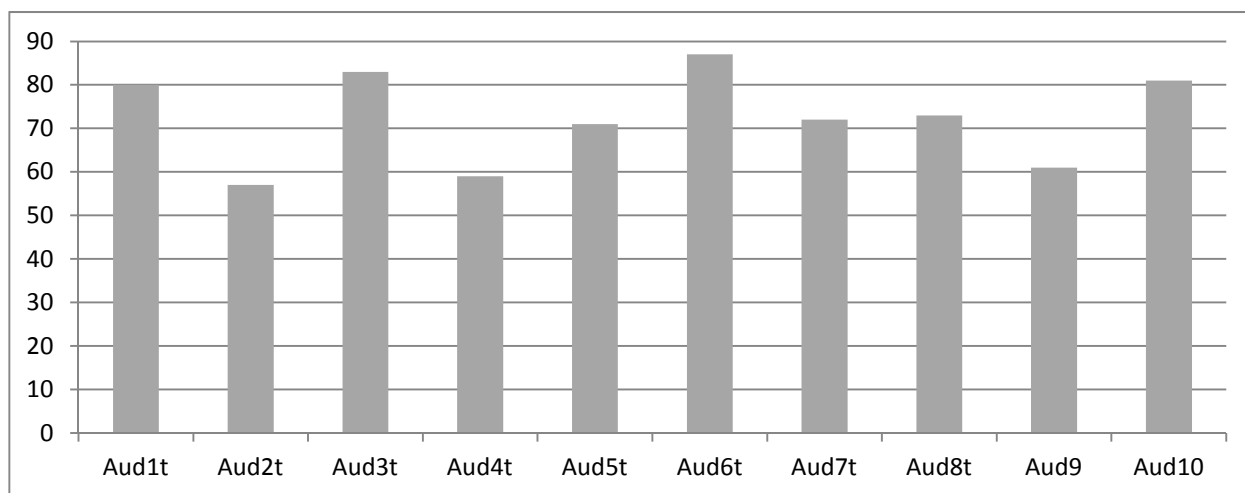
De tout ceci, nous pouvons déduire que les auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé utilisent majoritairement comme premier indice de discrimination entre occlusives sourdes et voisées des indices issus de leur langue d'origine.

b. Résultats par auditrice

Nous observons maintenant s'il existe des différences entre les auditrices. Ainsi, nous allons voir successivement si toutes les auditrices distinguent bien occlusives sourdes et sonores, globalement et par paire de consonnes. Nous verrons ensuite si la différence d'identification observée en fonction de la voyelle existe pour toutes.

i. *Distinction sourdes/sonores par auditrice*

Nous mesurons ici la distribution des réponses entre bonnes et mauvaises réponses pour chaque auditrice. Nous voyons si toutes les auditrices distinguent bien les sourdes et les sonores. Un taux de bonnes réponses proche de 50% indiquerait la possibilité que l'auditrice ait répondu au hasard. Le nombre de bonnes réponses par auditrice (10 auditrices taïwanaises : Aud1t à Aud10t, 90 réponses par auditrice) est illustré sur le Graphique 24.



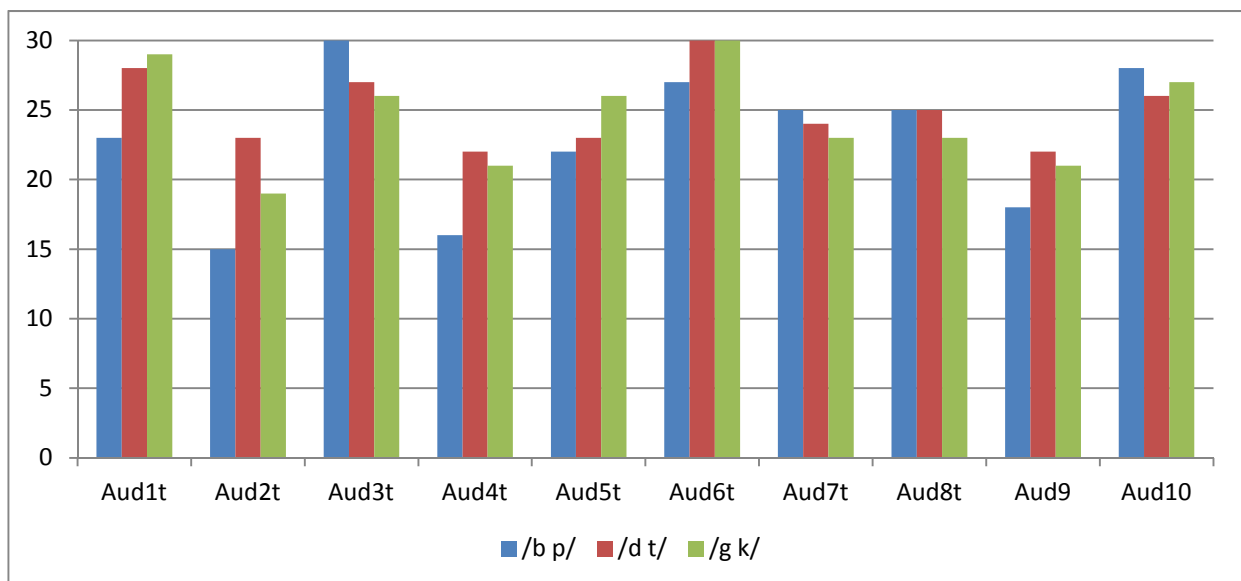
Graphique 24 : Nombre de bonnes réponses de discrimination des consonnes C /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice)

⁶⁴ Voir : *Etude de l'influence de la voyelle sur le VOT des consonnes /b p d t g k/ produites par les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises*

Nous observons sur le Graphique 24 des proportions assez inégales entre bonnes et mauvaises réponses entre les auditrices. Certaines auditrices, comme Aud1t, Audt3t (=Loc3t), Aud6t (=Loc6t) et Aud10t ont 80 ou plus de bonnes réponses sur un total de 90. Au contraire, Aud2t, Aud4t et Aud9t ont des résultats plus proches de la moitié (=45) avec des nombres de bonnes réponses entre 55 et 65. Pour voir si ces répartitions de bonnes et de mauvaises réponses sont différentes d'une distribution aléatoire, et puisque nous nous intéressons ici à chaque locutrice individuellement, nous avons effectué un test de khi 2 et comparé cette distribution avec une valeur de référence de 45. Le nombre de bonnes et de mauvaises réponses de chaque auditrice et les résultats individuels du khi 2 sont transcrits dans le Tableau 50 (en annexe).

Les résultats des tests de khi 2 indiquent que pour toutes les locutrices individuellement, il faut rejeter l'hypothèse selon laquelle la distribution entre bonnes et mauvaises réponses soit due au hasard. Ainsi, il y a globalement pour chaque auditrice une distinction entre occlusives sourdes et sonores.

Cette analyse globale est cependant susceptible de cacher des différences selon la paire de consonnes concernée : /b p/, /d t/ et /g k/. Le Graphique 25 présente le nombre de bonne réponses pour chaque paire de consonnes (/b p/, /d t/ et /g k/) en fonction de l'auditrice taïwanaises (Aud1t à Aud10t).



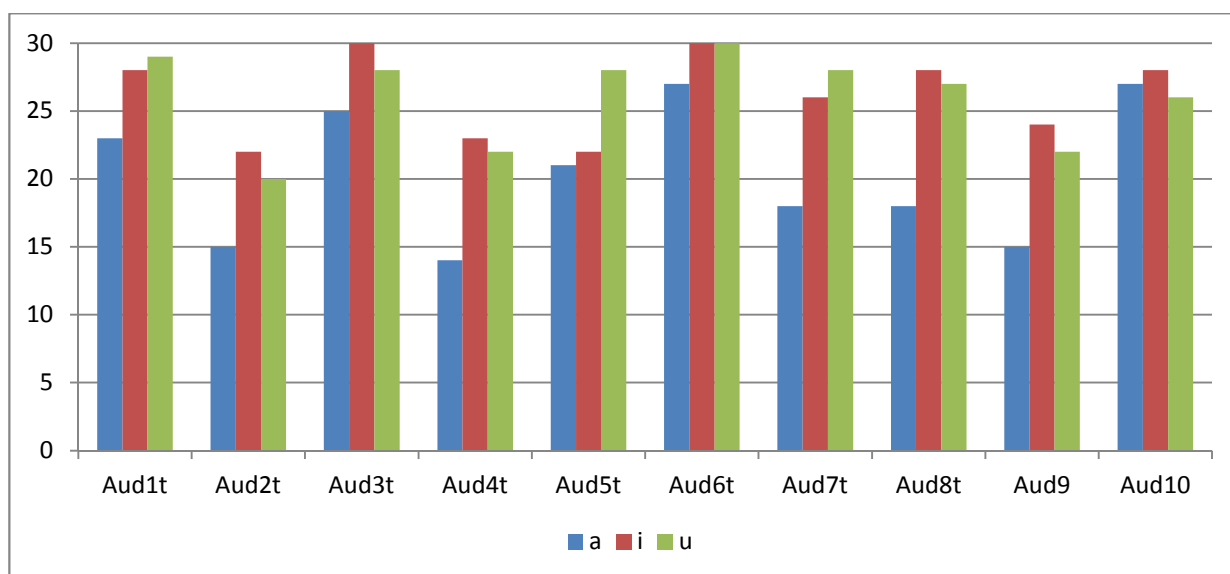
Graphique 25 : Nombre de bonnes réponses de discrimination pour chaque paire de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (30 réponses par auditrice et par paire)

Nous observons sur le Graphique 25 des résultats assez différents selon les auditrices. Pour certaines, comme Aud7t ou Aud8t, il y a peu de différences dans le rapport bonnes/mauvaises réponses selon le couple de consonnes. Au contraire, pour des auditrices comme Aud2t ou Aud4t, il y a plus de différences, notamment entre la paire /b p/ et /d t/, au point que pour la paire /b p/, avec 15 bonnes réponses sur 30, on peut considérer que les réponses ont été faites au hasard. Au contraire, Loc3t et Loc6t ont obtenu des scores de 30/30 bonnes réponses pour certaines paires.

Pour vérifier que les locutrices distinguent individuellement bien toutes les paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/, nous avons effectué un test du khi 2 pour chaque paire de chaque locutrice. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 51 (en annexe). Les résultats indiquent qu'à partir de 9 erreurs pour une paire de consonnes (sur 30 réponses), il n'est plus possible d'écarter l'hypothèse que les réponses ont été faites au hasard et que les paires de consonnes ne sont pas bien distinguées. C'est le cas pour Aud2t, Aud4t et Aud9t avec les paires /b p/ et /g k/. Il est intéressant de noter que pour ces 3 auditrices, l'absence de distinction se fasse exactement sur les mêmes paires. Elles ont toutes les 3 identifié la paire /d t/ et uniquement celle-là (dans le détail, les résultats se sont joués à 1 erreur près pour 2 auditrices et à 2 erreurs pour la troisième). Les autres auditrices ont bien distingué les 3 paires de consonnes.

ii. *Distinction des consonnes en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/)*

Nous étudions dans cette partie l'influence de la voyelle en coarticulation sur les réponses individuellement fournies des 10 auditrices taiwanaises (Aud1t à Aud10t) pour la discrimination des paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Nous avons déjà observé que globalement, pour l'ensemble des locutrices, il y avait une moins bonne discrimination des consonnes lorsque la voyelle en coarticulation était /a/. Nous nous attendons donc à observer ce phénomène sur un grand nombre d'auditrices. Le nombre de bonnes réponses en fonction de la voyelle pour chaque locutrice est illustré sur le Graphique 26.



Graphique 26 : Nombre de bonnes réponses de discrimination en fonction des voyelles V /a i u/ pour les paires de consonnes C /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V = /a i u/ par 10 auditrices taiwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (30 réponses par voyelle par auditrice)

Nous observons sur le Graphique 26 que la plupart des auditrices semblent en effet avoir un moins bon score lorsque la voyelle en coarticulation est /a/. La seule auditrice pour qui cela ne semble pas être le cas est Aud10t. Aud5t, pour qui les réponses avec /a/ sont en effet les moins bonnes, ne semble pas avoir une différence importante de rapport bonnes/mauvaises réponses si la voyelle est /a/ ou /i/. Le score avec /u/ semble cependant supérieur. Enfin, notons que pour Aud2t, Aud4t et Aud9t, les 3 locutrices qui ne distinguent pas les paires /b p/ et /d t/, le score avec la voyelle /a/ est au maximum à 15/30 et même inférieur pour Aud4t.

Ainsi, nous nous intéressons maintenant à observer si les réponses en fonction de la voyelle sont dues au hasard. Pour cela, nous avons effectué un test du khi 2 pour évaluer si la répartition entre les bonnes réponses et les mauvaises réponses de chaque locutrice en fonction de chaque voyelle (/a i u/) était différente d'une répartition en 15/15 sur 30 réponses, soit statistiquement due au hasard. Les résultats du test du khi 2 pour la répartition des bonnes et des mauvaises réponses en fonction de la voyelle /a i u/ en coarticulation (avec « 15 » comme valeur de référence d'une distribution plate pour 30 réponses par voyelle et par auditrice) que nous pouvons voir sur le Tableau 52 (en annexe) montrent que 6 auditrices sur 10 ont répondu au hasard quand la voyelle était /a/ : ce sont les auditrices Aud2t, Aud4t, Aud5t, Aud7t, Aud8t et Aud9t. Pour les autres voyelles, une seule locutrice a obtenu une répartition que l'on ne peut pas distinguer du hasard, il s'agit de Aud2t pour la voyelle /u/ (elle ne distingue pas non plus avec /a/). Remarquons enfin que pour Aud5t, pour qui il nous avait semblé que la différence était mince entre l'identification des consonnes lorsque la voyelle était /a/ ou /i/, cette petite différence a compté pour que la discrimination avec /a/ soit attribuée au hasard et pas celle avec /i/. Ces résultats confirment qu'une majorité des auditrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé qui ont participé à ce test ne distinguent pas les occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ lorsque la voyelle en coarticulation est /a/.

Nous avons proposé dans cette partie un test de discrimination AX à 10 auditrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé avec des stimuli de type CV (C=/b p/, /d t/ ou /g k/) et V= /a i u/). Ces stimuli ont été attestés comme de bons exemplaires par 4 évaluateurs natifs experts. Les résultats montrent que si globalement, une distinction est faite entre occlusives sourdes et sonores, 3 auditrices ne distinguent pas les paires /b p/ et /g k/ : Aud2t, Aud3t et Aud9t. la voyelle a un effet sur la discrimination : les paires de consonnes sont moins bien discriminées avec /a/ qu'avec des voyelles fermées /i u/. Individuellement, 6 auditrices sur les 10 ont des réponses qui semblent dues au hasard : Aud2t, Aud4t, Aud5t, Aud7t, Aud8t et Aud9t lorsque la voyelle est /a/. Une auditrice (Aud2t) a répondu au hasard avec la voyelle /u/. Ces résultats montrent que 1) toutes les auditrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé ne discriminent pas bien les occlusives sourdes et voisées françaises, excepté la paire /d t/ et 2), la discrimination des occlusives françaises par ces auditrices s'effectue (ou est aidée) majoritairement par des indices issus de leur langue première et non par la présence de voisement. De plus, selon le type de voyelle en coarticulation, les consonnes ne sont pas discriminées de la même façon. Ainsi, une distinction allophonique est faite, entre les consonnes présentant de l'aspiration (devant une voyelle fermée) et celles n'en présentant pas (devant /a/, une voyelle ouverte). Toutes les consonnes d'une même catégorie française ne sont pas identifiées de la même façon par ces auditrices, certaines étant confondues avec les voisées, d'autres reconnues comme des sourdes. Il semblerait ainsi que les consonnes voisées et sourdes devant /a/ soient confondues par ces locutrices à des consonnes sourdes du chinois mandarin, et les consonnes sourdes devant des voyelles fermées identifiées à des consonnes sourdes aspirées du chinois mandarin.

Ainsi, nous avons confirmé par deux tests de perception : un effectué par des natives sur des productions de non-natives et un test effectué avec des non-natives sur des productions vérifiées de et par des natives que les locutrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français rencontrent toujours des difficultés en production et en perception avec l'opposition de voisement des occlusives du français. Des différences importantes selon les locutrices ont également été observées.

Chapitre III- Etude des paramètres acoustiques du voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans les contextes vocaliques /a i u/ en positions initiale, intervocalique et finale de logatome

Nous analysons dans cette partie différents indices acoustiques concernant la réalisation de l'opposition de voisement en français pour les occlusives voisées /b d g/ et sourdes /p t k/ dans des logatomes CVCVCVC du corpus PhoDiFLE enregistré par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises. Les indices acoustiques analysés concernent d'abord la présence ou non de murmure glottal, sa quantification et sa répartition sur la consonne avec les indices de VOT, de v-ratio et de v-pattern. Ces différents indices sont mis en rapport avec la durée de la consonne et d'autres indices indirectement liés à ce voisement : la durée de la phase d'occlusion, la durée de la voyelle précédente, la hauteur de la F0 au début de la voyelle suivante ou en fin de voyelle précédente. Ces éléments sont analysés globalement pour les deux groupes, mais également individuellement afin d'établir des profils de locutrices pour les non-natives.

Les différentes analyses ont permis de montrer une hétérogénéité dans notre groupe de locutrices, avec des locutrices réalisant une vibration des plis vocaux pour les occlusives voisées du français et celles ne la réalisant pas. Entre ces deux catégories, des locutrices obtiennent des résultats intermédiaires, et des variations importantes apparaissent pour elles entre les contextes facilitant le voisement (position intervocalique) et celles où le voisement est le plus difficile, comme avec la consonne /g/, ou comme en position finale. La présence de voisement sur la consonne, lorsqu'elle est partielle, se répartit sur le début de la consonne, indiquant son non maintien jusqu'à l'occlusion. Ceci est certainement accentué par le fait que peu de locutrices taïwanaises distinguent la durée des occlusives entre sourdes et sonores. Une durée plus longue ne favorise pas le voisement. Les occlusives phonologiquement voisées plus courtes sont d'ailleurs le plus souvent voisées phonétiquement. Le VOT nous apprend que parmi ces locutrices certaines distinguent cependant les consonnes des deux groupes, entre un VOT positif court et un plus long, reproduisant ainsi l'opposition d'aspiration de leur L1.

Pour les autres indices associés au voisement, nous avons remarqué que globalement, la tendance est que les locutrices qui produisent le plus de voisement produisent le plus les autres indices associés. Une locutrice parmi celles qui voisent le plus se distingue de cette observation en ne produisant que peu des autres indices non directement liés à la vibration des plis vocaux. A l'inverse, certaines locutrices qui utilisent peu ou pas la vibration des plis vocaux marquent occasionnellement des distinctions pour les autres indices. Pour la durée de la voyelle précédente, les natives produisent des voyelles plus longues devant des occlusives voisées, ce qui n'est le cas que pour près de la moitié des non-natives. La fréquence fondamentale au début de la voyelle suivante est assez systématiquement plus élevée après une occlusive sourde pour les natives. Pour les non-natives, une distinction est observée plus souvent chez les locutrices qui produisent le plus de voisement et ne l'est pas chez celles qui en produisent le moins. Il y a cependant des exceptions : une locutrice ayant un taux élevé de voisement ne distingue pas systématiquement ici (pas plus qu'elle ne distingue la durée de la voyelle précédente). Enfin, concernant la F0 en fin de voyelle précédente, peu de locutrices natives la font toujours pour toutes les paires, mais moins encore ne la font jamais. Au contraire, la majorité des non-natives ne la font jamais. Pour celles qui la font, une seule l'a faite systématiquement. Le profil quant à celles qui la font occasionnellement n'est pas homogène et semble plus dépendre de facteurs individuels.

Globalement, pour les indices analysés, nous observons des locutrices qui produisent l'opposition de voisement en utilisant les indices comme des natives, sinon plus systématiquement encore, certaines qui au contraire semblent ne faire qu'une opposition d'aspiration, et enfin celles qui entre les deux ne font pas la distinction ou dans un cas inverse parfois le rapport.

Ce chapitre présente les différentes analyses effectuées sur les paramètres acoustiques généralement liés au voisement (voir : *Les indices du voisement*, p. 31). Nous nous intéressons ainsi aux mesures concernant directement le voisement : le VOT (*Voice Onset Time*), le v-ratio, le v-pattern, la présence de F0 au moment du relâchement, et d'autres indices indirects liés à la consonne : la durée de l'occlusion, ou aux phonèmes environnants : la durée de la voyelle précédente et la F0 à la fin de la voyelle précédente ou au début de la voyelle suivante.

Cette partie du chapitre focalise exclusivement sur les consonnes produites dans des logatomes du corpus PhoDiFLE. Il s'agit des occlusives phonologiquement voisées /b d g/ et phonologiquement sourdes /p t k/ du français, produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où

$C_1=C_2=C_3=C_4= /p t k b d g/$

V= /a i u/ (même voyelle dans tout le logatome)

par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.

Dans ce chapitre, nous analyserons d'abord les productions des locutrices natives, ce qui nous servira de référence. Ensuite, nous analyserons les productions des locutrices non-natives. Devant la possibilité, forte, que les locutrices taïwanaises aient individuellement des stratégies différentes, ou des niveaux différents, nous dresserons le comportement de chacune de ces locutrices : natives – pour la ou les références – et non-natives.

Chapitre 3. Première partie – Propriétés générales du corpus pour l’analyse des paramètres de voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄

Cette partie présente le statut des différentes consonnes des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄.

- C1 : initiale. La position initiale sera analysée comme consonne post-pausale pour les locutrices Loc2f, Loc3f, Loc4f et Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t, les 8 autres locutrices françaises et les 3 autres locutrices taiwanaises ayant majoritairement enchainé les logatomes à la phrase cadre.
- C2 et C3= intervocalique. Les positions intervocaliques : positions 2 et 3 pourront être distinguées, certaines locutrices ayant allongé la dernière syllabe du logatome avec C3, qui en est l’attaque. Il s’agit des locutrices Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f et Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t, Loc11t.
- C4 = finale. En position finale, nous ne distinguerons pas les cas où la consonne est suivie d’un schwa (puis d’une pause) ou directement d’une pause. Néanmoins, nous excluons les occurrences et la locutrice ayant enchainé à la phrase cadre : Loc4t (et des occurrences de Loc11t). La locutrice loc11t sera également écartée de certaines analyses de position finale, n’ayant pas allongé la dernière voyelle du logatome, de même que les 5 locutrices taiwanaises dans le même cas : Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t.

Nous présentons dans cette partie le processus de traitement des données et définissons les caractéristiques des consonnes C = /p t k b d g/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V = /a i u/) pour le corpus PhoDiFLE⁶⁵ en fonction de leur position. Pour la présentation et la procédure d’enregistrement du corpus PhoDiFLE, voir : *Le corpus PhoDiFLE*.

Nous exposons ici le processus de segmentation et détaillons les différentes difficultés et choix de segmentation qui se sont présentés à nous pour l’étude de ces logatomes. Nous proposons une analyse préliminaire des caractéristiques des enregistrements effectués pour les différentes positions de consonnes et de voyelles dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ étudiés.

1. Processus de traitement des données

Nous présentons ici le processus de traitement des données issues du corpus PhoDiFLE que nous avons enregistré et présenté dans le chapitre précédent⁶⁶.

Les fichiers son ont été segmentés sous *Praat* (Boersma et Weenink, 2012) de la manière suivante :

- Nous avons d’abord segmenté tous les logatomes et une partie de la phrase cadre sur une tire par fichier son (correspondant à une répétition de cette partie du corpus).
- A l’aide de MATLAB (MATLAB and Statistics Toolbox, R2010a), nous avons extrait automatiquement tous les logatomes ainsi segmentés en une série de plus petits fichiers son avec leur fichier Textgrid correspondant, contenant une tire (tire « ortho » sur la Figure 23).
- A l’aide d’un script *Praat* utilisant les fonctions de « *Easyalign* » (Goldman, 2011), nous avons segmenté automatiquement en SAMPA⁶⁷ avec vérification manuelle post-segmentation automatique, l’ensemble des fichiers ainsi découpés. Cette segmentation donne lieu à 5 tires

⁶⁵ Pour la présentation du corpus, voir le chapitre : *Le corpus PhoDiFLE*

⁶⁶ Voir : *Le corpus PhoDiFLE*

⁶⁷ <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/french.htm> ; le schwa est codé @

différentes : 1) la segmentation des phonèmes, 2) les frontières des syllabes⁶⁸, 3) la frontière au début du relâchement de la consonne, 4) la frontière marquant le début du voisement lié à l’occlusive, 5) conservation de la tire d’origine indiquant le logatome dans son ensemble (Figure 23).

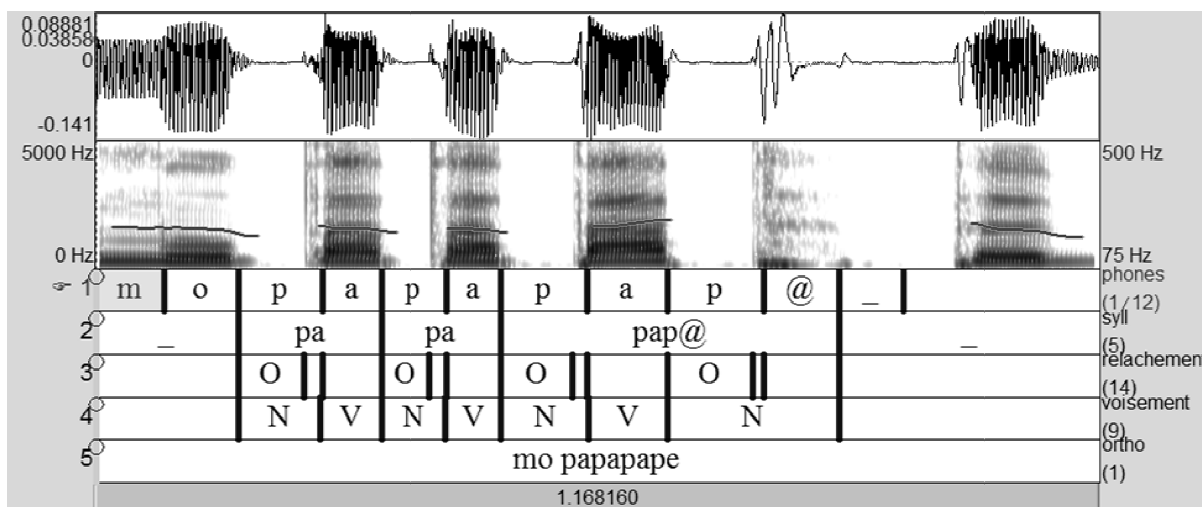


Figure 23 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot papapape peut bien coller », avec 5 Tires pour le Textgrid : 1) la segmentation des phonèmes (phones), 2) les frontières des syllabes (syll), 3) la frontière au début du relâchement de la consonne (relachement), 4) la frontière marquant le début du voisement lié à l’occlusive (voisement), 5) conservation de la tire d’origine indiquant le logatome dans son ensemble (ortho)

A partir de ce Textgrid, nous avons conçu un script *Praat* (Boersma et Weenink, 2012) permettant de calculer les paramètres qui nous intéressent et que nous présentons ci-dessous. Le script⁶⁹ mesure ainsi sur le segment correspondant à la consonne elle-même : détection de la présence ou de l’absence de la fréquence fondamentale au début du relâchement, le VOT, le v-ratio, le v-pattern, la durée totale de la consonne, de l’occlusion, du relâchement et l’intensité du relâchement. Il calcule sur le segment correspondant au phonème précédent : la durée, la fréquence fondamentale à la fin de la voyelle. Enfin, il mesure sur le phonème suivant la fréquence fondamentale au début de la voyelle⁷⁰.

2. La position initiale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$

La consonne réalisée en première position du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ est par définition en « position initiale » du logatome. Les consonnes en position initiale réalisées pour notre étude sont soit séparées de la phrase cadre par une pause, soit elles ne le sont pas. Nous présentons ici les difficultés rencontrées pour l’interprétation de la consonne initiale du logatome puis nous définissons les principes utilisés pour la segmentation de la consonne dans cette position.

⁶⁸ Afin d’homogénéiser la segmentation, chaque logatome a été segmenté en trois syllabes, présence de schwa en fin de logatome ou non. Ainsi, la dernière syllabe contient toujours deux consonnes.

⁶⁹ Voir ANNEXES : Document 9 : Script Praat utilisé pour l’analyse des différents paramètres du voisement

⁷⁰ Toutes les données n’ont pas été exploitées dans notre thèse.

a. Définir une pause avant une occlusive en position initiale : difficultés d'interprétation

Comme nous l'avons mentionné dans la procédure d'enregistrement du corpus PhoDiFLE⁷¹, nous avons demandé aux locutrices de « détacher » les mots inexistant, c'est-à-dire les logatomes, du reste de la phrase (cadre). Ainsi, nous nous attendons à trouver une pause silencieuse avant (et après) les logatomes. Nous qualifierons les occlusives en position initiale précédées d'une pause d'occlusives « initiales post-pausales ».

Cependant, et c'est là une difficulté pour notre étude, les consonnes occlusives, en particulier les occlusives sourdes, ont la particularité de pouvoir elles-mêmes débiter par une phase silencieuse (qui correspond à la tenue de la consonne et qui n'est pas une pause). Cette phase silencieuse est une particularité standard des occlusives sourdes, mais elle est également possible lors de la réalisation des occlusives voisées, qui peuvent être dévoisées au début de la tenue, ou non voisées à la fin de la tenue ou ne pas être voisées tout au long de la tenue, selon les langues et/ou selon leur position dans la phrase ou le mot. En français également, bien qu'un murmure de voisement soit attendu sur toute la durée de la consonne voisée, un procédé de dévoisement – total ou partiel – est possible, par des natives, et plus encore par des non-natives, comme nous pouvons l'observer sur la Figure 24.

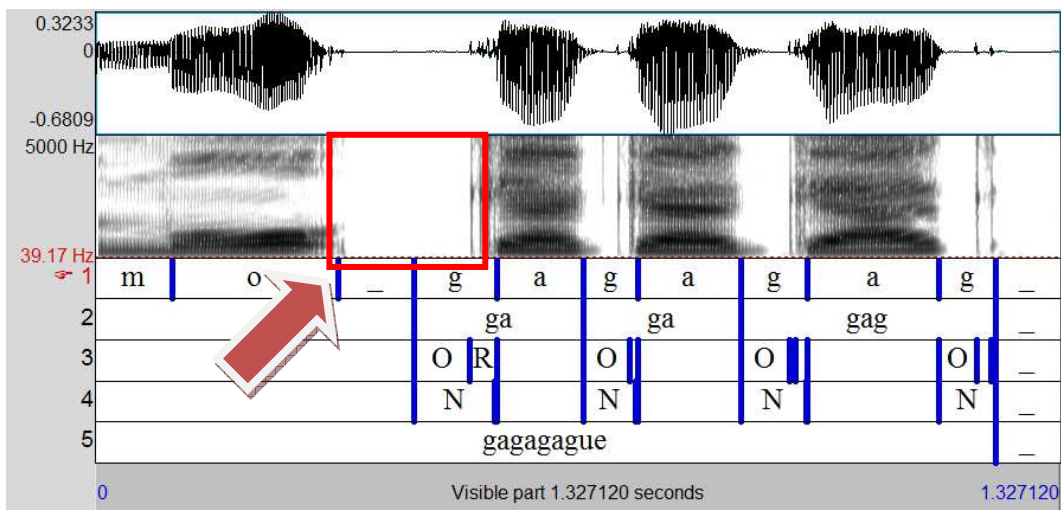


Figure 24 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) sous Praat du logatome « gagagague » réalisé par la locutrice taïwanaise Loc1t dans la phrase cadre : « le mot gagagague peut bien coller » : la séparation entre la pause et le silence au début de l'occlusive voisée ne peut être qu'arbitraire si on ne possède pas de données articulatoires

Ainsi, devant la consonne en position initiale, il peut y avoir un silence qui soit une pause et un silence qui soit une partie de la consonne. Or, sans données articulatoires et seulement à partir du signal acoustique, on ne peut pas distinguer un silence-pause d'un silence appartenant à la consonne. En conséquence, à partir du moment où apparaît un silence devant une occlusive en position initiale, il n'est pas possible de mesurer la durée de la tenue de celle-ci. Nous voyons sur la Figure 24 que nous avons segmenté le début du /g/ au milieu de cette pause sans indice particulier pour pouvoir conforter ce choix (la segmentation est donc arbitraire). Tout aussi problématique, cette pause pouvant elle-même être relativement courte (mais quelle que soit la durée, la question se pose) et donc entièrement interprétable comme

⁷¹ Voir : *Préparation et consignes pour l'enregistrement des tâches*

partie intégrante de la consonne, il n'est pas non plus toujours possible de déterminer si cette consonne est bien post-pausale.

Pour résoudre ce problème, il suffirait que la pause ait elle-même une durée suffisante pour pouvoir supposer (sans être toujours certain) qu'il y ait bien là une pause. Mais il existe des pauses courtes, et une pause, même courte, reste une pause. Nous avons pu observer que les natives elles-mêmes, lors de la production des occlusives voisées, produisent des pauses très courtes entre le « o » final du mot « mot » de la phrase cadre et la consonne voisée (comme sur la Figure 25). Il est possible d'envisager ces silences, courts ou très courts, comme des pauses. Il nous a fallu poser des critères de segmentation pour répondre aux différentes situations.

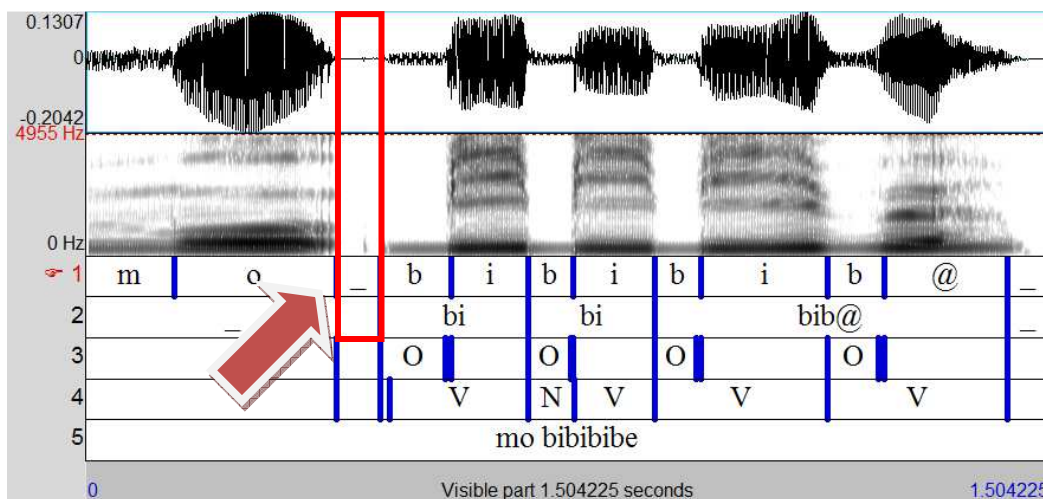


Figure 25 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « bibibibe » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot bibibibe peut bien coller » et mise en évidence du silence/pause devant la première consonne du logatome

b. Principes de segmentation de la consonne initiale

Nous avons ainsi déterminé des principes pour la segmentation des consonnes initiales.

- Premier principe : le respect de la consigne. Dans la mesure où une pause est demandée dans la consigne, nous avons considéré que chaque fois qu'il y avait un silence devant une consonne initiale, il devrait y avoir une pause. Ainsi, sauf dans les cas de l'application du deuxième principe, nous avons considéré qu'il y a une pause devant les occlusives phonétiquement sourdes ou présentant un silence avant la phase de relâchement.
- Deuxième principe : la régularité. Pour les locutrices ayant produit un voisement continu pour les occlusives voisées entre la fin du dernier mot de la phrase cadre (avant le logatome) jusqu'au début du logatome, et cela dans la majorité des cas, nous avons supposé que pour les occlusives sourdes, il ne devait pas non plus y avoir de pause entre la phrase cadre et le début du logatome. Pour ces locuteurs, il est raisonnable d'admettre que s'ils ne font pas de pause pour les voisées, ils n'en font pas non plus pour les sourdes. Ce principe n'est malheureusement pas applicable aux locutrices qui ne produisent pas de prévoisement sur les occlusives phonologiquement voisées (nous avons alors utilisé le premier principe).
- Nous avons ainsi conservé pour nos analyses des consonnes initiales post-pausales uniquement les occurrences des locutrices qui produisent plus de 75% d'occurrences avec une pause manifeste avant la position initiale (sachant que dans les faits, soit les

locutrices ont marqué une pause dans la quasi-totalité des cas, soit elles n'en ont marqué que de façon exceptionnelle (selon nos principes d'interprétation)). Nous recensons maintenant les occurrences enchaînées ou non de chaque locutrice.

c. Evaluation des logatomes enchaînés à la phrase cadre (en initiale)

Nous présentons ici les occurrences et les locutrices qui ont enchaîné les logatomes à la phrase cadre, générant ainsi des positions initiales de logatomes enchaînées ou post-pausales. Les occurrences en position initiale enchaînées à la phrase cadre par les locutrices françaises et taïwanaises sont comptabilisées dans le Tableau 53 (en annexe). Les locutrices françaises ont globalement plus souvent enchaîné les logatomes à la phrase cadre : 59,6% des cas pour les Françaises contre 11,7% des cas pour les Taïwanaises.

Seules les locutrices suivantes ont ainsi produit au moins trois-quarts des occurrences sans enchaîner à la phrase cadre :

- 3 locutrices françaises : Loc2f, Loc3f, Loc4f
- 8 locutrices taïwanaises : Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t

Cette différence peut s'expliquer par le fait que certaines locutrices taïwanaises ne voient pas les occlusives phonologiquement voisées, ce qui permet d'envisager une pause devant ces consonnes, ce qu'il n'est ni possible de confirmer ni d'infirmier dans tous les cas.

d. Consonnes initiales post-pausales ou non : quelles consonnes étudier ?

La première consonne du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ est par définition en « position initiale de logatome ». Précédée ou non d'une pause, la position initiale de mot reste une position forte (Straka, 1963 ; Fougeron, 1998 ; Vaissière, 1988, 2001, 2010). Aussi, pourquoi distinguer les consonnes post-pausales des autres en tant que consonne en position initiale ? Nous l'avons fait pour 4 raisons :

- 1- Les conditions de réalisation sont différentes
- 2- Ces consonnes n'étaient pas attendues
- 3- Mesurer la durée
- 4- Mesurer un départ de voisement

La première raison pour laquelle il faut distinguer ces consonnes est qu'une consonne précédée d'une pause, ce n'est pas exactement le même contexte articulatoire qu'une consonne précédée d'une voyelle⁷² : par exemple, le voile du palais est abaissé durant le silence. Si nous voulons contrôler ce paramètre, il nous faut faire la distinction.

La deuxième raison est que les occurrences où il n'y a pas de pause avant le logatome ne respectent pas la consigne. Il est important de les distinguer.

La troisième raison pour effectuer cette distinction est, rappelons-le, qu'il n'est pas possible de mesurer la durée des occurrences de consonnes initiales post-pausales. Ainsi, tous les

⁷² Même si en réalité, la présence ou l'absence de pause ne bloque pas tous les phénomènes de chevauchements de gestes articulatoires (voir Fougeron, 1998)

paramètres impliquant une mesure de la durée de la consonne ou de la phase d'occlusion sont impossibles pour ces consonnes.⁷³

La quatrième raison de cette distinction concerne la mesure du VOT (*Voice Onset Time*)⁷⁴. Si le voisement est ininterrompu avec le phone précédent, comme pour les occlusives voisées du français, alors le VOT n'est pas mesurable. Cette analyse nécessite en français des consonnes en position initiale post-pausale.

3. Deuxièmes et troisièmes positions du logatome - positions intervocaliques

De par sa nature, la position intervocalique – qui correspond aux consonnes C₂ et C₃ du logatome C₁VC₂VC₃VC₄ – est plus aisée à déterminer. Elles sont segmentées relativement aux voyelles qui les entourent et au formant lié à la cavité antérieure. Il s'agit de F2 pour /a u/ et de F3 pour /i/. La Figure 26 illustre la segmentation du logatome « babababe ».

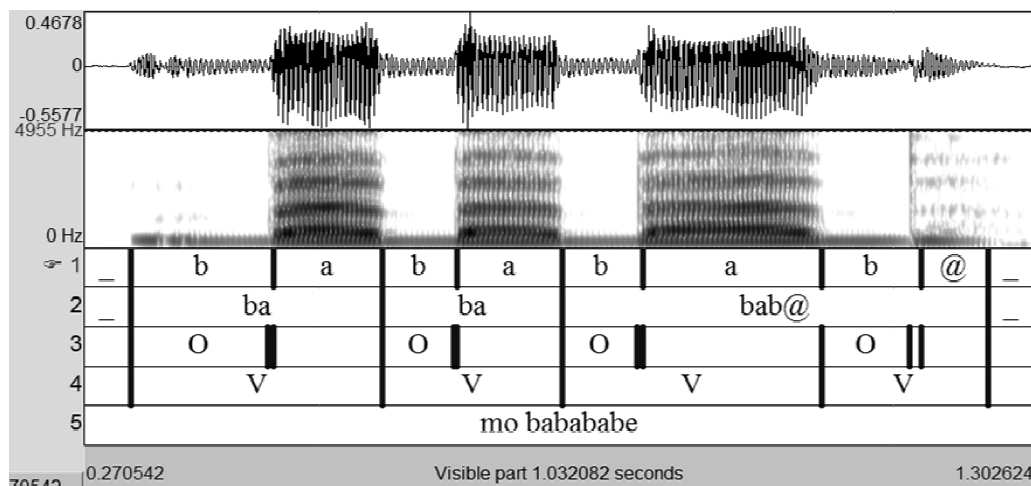


Figure 26 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc6f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller »

La difficulté rencontrée concerne les occlusives pour lesquelles l'occlusion n'est pas complète. La position intervocalique favorise une obstruction non complète du conduit vocal. Dans ces cas-là, des formants visibles traversent la consonne, comme nous pouvons l'observer pour une locutrice française sur la Figure 27 pour les deux /d/ en positions intervocaliques (positions 2 et 3 du logatome C₁VC₂VC₃VC₄). Pourtant, la consonne est prononcée et il faut la segmenter. Les formants dont il est question sont généralement moins intenses, néanmoins, cela peut contrarier notre règle d'une segmentation à l'aide du formant dû à la cavité antérieure. Nous segmentons alors lorsque l'intensité du formant diminue fortement. Il s'agit dans l'ensemble de consonnes plutôt plus courtes que les autres.

⁷³ Notons cependant que cette raison n'était pas une priorité ici puisque dans tous les cas nous ne ferons pas la mesure de durée de consonnes en positions initiales : ces occurrences n'étaient pas attendues, elles n'existent pas pour toutes les locutrices (puisque certaines ont bien respecté la consigne) et la voyelle de la phrase cadre qui précède ces consonnes n'est pas prévue dans nos analyses.

⁷⁴ Voir : *Chapitre 3. Deuxième partie – VOT*

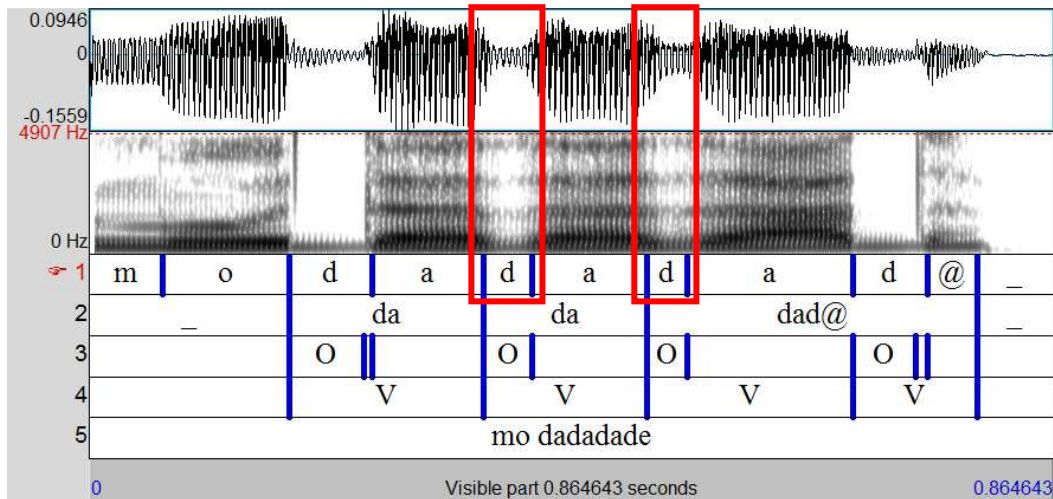


Figure 27 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « dadadade » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de 2 occurrences de /d/ en position intervocalique réalisées sans relâchement et sans occlusion complète

4. La position finale

Les consonnes (C_4) prononcées en dernière position de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ sont en position finale de logatome. La position finale pose trois types de difficultés : 1) La première difficulté concerne l'enchaînement possible à la phrase cadre. Il s'agit en fait exactement du même problème que pour la position initiale puisque le premier mot qui suit le logatome est le mot « peut », où le premier son est la consonne occlusive sourde /p/. 2) La deuxième difficulté concerne la prononciation d'un schwa après la consonne. Si ce schwa est prononcé comme une voyelle à part entière, alors la consonne est certes la dernière consonne, mais ce n'est pas le dernier son du logatome et sa position par rapport à la dernière voyelle n'est plus la même (avant ou après) : elle peut alors être, en quelque sorte, en initiale de syllabe 3) L'absence de relâchement pour la consonne finale. Nous présentons ici la façon dont nous avons traité ces situations pour la segmentation et les analyses.

a. L'enchaînement à la phrase cadre

Comme nous l'avons vu précédemment, la phrase cadre continue après le logatome avec le mot « peut ». La présence de l'occlusive sourde /p/ garantit dans la grande majorité des cas la présence d'un silence correspondant à la tenue de la consonne après le logatome. Il est cependant impossible de déterminer si ce silence est précédé d'une pause. Nous pouvons voir sur la Figure 28 un cas de segmentation d'une pause entre la fin du logatome et le /p/ du mot « peut » de la phrase cadre.

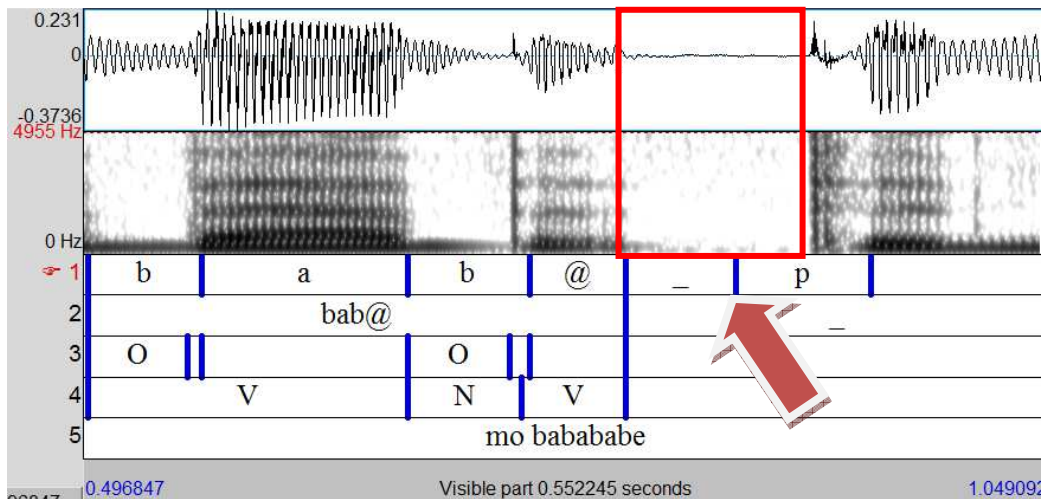


Figure 28 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc9f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence du silence précédant la consonne /p/ du mot « peut » de la phrase cadre

Nous avons suivi les principes suivants :

- Principe 1 : la consigne. la consigne demandant de détacher le logatome, nous avons généralement segmenté une pause pendant le temps de silence de la consonne.
- Principe 2 : les indices inhabituels. Chaque fois que des indices nous permettaient de décider de la présence ou non d'une pause, nous avons pris la décision qui s'imposait : la présence continue de voisement entre la fin du logatome jusqu'au relâchement du /p/ (phonétiquement voisé) impose de ne pas segmenter de pause, alors que la présence de bruits de respiration par exemple indiquent qu'il y a incontestablement une pause.
- Principe 3 : les enchaînements anormalement courts. Bien que présentant un silence, celui-ci est parfois si court que l'hypothèse de la présence d'un silence est difficilement concevable. Cette interprétation est toujours renforcée par le fait que ces locutrices n'ont pas non plus respecté la consigne de production d'une pause avant la position initiale.

En conséquence de ces principes, nous avons relevé l'ensemble des occurrences enchaînées à la phrase cadre (Tableau 54 en annexe). Nous obtenons ainsi trois occurrences d'enchaînement en position finale avec la locutrice française Loc11f (1 fois avec /d/ et 2 fois avec /t/). Nous avons par ailleurs relevé 47 occurrences sur 71 pour la locutrice taïwanaise Loc4t, soit les deux tiers de sa production. Aussi, dans la mesure où pour cette locutrice, cet enchaînement est produit d'une manière que l'on peut qualifier de « fréquente », voire même – dans la mesure où il s'agit de plus de la moitié des réalisations – la norme pour elle (tandis qu'elle est quasi absente des autres locutrices), ceci peut jeter un doute sur la réalité de la présence d'une pause concernant les autres productions. Nous avons en conséquence préféré écarter la totalité des réalisations de cette locutrice pour la dernière position du logatome. Pour la locutrice française Loc11f, ces 3 réalisations semblent être des exceptions.

b. La prononciation d'un schwa

Nous déterminons dans cette partie le statut du schwa /ə/ que nous avons repéré pour certaines locutrices. Nous pouvons observer le spectrogramme d'un schwa et notre segmentation sur la Figure 29. Nous expliquons d'abord le principe de l'étude, nous évaluons ensuite les schwas pour chaque locutrice par rapport aux trois autres voyelles CV₁CV₂CV₃C du logatome.

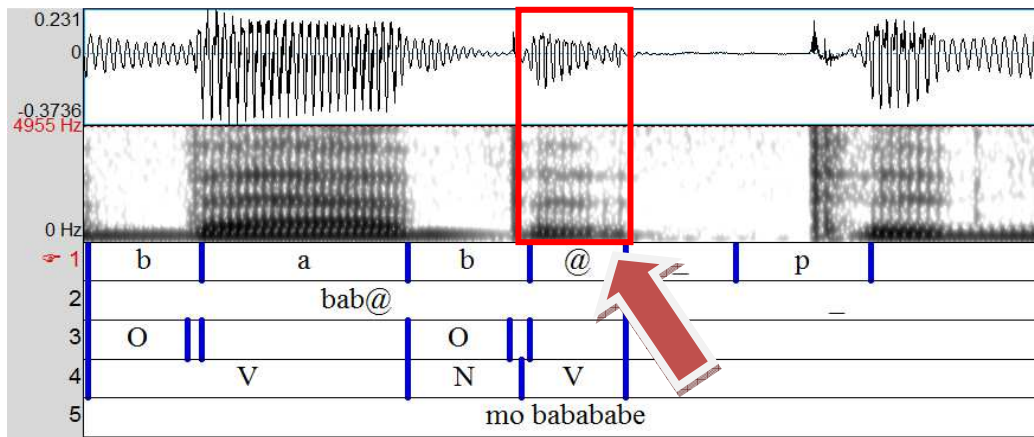


Figure 29 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc9f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence du schwa en fin de logatome

i. *Principe de l'étude*

Le schwa /ə/ est un symbole phonétique généralement utilisé pour signaler que le son peut ne pas être prononcé en français, qu'il peut devenir « muet ». Il s'agit d'une voyelle assez variable dans sa réalisation.

Dans l'ensemble de notre segmentation, nous avons considéré qu'il y avait un schwa chaque fois que des formants apparaissaient après la consonne en fin de logatome, quelles que soient la durée ou l'intensité de ceux-ci (Figure 29), ou la présence ou l'absence du voisement.

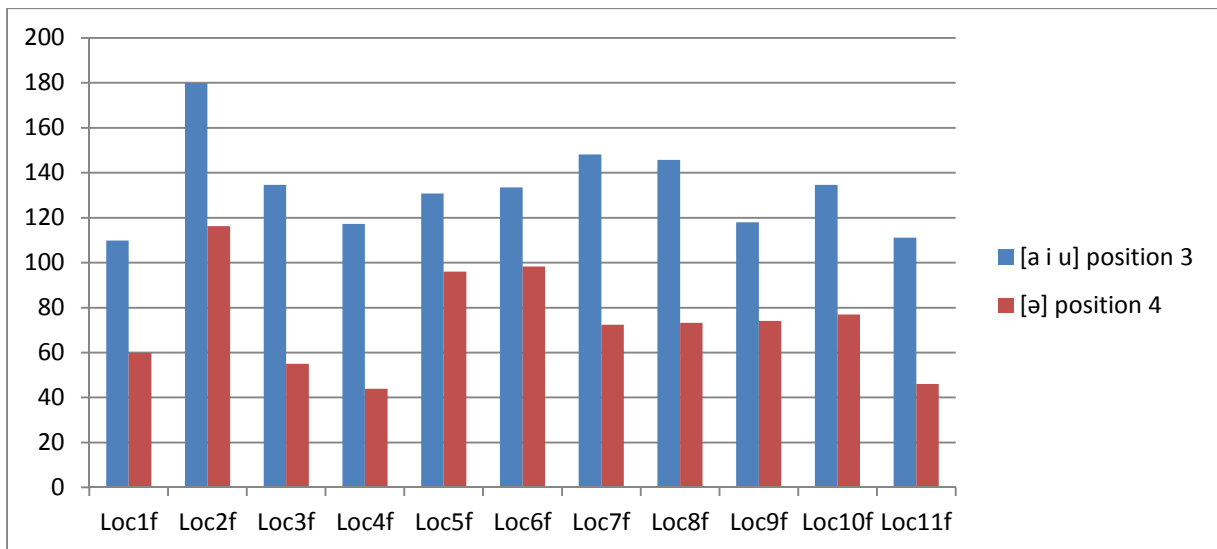
Cependant, la dernière syllabe d'un groupe rythmique en français standard est en principe plus longue que les autres (Delattre, 1938). Nous déterminons si la séquence C₄ə répond à ce principe et peut être considéré comme la dernière syllabe du mot à part entière.

Nous allons maintenant mesurer la durée du schwa et la comparer à la durée des autres voyelles du logatome pour voir si cette durée subit un allongement dit final.

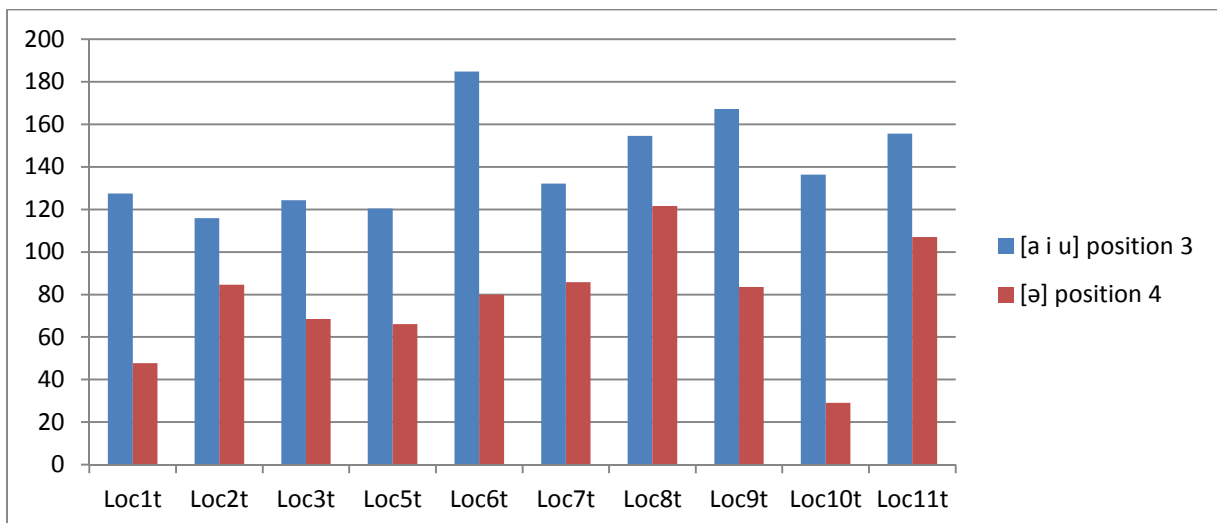
ii. *Evaluation des schwas et détermination de la syllabe finale*

Nous avons segmenté au total 692 productions de schwa après le logatome sur 792 occurrences (soit 87,4% des occurrences) pour les locutrices françaises et une durée moyenne de 75ms, et 516 occurrences sur un total de 720 (soit 71,7% des occurrences) pour les locutrices taïwanaises (10 locutrices retenues pour la position finale, voir : *L'enchaînement à la phrase cadre*) avec une durée moyenne de 84ms.

La présence d'un schwa final (quantifiée dans le Tableau 55 en annexe) nous interroge sur la place de l'accent de groupe pour ces locutrices. Pour le vérifier (locutrice par locutrice), nous avons mesuré la durée des schwas finals et nous l'avons comparée avec la durée des autres voyelles. Nos résultats, présentés sur les Graphique 27 et Graphique 28, indiquent qu'en moyenne, et pour chaque locutrice, les consonnes /a i u/ sont toutes plus longues que les schwas en position finale : la séquence C₄ə ne subit donc pas d'allongement final.



Graphique 27 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en troisième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$) et celle de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 11 locutrices françaises

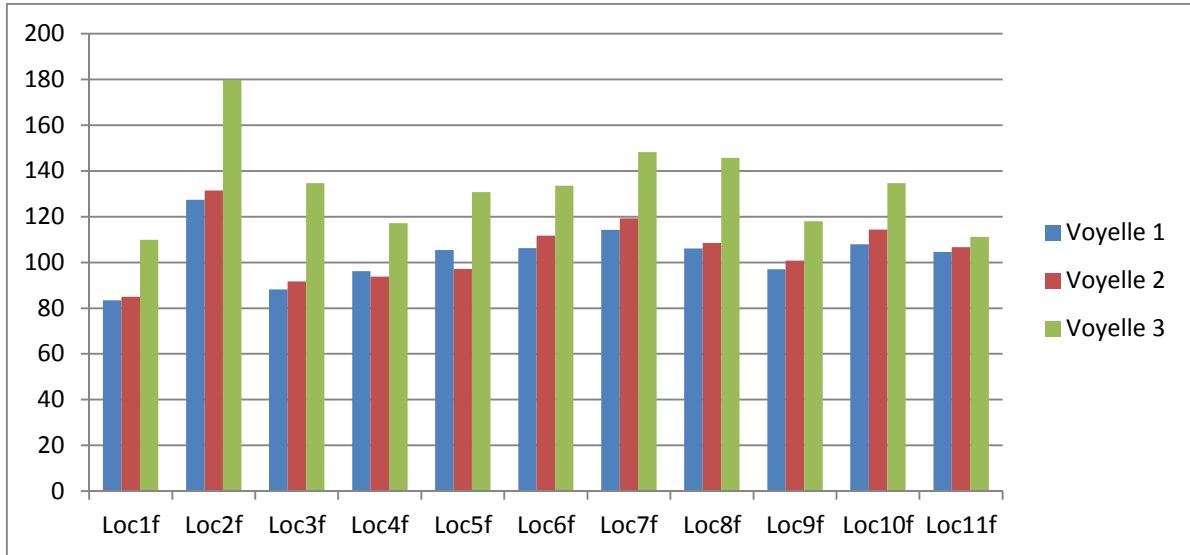


Graphique 28 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en troisième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$) et de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 10 locutrices taïwanaises

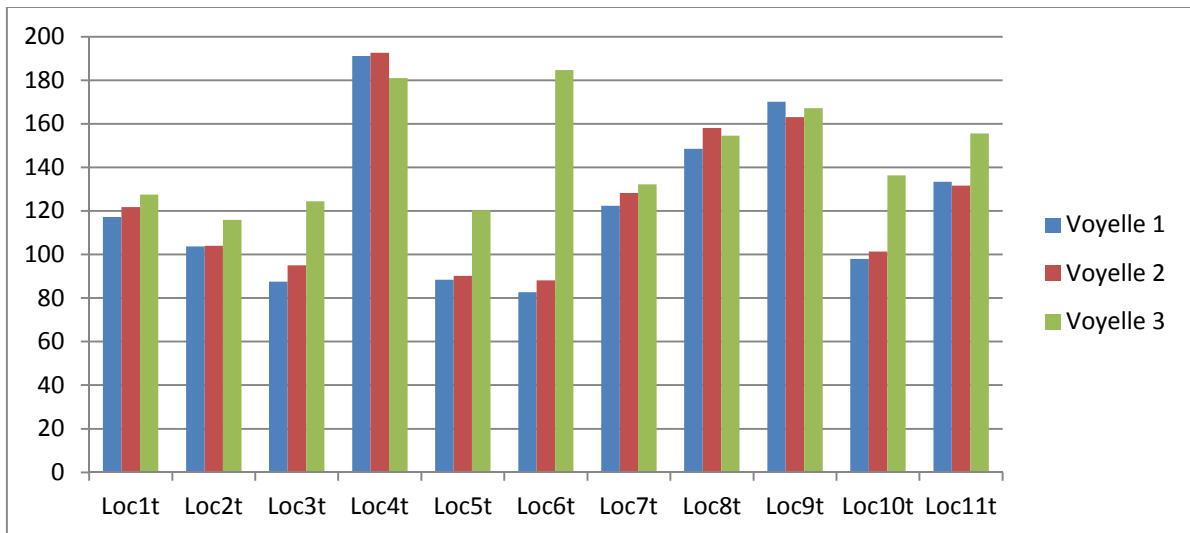
Pour vérifier si les différences de durée entre d'un côté les voyelles /a i u/ et de l'autre le schwa sont significatives (significativité : $p < 0,05$), nous avons effectué des ANOVAs à un facteur (la voyelle) avec 4 modalités ([a i u ə], avec les voyelles [a i u] réalisées en troisième position de logatome et le [ə] après la dernière consonne). Nous avons ensuite effectué des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque locutrice. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 56 (en annexe). Nous observons que pour toutes les locutrices, sans exception, il existe une différence très significative ($p < 0,0001$) entre les durées des voyelles mesurées. Les tests PLSD de Fischer indiquent que le schwa [ə] est, pour toutes les locutrices, plus court que les autres voyelles. Ces tests semblent indiquer qu'aussi bien pour les locutrices natives que pour les locutrices taïwanaises, le schwa n'est pas porteur d'un allongement final, caractéristique de l'accent de groupe rythmique posé sur la dernière syllabe en français.

iii. Déterminer la position finale relativement à la voyelle

Pour confirmer par ailleurs que la troisième voyelle est bien la voyelle finale du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$, celle qui porterait l'accent de groupe, nous avons vérifié si cette voyelle était également plus longue que les 2 autres précédentes. Les Graphique 29 et Graphique 30 présentent la durée (en millisecondes) des voyelles /a i u/ selon leur position dans le logatome pour respectivement les 11 locutrices françaises et les 11 locutrices taïwanaises.



Graphique 29 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en première, deuxième et troisième positions de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$) par 11 locutrices françaises



Graphique 30 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en première, deuxième et troisième positions de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$) par 11 locutrices taïwanaises

Nous observons sur le Graphique 29 que pour les 11 Françaises, la voyelle en troisième position dans le logatome est toujours plus longue en moyenne. Par ailleurs, la différence de durée entre la voyelle en troisième position et les deux autres semble plus grande qu'entre les voyelles dans les deux premières positions, excepté peut-être pour la locutrice Loc11f.

Sur le Graphique 30, les résultats sont différents. Les locutrices taïwanaises n'ont pas toutes produit un allongement sur la dernière voyelle du logatome. La locutrice Loc4t, mais aussi

Loc8t et Loc9t ont produit une voyelle en troisième position, sinon avec une durée inférieure, au moins avec une durée égale aux voyelles dans les autres positions. Remarquons que ces trois locutrices sont aussi celles qui ont produit les voyelles les plus longues (toutes positions confondues). En ce qui concerne les autres locutrices taïwanaises, 5 (ou 6 si l'on inclut Loc2t) ont produit des écarts qui semblent plus importants, dont la locutrice Loc6t pour qui la voyelle en troisième position est plus de deux fois plus longue que les deux autres. Enfin Loc1t et Loc7t ont produit une voyelle en troisième position plus longue, mais avec une différence qui semble moins marquée que pour les autres locutrices.

Pour vérifier nos observations, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (la position prosodique) avec 3 modalités (les positions 1, 2 et 3 des voyelles du logatome $CV_1CV_2CV_3C$). Nous avons ensuite effectué des tests post-hoc (PLSD de Fisher) pour chaque locutrice. Les résultats des ANOVAs transcrits dans le Tableau 57 (en annexe) montrent que pour 10 locutrices françaises sur 11, il y a une différence globale très significative ($p < 0,0001$) de la durée des voyelles selon la position dans le logatome. Les tests PLSD de Fischer montrent que la voyelle en position 3 est toujours significativement plus longue que les deux autres pour les 10 locutrices concernées. Dans le cas de la locutrice Loc5f, une différence est également faite entre la position initiale et la deuxième position (la position initiale étant plus longue). Pour toutes les 9 autres locutrices ayant une différence globale, il n'y a pas de différence de durée entre la position initiale et la deuxième position.

Remarquons que la locutrice Loc11f, qui n'a pas distingué par la durée les voyelles dans différentes positions de logatome, est également la locutrice pour laquelle nous avons relevé des enchainements entre le logatome et la phrase cadre. Ces deux constats, mettant en cause le fait que la dernière position du logatome soit bien une position finale pour cette locutrice, nous amènent à devoir l'exclure de l'analyse des consonnes en position finale.

En ce qui concerne les locutrices taïwanaises, seulement 6 locutrices (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t, Loc11t) ont produit une voyelle en troisième position d'une durée significativement supérieure à celle des deux autres voyelles. Parmi les 5 autres, il y en a 2 pour lesquelles il n'y a pas de différence significative globale dans la durée des voyelles (Loc4t et Loc9t). Pour les 3 dernières (Loc1t, Loc7t et Loc8t), elles ont la même durée que la voyelle en deuxième position et même dans le cas de Loc8t, avec la première voyelle du logatome. Plusieurs interprétations sont possibles pour ces cinq derniers cas, comme par exemple, le fait qu'elles n'ont pas encore intégré les règles de l'accentuation de groupe en français, ou bien, et c'est notre point ici, qu'il ne s'agisse pas d'une position finale. Le fait est que cependant, ces voyelles en troisième position sont significativement plus longues que les schwas qui suivent après la dernière consonne, lorsqu'il y en a. Malgré tout, pour les cinq locutrices mentionnées ici, nous ne considérerons pas que les voyelles en troisième position sont en position accentuée (au moins d'une façon attendue en français), ni que les consonnes qui suivent sont en position finale. Pour la position finale et pour la position accentuée du logatome (troisième position), nous travaillerons avec un corpus de 10 locutrices natives (Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f et Loc10f) et 6 locutrices non-natives (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t).

c. L'absence de relâchement

Nous observons ici les cas de consonnes finales sans relâchement et donc sans barre d'explosion. Nous distinguons deux situations :

- La consonne est suivie d'un schwa (Figure 30)
- La consonne est suivie d'un silence (Figure 31)

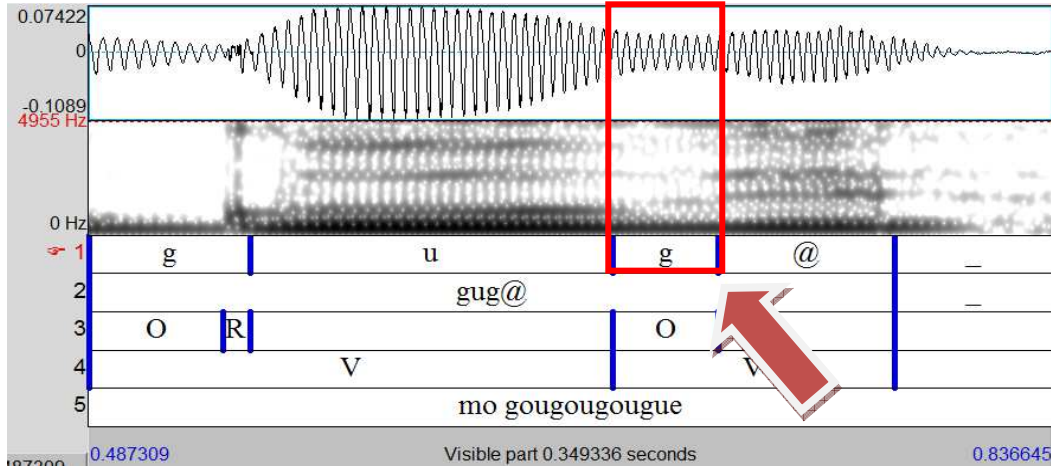


Figure 30 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la fin du logatome « gougougougue » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot gougougougue peut bien coller » et mise en évidence d'un /g/ final réalisé sans relâchement et suivi d'un schwa

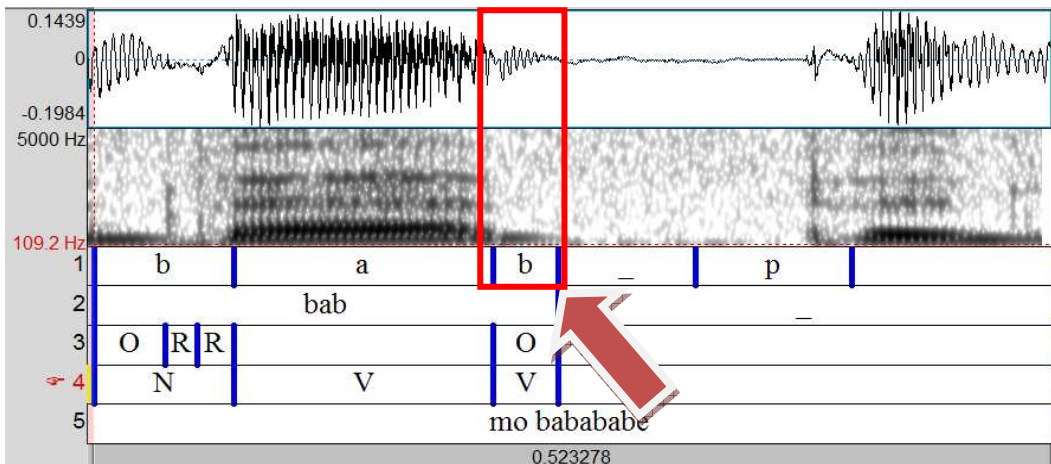


Figure 31 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc4f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » et mise en évidence d'un /b/ réalisé sans relâchement et non suivi d'un schwa

Observé à 48 reprises sur 792 positions finales pour les natives (6,5%) avec 23 cas où la consonne est suivie par un silence (2,9%) et 27 reprises sur 791 occurrences pour les non-natives (3,5%) avec 4 cas où la consonne est suivie par un silence (0,5%), ce phénomène est resté marginal. Ces occurrences, écartées de notre étude, sont recensées dans le Tableau 58 (en annexe).

d. Intérêt de la distinction de la position finale

Dans cette partie, nous avons défini la position finale du logatome. Nous explicitons ici l'importance que cela revêt pour nos analyses suivantes.

Nous avons d'abord défini si la dernière consonne du logatome était enchaînée à la phrase cadre. Ceci nous a permis de distinguer les situations où le logatome était suivi d'une pause ou non. Bien qu'étant en position finale du logatome, nous n'avons pas retenu pour nos analyses les occurrences enchaînées à la phrase cadre, ou si le cas était trop fréquent, l'ensemble des occurrences en position finale de la locutrice concernée, la présence ou non d'une pause – comme en position initiale – pouvant influencer sur la nature des résultats (Straka, 1963 ; Fougeron, 1998 ; Vaissière, 1988, 2001, 2010).

La consonne finale peut être suivie d'un schwa. Dans notre corpus, nous avons montré qu'il n'était pas nécessaire de distinguer les consonnes qui en étaient suivies ou pas, à condition que le relâchement de la consonne soit bien réalisé.

Les consonnes que nous allons analyser par la suite dans les quatre positions des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ont ainsi des caractéristiques précises. La première consonne, en position initiale est une consonne post-pausale. Les deuxième et troisième consonnes sont en position intervocalique, néanmoins la troisième consonne est pour la plupart des locutrices devant une syllabe accentuée (allongée) par rapport au groupe rythmique que constitue le logatome (nous ferons la différence le cas échéant). Enfin, la dernière consonne est postvocalique, pré-pausale ou suivie d'un schwa.

Nous avons précisé dans cette partie le statut des 4 consonnes du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$. Nous analysons par la suite les consonnes en position initiale et post-pausale réalisées par les locutrices françaises Loc2f, Loc3f, Loc4f et les locutrices taïwanaises Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t. En positions intervocaliques (positions 2 et 3) nous avons distingué la position 3 qui précède une voyelle accentuée de fin de groupe rythmique (plus longue) pour toutes les locutrices françaises excepté Loc11f et pour Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t, Loc11t parmi les locutrices taïwanaises. Enfin, en position finale (quatrième position du logatome), une locutrice taïwanaise a massivement enchaîné les logatomes à la phrase cadre : Loc4t. Nous trouvons également des occurrences pour une locutrice française : Loc11f, cette même locutrice qui n'a pas allongé la dernière voyelle du logatome. Par ailleurs, nous n'avons pas marqué de distinction entre les consonnes finales pré-pausales et les consonnes précédant un schwa, le schwa segmenté après la consonne finale n'étant jamais porteur d'accent rythmique. Cependant, nous devons faire attention au fait que la consonne finale peut ou non suivre une voyelle accentuée, pour les locutrices que nous venons de mentionner.

Chapitre 3. Deuxième partie – VOT des occlusives /b d g p t k/

Nous avons mesuré le délai d'établissement du voisement appelé *voice onset time* (VOT) en position initiale de logatomes CVCVCVC produit par 3 locutrices françaises et 8 locutrices taïwanaises pour les occlusives françaises /b d g p t k/. Le VOT comprend l'ensemble des bruits. Les locutrices françaises produisent globalement un VOT négatif moyen plus long que les locutrices taïwanaises pour les occlusives voisées et un VOT positif moyen plus court pour les occlusives sourdes. Globalement, le VOT est plus court avec la voyelle ouverte /a/, et plus long avec les voyelles fermées /i u/ (comme attendu). Par ailleurs, 4 locutrices taïwanaises (Loc1t, Loc2t, Loc4t et Loc11t) prévoient globalement les occlusives voisées (VOT négatif) et les 4 autres ont généralement un VOT positif (Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t). Le premier groupe (Loc1t, Loc2t, Loc4t et Loc11t) obtient des moyennes significativement différentes de VOT entre sourdes et sonores, ce qui indique que l'opposition de voisement est réalisée, alors que pour le second groupe (Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t) selon la paire de consonne, il peut n'y avoir aucune différence, ce qui semble indiquer que ces locutrices ne font pas systématiquement la différence entre consonnes sourdes et sonores et que lorsqu'elles le font, il ne s'agit pas d'une opposition de voisement, mais plutôt d'aspiration.

Nous analysons dans cette partie le VOT (*Voice Onset Time*) qui est la durée d'établissement du voisement pour une occlusive. En français, le VOT est négatif pour les occlusives voisées (Figure 32), ce qui signifie que le murmure de voisement commence avant le relâchement, et positif pour les occlusives sourdes (Figure 33), ce qui signifie que le murmure de voisement commence après le relâchement.

Nous cherchons ici à déterminer si les locutrices taïwanaises, pour lesquelles il n'y a pas de voisement avant le relâchement dans leur langue de référence : le chinois mandarin, réalisent bien en français le VOT négatif pour les occlusives phonologiquement voisées du français. Nous voulons également voir si ces mêmes locutrices produisent un VOT plus long pour les occlusives sourdes, dont l'équivalent en chinois serait des occlusives aspirées (caractérisées par un VOT plus long).

Après avoir présenté notre procédure, et notamment les contraintes très restrictives en français pour le calcul de cet indice, nous étudierons successivement le VOT global pour les deux groupes de locutrices (françaises et taïwanaises). Nous étudierons ensuite l'influence de la voyelle au sein de chaque groupe de locutrices. Ensuite, nous verrons, en tenant compte de la voyelle en coarticulation, s'il existe des différences entre natives et non-natives. Enfin, nous tâcherons de déterminer le comportement de chaque locutrice pour le paramètre de VOT.

1. Procédure

Nous présentons ici le principe de segmentation des occurrences et les occurrences retenues pour cette analyse.

a. Fonctionnement du script⁷⁵ et segmentation

Le VOT est une durée qui se calcule entre le début du relâchement et le début du murmure de voisement. Cette durée est négative si le murmure de voisement commence avant le relâchement (Figure 32), ou positive si elle commence après (Figure 33).

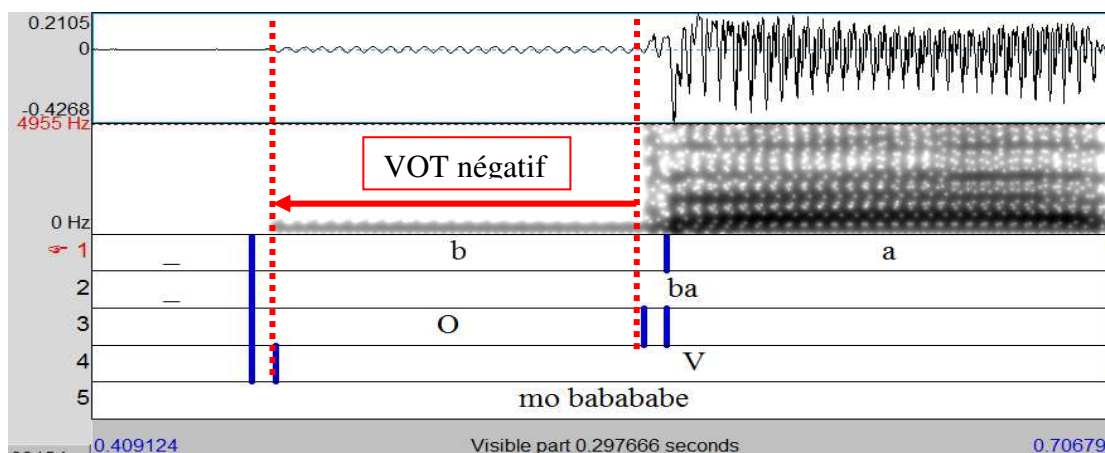


Figure 32 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la syllabe [ba] réalisée en position initiale du logatome « babababe » par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » et mise en évidence du VOT négatif de [b]

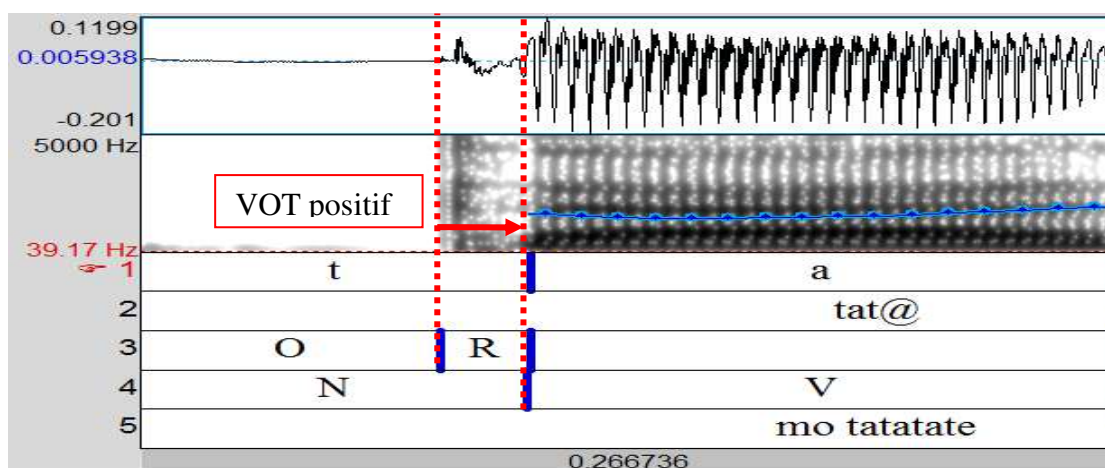


Figure 33 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [ta] réalisée en position 3 du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ « tatatate » par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tatatate peut bien coller » et mise en évidence du VOT positif de [t]

Pour mesurer cette durée, nous avons segmenté manuellement sur *Praat* le début de l’occlusion et le début du murmure de voisement de la consonne ou de la voyelle qui suit sur deux *tires* différentes (respectivement tires 3 et 4 sur les Figure 32 et Figure 33). Nous avons segmenté le départ du murmure de voisement avant le relâchement uniquement si ce murmure de voisement dure jusqu’au début du relâchement. En cas d’interruption, nous avons segmenté ce départ de murmure de voisement après le relâchement (en ignorant le murmure produit avant). Le script⁷⁶ mesure la durée entre le début de la séquence et le début du relâchement ainsi segmenté et entre le début de la séquence et le début du voisement et soustrait la première à la seconde (instant du début du voisement moins instant du début du relâchement).

⁷⁵ L’intégralité du script est en Annexes : Document 9 : Script Praat utilisé pour l’analyse des différents paramètres du voisement

⁷⁶ Voir en Annexes : Document 9 : Script Praat utilisé pour l’analyse des différents paramètres du voisement

b. Occurrences exploitables

Cette partie présente les occurrences retenues pour les mesures de VOT.

i. *Murmure de voisement ininterrompu*

Nous n'avons pas pris en compte dans l'étude les occlusives en position intervocalique où le voisement ne s'interrompt pas. Nous voyons sur la Figure 34 que pour les consonnes 2, 3 et 4 du logatome /b₁u₂b₃u₄/, le voisement est ininterrompu entre la voyelle qui précède les consonnes concernées et la fin du logatome.

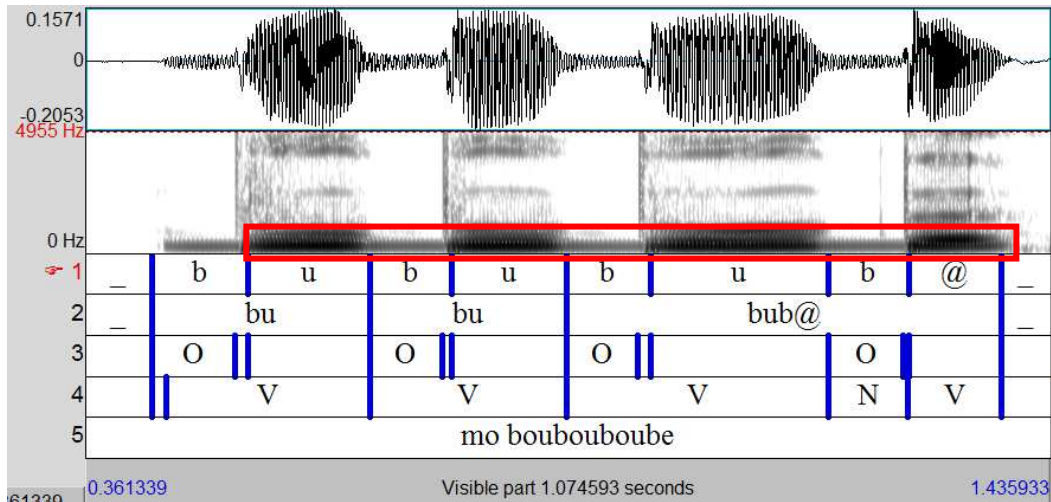


Figure 34 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) du logatome « boubouboue » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot boubouboue peut bien coller » avec mise en évidence de la barre de voisement ininterrompue

La position initiale est également concernée lorsque le logatome a été enchaîné à la phrase cadre⁷⁷. Concrètement, nous ne retenons pour notre étude :

- 3 locutrices françaises (loc2f, loc3f, loc4f), avec 106 réalisations d'occlusives voisées et 108 d'occlusives sourdes
- 8 locutrices taiwanaises (Loc1t, loc2t, loc4t, loc5t, loc7t, loc8t, loc9t, loc11t), avec 275 réalisations d'occlusives voisées et 287 d'occlusives sourdes

ii. *Absence de départ de murmure de voisement*

Le VOT ne peut pas être mesuré s'il n'y a pas de départ de voisement sur la consonne ou sur la voyelle qui suit (Figure 35). Il s'agit d'une situation extrême où la consonne bloque tout départ de voisement et qui constitue en soi une limite de ce dont peut rendre compte le VOT.

⁷⁷ Voir : *La position initiale des logatomes CIVC2VC3VC4*

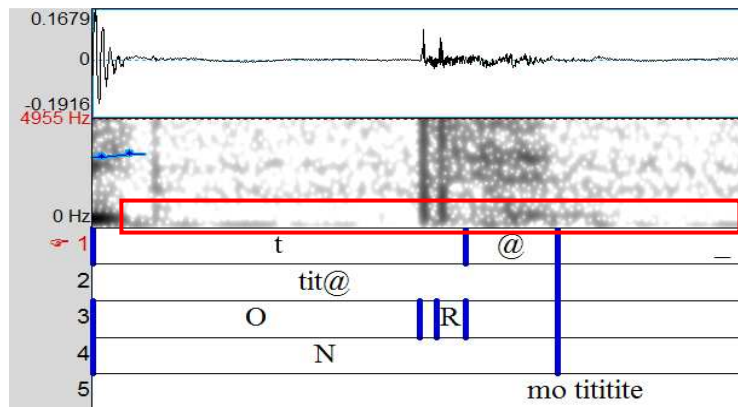


Figure 35 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et Textgrid (bas) de la séquence [tə] en finale du logatome « tititite » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de départ de barre de voisement après la consonne finale [t]

Nos occurrences retenues ne contiennent pas les cas observés lors de notre segmentation.

iii. Absence de barre d'explosion

Il nous faut enfin soustraire les occurrences d'occlusives pour lesquelles il n'y a pas eu de barre d'explosion (exemples en Figure 36 et Figure 37). Nous perdons ainsi 3 occurrences d'occlusives voisées pour les locutrices natives françaises (3x [g]), 1 occurrence d'occlusive voisée pour les locutrices taiwanaïses ([b]) et 2 occurrences d'occlusives sourdes pour les locutrices taiwanaïses (2x [p]).

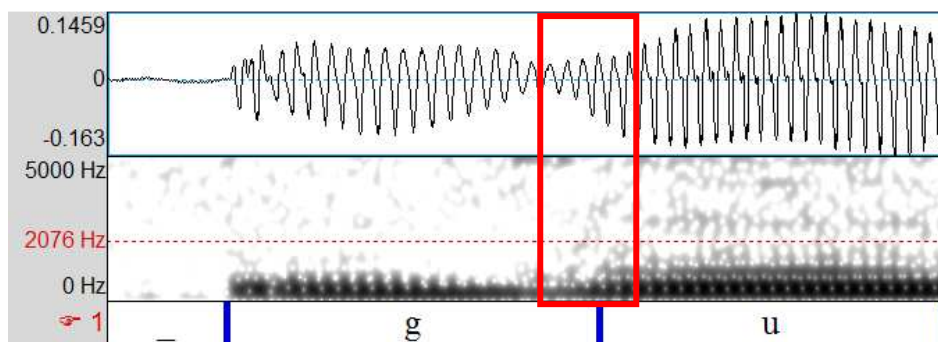


Figure 36 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [gu] en initiale du logatome « gugugug » réalisé par la locutrice française Loc4f dans la phrase cadre : « le mot gougougougue peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de barre d'explosion

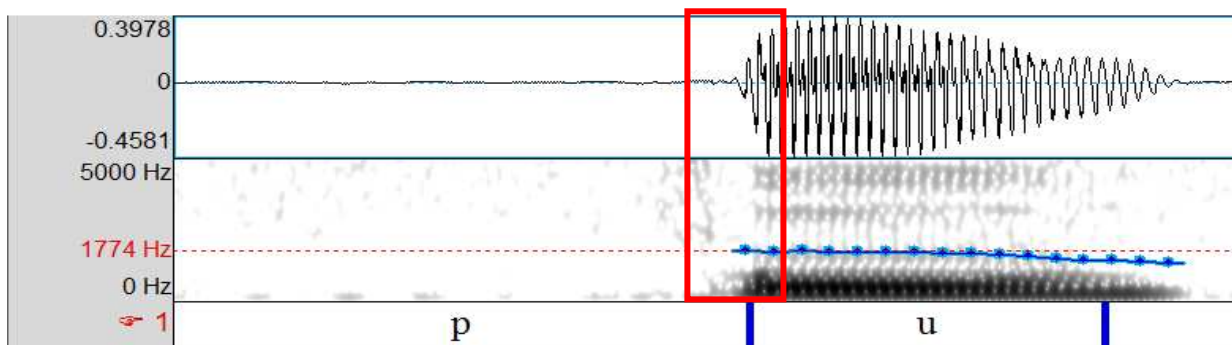


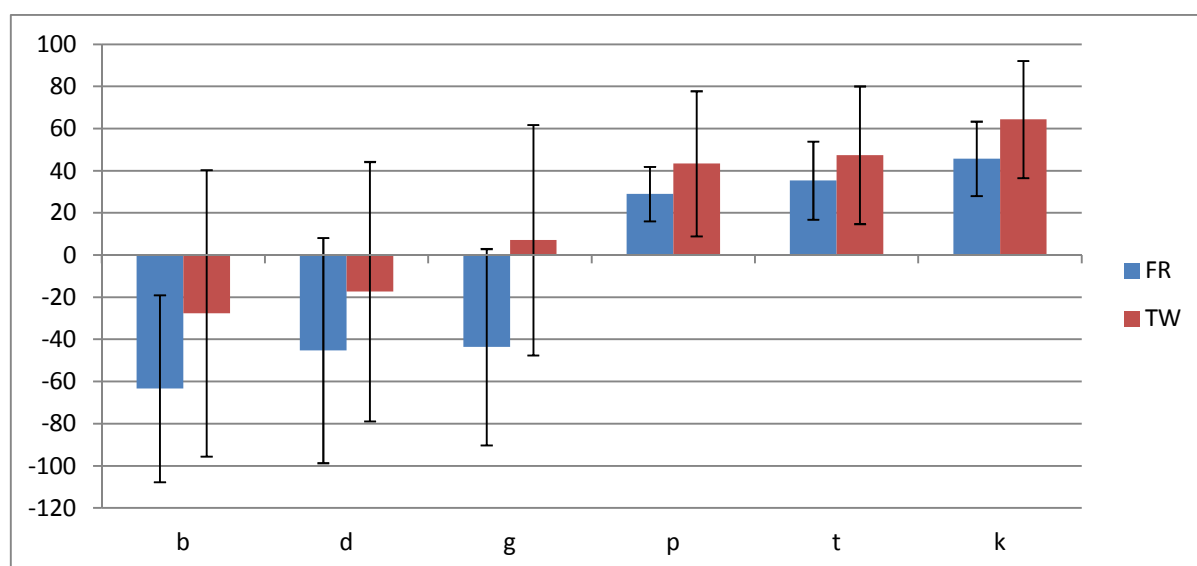
Figure 37 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [pu] en initiale du logatome « pupupup » réalisé par la locutrice taiwanaïse Loc8t dans la phrase cadre : « le mot poupoupepe peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de barre d'explosion

iv. Bilan des occurrences exploitées

Ainsi, pour l'analyse du VOT, nous n'exploitons que les occurrences en position initiale. Nous ne retenons les productions que des locutrices françaises Loc2f, Loc3f et Loc4f et des locutrices taïwanaises Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t et Loc11t. Nous soustrayons à cela les occurrences produites sans relâchement. Le récapitulatif des occurrences figure dans le Tableau 59 en annexe.

2. Résultats globaux

Nous analysons dans cette partie les résultats globaux des moyennes de VOT des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position initiale (C_1) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les résultats pour 3 locutrices françaises et 8 locutrices taïwanaises sont illustrés sur le Graphique 31.



Graphique 31 : Valeurs moyennes de VOT (avec écart-type) pour les occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 3 locutrices françaises et 8 locutrices taïwanaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome, en coarticulation avec les voyelles /a i u/

Les résultats globaux indiquent des VOT moyens négatifs pour les trois occlusives /b d g/ produites par les locutrices natives, alors que les VOT moyens ne sont négatifs que pour les occlusives /b d/ réalisées par les locutrices taïwanaises. Les VOT moyens sont positifs pour les trois consonnes sourdes, qu'elles soient réalisées par les natives ou les non-natives taïwanaises.

Pour l'ensemble des occlusives voisées /b d g/, la moyenne de VOT (en valeur absolue) est plus grande pour les locutrices françaises. Pour les occlusives sourdes, ce sont les locutrices taïwanaises qui produisent la moyenne de VOT la plus longue.

Nous pouvons remarquer des valeurs d'écart-type assez importantes pour toutes les consonnes. Les écarts-types les plus petits concernent les occlusives sourdes réalisées par les locutrices natives.

Pour vérifier si les écarts constatés sont significatifs, nous avons effectué séparément des tests-t non appariés pour chaque consonne entre natives et non-natives. Les résultats sont transcrits

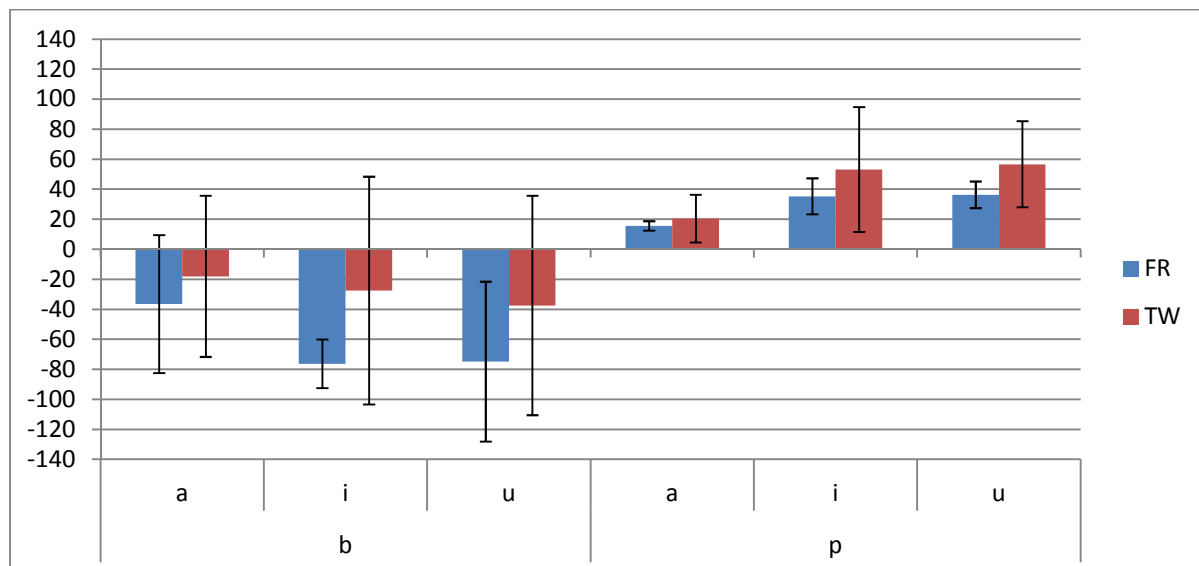
dans le Tableau 60 (en annexe). Les différences constatées entre les moyennes de VOT des locutrices natives et des locutrices taïwanaises sont toutes significatives (seuil de significativité $p < 0,05$). Les locutrices taïwanaises produisent donc globalement un VOT différent des locutrices natives pour l'ensemble des occlusives (toutes voyelles en coarticulation confondues). L'écart le plus important mesuré concerne l'occlusive /g/. Cette différence est d'autant plus importante que la moyenne globale varie entre un VOT négatif pour les locutrices françaises et un VOT positif pour les locutrices taïwanaises.

3. Etude de l'influence de la voyelle sur le VOT des consonnes /b p d t g k/ produites par les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises

Nous analysons dans cette partie les différences de moyennes de VOT liées à la voyelle en coarticulation. Cette étude nous permet d'observer si de manière générale, à l'intérieur de chaque groupe de locutrices, la voyelle agit de la même façon dans la production de VOT. Les Tableau 61 et Tableau 62 (en annexe) récapitulent l'ensemble des valeurs obtenues respectivement pour les locutrices françaises et taïwanaises. Le Tableau 63 (en annexe) détaille le nombre d'occurrences concernées dans ces analyses. Nous analysons ensuite ces résultats en détail en fonction des paires de consonnes concernées : /b p/, /d t/ et /g k/ et pour les trois voyelles /a i u/ en coarticulation. Les résultats pour chaque paire de consonne sont respectivement illustrés par les Graphique 32, Graphique 33 et Graphique 34.

a. Les consonnes /b p/

Nous analysons ici l'influence des voyelles /a i u/ sur le VOT moyen de chaque consonne de la paire /b p/ réalisées d'une part par 3 locutrices françaises et d'autre part par 8 locutrices taïwanaises (les deux groupes séparément). Les résultats sont illustrés sur le Graphique 32.



Graphique 32 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /b p/ en position initiale, produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (70 occurrences au total) et 8 locutrices taïwanaises (185 occurrences au total)

Nous observons sur le Graphique 32 que /b/ est réalisé avec un VOT moyen négatif, aussi bien pour les locutrices françaises que taïwanaises. De la même manière, les VOT moyens obtenus pour les deux groupes de locutrices sont positifs pour /p/.

Pour chaque groupe de locutrices, le VOT moyen semble plus petit (en valeur absolu) en coarticulation avec /a/ qu'en coarticulation avec les deux autres voyelles /i u/. Pour le /b/ des locutrices françaises, nous observons un VOT négatif autour de -37ms en coarticulation avec /a/ alors que ce VOT est autour de -75ms en coarticulation avec les voyelles /u i/, ce qui correspond au double de valeur du VOT avec /a/. Pour le /p/ des locutrices françaises, nous observons un phénomène similaire, avec cette fois-ci un VOT positif moyen de 16ms en coarticulation avec /a/, tandis que la valeur moyenne de ce VOT monte à plus de 35ms en coarticulation avec les voyelles /u i/.

Pour les locutrices taïwanaises, les valeurs de VOT pour le /b/ semblent globalement inférieures, mais avec une influence similaire des voyelles : la valeur moyenne de VOT en coarticulation avec /a/ est de -18ms, tandis qu'elle est de -28ms avec /i/ et -37ms avec /u/. La valeur moyenne du VOT de /b/ avec /u/ est donc ici aussi le double de celle en coarticulation avec /a/. Pour le /p/ des locutrices taïwanaises, nous obtenons au contraire des valeurs de VOT plus grandes que celles des locutrices françaises. Là encore, le VOT moyen est plus court avec /a/ (autour de 20 ms) qu'avec /i u/ (entre 53 et 57 ms).

Les valeurs d'écart-type indiquent cependant une grande variabilité avec les occlusives voisées, et une variabilité plus réduite pour les occlusives sourdes. Ce phénomène est observable au sein de chaque groupe de locutrices.

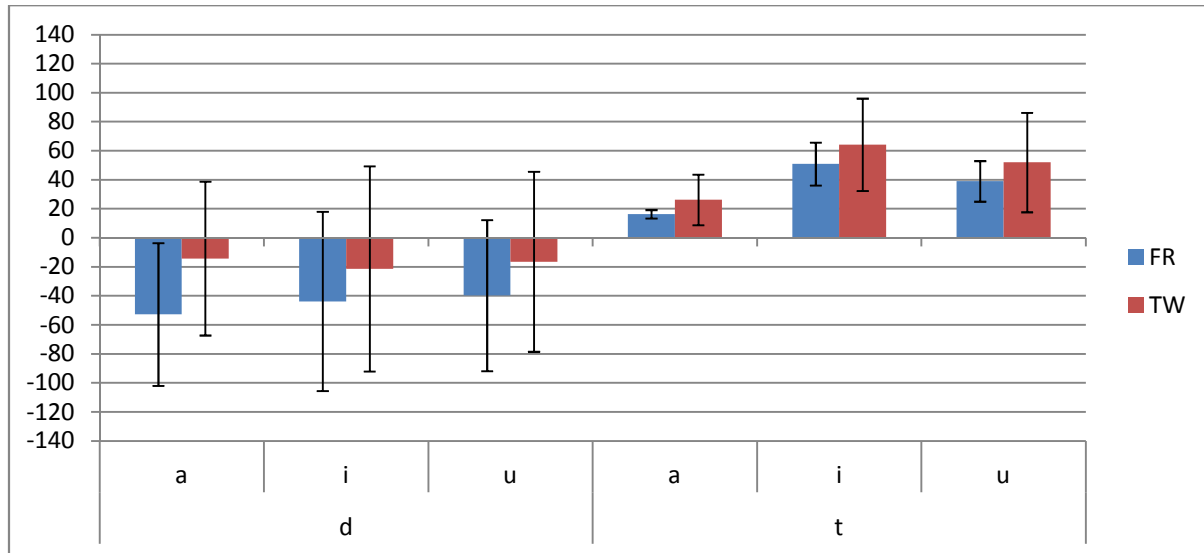
Pour vérifier ces observations, nous avons effectué séparément pour chaque consonne (/b/ et /p/) une ANOVA à 1 facteur (l'effet de la voyelle) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/), où la variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 61.

Pour le groupe des locutrices françaises, nous obtenons une différence significative globale, aussi bien pour le /b/ ($F_{(2,32)}=3,340$ et $p=0,0481$) que pour le /p/ ($F_{(2,33)}=21,187$ et $p<0,0001$). Néanmoins, les tests de Fischer indiquent qu'il n'y a de différence qu'entre les valeurs de VOT en coarticulation avec la voyelle ouverte /a/ et les voyelles fermées /i u/, et cela aussi bien pour /b/ que pour /p/. Dans ces deux cas, les valeurs moyennes de VOT obtenues avec /u/ et /i/ ne sont pas significativement différentes.

Pour le groupe des locutrices taïwanaises, les différences de VOT observées en fonction de la voyelle pour l'occlusive /b/ ne sont pas significativement différentes ($F_{(2,89)}=0,617$ et $p=0,5418$). La nature de la voyelle n'influence donc pas le départ de voisement pour l'occlusive /b/ pour les locutrices taïwanaises. En revanche, comme pour les locutrices françaises, les résultats confirment une influence globale de la voyelle sur les valeurs de VOT pour l'occlusive sourde /p/ ($F_{(2,90)}=13,255$ et $p<0,0001$). De plus, les tests de Fischer indiquent là aussi que les différences concernent les valeurs obtenues entre la voyelle ouverte /a/ et les voyelles fermées /i u/ seulement.

b. Les consonnes /d t/

Nous analysons ici l'influence de la voyelle /a i u/ sur le VOT moyen de chaque consonne de la paire /d t/ réalisées d'une part par 3 locutrices françaises et d'autre part par 8 locutrices taiwanaises (les deux groupes séparément). Les résultats sont illustrés sur le Graphique 33.



Graphique 33 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /d t/ en position initiale, produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (71 occurrences au total) et 8 locutrices taiwanaises (190 occurrences au total)

Nous observons sur le Graphique 33 qu'ici aussi, pour les deux groupes de locutrices, la consonne occlusive voisée /d/ est réalisée avec un VOT moyen négatif. Les VOT moyens obtenus pour les locutrices françaises et taiwanaises sont positifs pour /t/.

Pour chaque groupe de locutrices, les écarts de moyennes de VOT de /d/ en fonction de la voyelle (/a i u/) en coarticulation semblent assez réduits. Nous observons une différence de 13ms entre la moyenne de VOT de /d/ en coarticulation avec /a/ et /u/. Pour les locutrices taiwanaises, l'écart est plus petit encore, avec une différence de 5ms entre /d/ en coarticulation avec /a/ et avec /i/. Notons par ailleurs pour ces deux groupes des valeurs d'écart-type du VOT de /d/ assez grandes, notamment pour les locutrices taiwanaises.

Pour la consonne /t/, bien que le VOT moyen des locutrices taiwanaises semble plus grand, nous observons des tendances similaires entre les deux groupes de locutrices. Le VOT moyen de /t/ en coarticulation avec la voyelle /a/ semble plus petit qu'avec les autres voyelles : 16ms pour les locutrices françaises et 26ms pour les locutrices taiwanaises. Ces valeurs moyennes sont doublées en coarticulation avec /u/ : 39ms pour les locutrices françaises et 52ms pour les locutrices taiwanaises. Enfin, c'est la moyenne du VOT de /t/ en coarticulation avec /i/ qui obtient la plus grande valeur, avec 51ms pour les locutrices françaises et 64ms pour les locutrices taiwanaises. Nous observons des écarts-types plus réduits pour le /t/ que pour le /d/ pour les deux groupes de locutrices, et notamment pour /t/ en coarticulation avec /a/.

Pour vérifier ces observations, nous avons effectué séparément pour chaque consonne (/d/ et /t/) une ANOVA à 1 facteur (l'effet de la voyelle) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/), où la

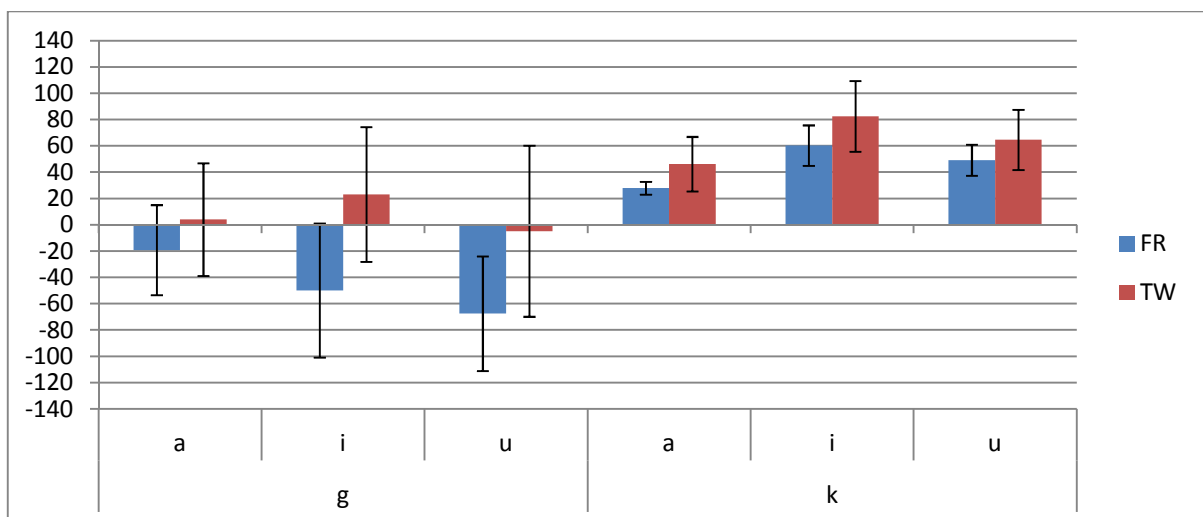
variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée (les résultats sont regroupés dans le Tableau 61 en annexe).

Pour les deux groupes de locutrices, pour la consonne /d/, il n'y a aucun effet du facteur « voyelle » sur la variable dépendante. Nous obtenons en effet pour les locutrices françaises $F_{(2, 32)} = 0,170$ et $p = 0,8446$, tandis que pour les locutrices taiwanaises, nous obtenons $F_{(2, 89)} = 0,105$ et $p = 0,9001$. La voyelle en coarticulation n'influence donc pas les valeurs de VOT obtenues pour le /d/ de ces deux groupes de locutrices.

Pour /t/, en revanche, il y a un effet global important de la voyelle sur le VOT de la consonne pour les deux groupes de locutrices. Nous obtenons ainsi pour les locutrices françaises $F_{(2, 33)} = 26,337$ avec $p < 0,0001$, et pour les locutrices taiwanaises $F_{(2, 93)} = 14,479$ avec là encore $p < 0,0001$. Les tests de Fischer indiquent que les différences observées sont significatives entre toutes les modalités de voyelle pour les locutrices françaises ($p < 0,0001$ pour les différences entre a/u et a/i, et $p = 0,0192$ pour la différence entre i/u), autrement dit, la moyenne de VOT de /t/ en coarticulation avec /a/ est significativement plus petite que la moyenne en coarticulation avec /u/, elle-même plus petite qu'avec /i/. Rappelons que l'écart observé entre ces différentes moyennes est plus grand entre la voyelle ouverte /a/ et la voyelle fermée /u/ qu'entre les deux voyelles fermées /i/ et /u/. Pour les locutrices taiwanaises, les tests de Fischer indiquent que les différences ne sont significatives qu'entre la moyenne de VOT de /t/ en coarticulation avec la voyelle ouverte /a/ et les moyennes de VOT obtenues en coarticulation avec les deux voyelles fermées /i/ et /u/ (avec respectivement $p < 0,0001$ et $p = 0,0006$). Il n'y a pas de différence de VOT pour le /t/ en coarticulation avec les voyelles /u/ ou /i/ ($p = 0,0941$).

c. Les consonnes /g k/

Nous analysons ici l'influence des voyelles /a i u/ sur le VOT moyen de chaque consonne de la paire /g k/ réalisée par 3 locutrices françaises puis par 8 locutrices taiwanaises (les deux groupes séparément). Les résultats sont illustrés sur le Graphique 34.



Graphique 34 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /k g/ en position initiale, produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (69 occurrences au total) et 8 locutrices taiwanaises (186 occurrences au total)

Nous observons sur le Graphique 34 que /g/ est réalisé avec un VOT moyen négatif pour les locutrices françaises et pour les locutrices taïwanaises lorsqu'il est en coarticulation avec /u/, mais positif lorsqu'il est en coarticulation avec /a i/. /k/ obtient toujours une moyenne de VOT positive, pour les deux groupes de locutrices.

Pour les locutrices françaises, la moyenne de VOT de /g/ en coarticulation avec /a/ (-19ms) semble nettement inférieure aux moyennes de VOT avec les deux autres voyelles, la moyenne avec /i/ (-50ms) étant elle-même inférieure à celle avec /u/ (-68ms). Nous observons cependant une variabilité importante (écart-type entre 34 (/a/) et 51 (/i/)).

Pour les locutrices taïwanaises, la valeur moyenne de VOT de /g/ reste proche de 0 en coarticulation avec /a u/ (respectivement 4ms et -5ms), d'autant que l'écart-type est particulièrement grand (respectivement 43 et 65). En coarticulation avec /i/, la moyenne devient plus nettement positive, avec une valeur de 23ms. Cependant, là encore, l'écart-type reste très grand (51).

Pour l'occlusive /k/, nous observons des tendances similaires entre natives et non-natives taïwanaises, avec un VOT plus long en coarticulation avec /i/ (60ms pour les Françaises et 83ms pour les Taïwanaises), un peu inférieur avec /u/ (49ms pour les Françaises et 65ms pour les Taïwanaises) et finalement il est le plus court avec /a/ (28ms pour les Françaises et 46ms pour les Taïwanaises). Cette tendance en fonction de la voyelle est similaire aux VOT observés avec la consonne /t/. Le VOT plus court avec la voyelle /a/ est un phénomène commun aux trois consonnes occlusives sourdes observées ici. Les valeurs d'écart-type semblent indiquer avec chaque voyelle une variabilité moins importante pour la consonne sourde /k/ que pour la consonne voisée /g/.

Pour vérifier ces observations, nous avons effectué séparément pour chaque consonne (/g/ et /k/) une ANOVA à 1 facteur (l'effet de la voyelle) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/), où la variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée (les résultats sont regroupés dans le Tableau 61 en annexe).

Pour le /g/ des locutrices françaises, s'il y a bien une influence globale de la voyelle sur le VOT ($F_{(2, 30)} = 3,388$ et $p = 0,0471$), les tests a posteriori de Fischer indiquent qu'il n'y a une influence de la voyelle qu'entre les voyelles /a/ et /u/.

Pour le /g/ des locutrices taïwanaises, les résultats montrent qu'il n'y a pas d'influence du facteur voyelle sur la valeur du VOT ($F_{(2, 87)} = 2,079$, $p = 0,1313$). Autrement dit, les différences observées dans les valeurs de VOT, tantôt négatives, tantôt positives ne sont pas significatives. De manière plus générale, il n'y a donc pas d'influence de la voyelle sur le VOT des trois consonnes voisées /b d g/ du français produites par les locutrices taïwanaises.

En ce qui concerne la consonne /k/, les résultats montrent une influence globale significative de la voyelle sur le VOT, aussi bien pour les locutrices françaises ($F_{(2, 33)} = 24,429$; $p < 0,0001$) que pour les locutrices taïwanaises ($F_{(2, 93)} = 18,912$; $p < 0,0001$). De plus, les tests a posteriori de Fischer indiquent que les différences de VOT sont significatives pour l'ensemble des résultats en fonction des voyelles comparées deux à deux. Ceci indique donc que pour les deux

groupes de locutrices, le VOT de /k/ en coarticulation avec la voyelle /a/ est plus petit que le VOT avec la voyelle /u/ ($p < 0,0001$ pour les Françaises et $p = 0,0024$ pour les taïwanaises) et qu'il est également plus petit qu'avec la voyelle /i/ ($p < 0,0001$ pour les Françaises et les Taïwanaises) et que le VOT de /k/ avec /u/ est plus petit qu'avec la voyelle /i/ ($p = 0,0238$ pour les Françaises et $p = 0,0031$ pour les Taïwanaises).

d. Discussion

Nos résultats montrent que pour les Françaises, la principale différence observée dans l'influence des voyelles se situe entre la voyelle ouverte /a/ et les voyelles fermées /i u/ : les VOT les plus courts (positivement ou négativement) sont en coarticulation avec la voyelle /a/ et les plus longs avec les voyelles /i u/.

La seule exception à tout ceci concerne la consonne /d/ où il n'y a aucune différence globale. Des différences de VOT obtenues avec les deux voyelles fermées n'existent que pour les occlusives sourdes /t k/. Par ailleurs, il n'y a globalement pas de différence de VOT pour /g/ lorsqu'il est en coarticulation avec /a/ ou /i/.

Pour les locutrices taïwanaises, il n'y a pas de différence de VOT en fonction de la voyelle pour l'ensemble des occlusives voisées /b d g/.

Cela pourrait être expliqué par le fait que le groupe n'est pas homogène et que certaines locutrices produisent du prévoisement et que d'autres n'en produisent pas. Ceci génère une variabilité telle des valeurs de VOT, quelle que soit la voyelle, que l'effet des voyelles elles-mêmes sur le VOT ne serait plus visible.

Pour les occlusives sourdes produites par les Taïwanaises, tout comme les natives, le VOT obtenu en coarticulation avec la voyelle ouverte /a/ est toujours plus petit (en valeur absolue) que le VOT obtenu en coarticulation avec les voyelles fermées /i u/. Nous obtenons d'autres différences ponctuelles : le VOT de /k/ diffère selon que /i/ ou /u/ soient en coarticulation.

Les différences de VOT observées selon que la voyelle en coarticulation soit une voyelle ouverte (/a/) ou fermée (/i u/) s'expliquent assez bien. Ce phénomène est ici observé pour toutes les occlusives sourdes, celles des natives et des non-natives. Pour /p t k/, il s'agit de produire du voisement sur la voyelle après la consonne (elle-même non-voisée). Pour cela, il faut notamment qu'il y ait une différence de pression trans-glottique suffisante (Ohala, 1983). Or, du fait de l'occlusion de la consonne, la pression supra-glottique est très élevée en fin de consonne et ne permet pas immédiatement la vibration des plis vocaux. Une diminution de la pression intra-orale commence dès le début du relâchement par l'expulsion de l'air. En raison de l'aperture de la bouche plus étroite avec les voyelles fermées (par définition) le rétablissement de la pression trans-glottique s'effectue plus lentement avec ces dernières qu'avec le /a/ (voyelle ouverte). Le VOT s'allonge ainsi avec les voyelles fermées.

Pour les occlusives voisées, nous n'avons observé ce phénomène que pour les natives. Pour les non-natives, non habituées à produire la vibration des plis vocaux durant la phase d'occlusion, nous pouvons prévoir une variabilité telle entre les locutrices qu'une différence en fonction de la voyelle ne puisse transparaître globalement. Pour les natives, nous avons observé un VOT

négatif plus court avec /a/ qu'avec /i u/. Une différence de VOT négatif ne peut provenir que de ce qui se passe durant la phase d'occlusion, donc avant le relâchement. Bien que nous soyons encore dans la production de la consonne, une anticipation de l'articulation de la voyelle (puisque nous sommes en position initiale) peut attribuer des caractéristiques de cette dernière à la consonne en coarticulation. Un VOT plus long (avec /i u/) est possible du fait qu'avec ces deux voyelles, la cavité pharyngale est plus grande (notamment avec /i/). De la sorte, les voyelles hautes permettent de conserver le voisement plus longtemps. En conséquence, deux phénomènes sont possibles : ou bien les locutrices anticipent la possible perte de voisement et produisent un VOT plus court, ou bien, il y a effectivement une perte de voisement plus fréquente avec /a/, ce qui conduit à une moyenne de VOT globalement plus courte en coarticulation avec cette voyelle.

Nous avons étudié l'influence des voyelles /a i u/ sur les valeurs de VOT des consonnes occlusives /b d g p t k/ du français produites par des locutrices françaises et taïwanaises. Le VOT est mesuré en position initiale avec 3 locutrices françaises et 8 locutrices taïwanaises.

Nos résultats montrent que pour les locutrices françaises, il y a une influence globale de la voyelle sur le VOT des consonnes, excepté pour la consonne /d/. Globalement, le VOT avec la voyelle /a/ est plus court qu'avec les voyelles fermées /i u/ (excepté entre /a u/ pour /g/). Ceci explique et confirme notre interprétation pour nos résultats des tests de discrimination (*Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises*) : les auditrices taïwanaises semblent percevoir les différences allophoniques des consonnes sourdes.

Pour les locutrices taïwanaises, les résultats montrent qu'il n'y a pas d'influence de la voyelle avec les occlusives voisées /b d g/. En revanche, il existe une différence globale de VOT en fonction de la voyelle en coarticulation pour les trois occlusives sourdes /p t k/. Les VOT de ces trois consonnes est plus petit en coarticulation avec /a/ qu'avec /u i/.

La différence d'aperture de la bouche conditionnerait un VOT plus long pour les occlusives sourdes avec les voyelles fermées, tandis qu'un volume intra-oral plus petit avec /a/ conduirait à un VOT négatif plus court pour les occlusives voisées des natives. La variabilité interlocutrice des Taïwanaises pour le VOT des occlusives voisées ne permet pas d'observer une influence des voyelles pour celles-ci.

4. Comparaison des moyennes de VOT obtenues pour les occlusives françaises /b p d t g k/ en position initiale et en fonction de la voyelle en coarticulation par les locutrices françaises et taïwanaises

Nous comparons dans cette partie les VOT des occlusives /b d g p t k/ réalisées en première position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ (position initiale) entre 3 locutrices natives et 8 locutrices taïwanaises. Les moyennes de VOT obtenues pour les occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ sont respectivement illustrées sur les Graphique 32, Graphique 33 et Graphique 34. Nous avons précédemment comparé les moyennes entre consonnes sourdes et sonores, nous comparons ici les résultats entre les deux groupes de locutrices.

a. Observations générales

Nous avons relevé plus tôt que le VOT des consonnes /b d g p t k/ était globalement différent selon que les consonnes soient produites par les locutrices natives ou les locutrices taïwanaises (voir : *Résultats globaux*).

Dans le détail, lorsque nous comparons le VOT en fonction de la voyelle en coarticulation, nous observons que le VOT des occlusives sourdes des locutrices taïwanaises semble toujours supérieur à celui des locutrices françaises. Pour les occlusives voisées, le VOT des locutrices taïwanaises semble toujours plus proche de 0 (avec un départ du murmure de voisement plus proche du début du relâchement).

b. Vérification de nos observations

Nous comparons ici les différences entre locutrices natives et non-natives dans la réalisation de chaque consonne en coarticulation avec les trois voyelles /a i u/. Pour vérifier nos observations, nous avons effectué séparément pour chaque consonne (/b d g p t k/) en coarticulation avec chaque voyelle (/a i u/) un test-t non apparié. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 64 (en annexe).

Les différences observées entre les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises sont significatives pour les syllabes /bi/ (p=0,0338), /da/ (p=0,0402), /gi/ (p=0,0002), /gu/ (p=0,0101), /pu/ (p=0,0215) et pour les trois voyelles avec /k/ (/ka/ : p=0,0044 ; /ki/ : p=0,0101 ; /ku/ : p=0,0318). Ainsi, il n'y a aucune différence dans les valeurs de VOT obtenues pour les syllabes /ba/ (p=0,3155), /bu/ (p=0,1157), /di/ (p=0,3419), /du/ (p=0,2589), /ga/ (p=0,1013), /pa/ (p=0,3090), /pi/ (p=0,1525) et /t/ avec les trois voyelles (/ta/ : p=0,0598 ; /ti/ : p=0,1738 ; /tu/ : p=0,2120).

c. Discussion

Les écarts entre locutrices françaises et taïwanaises se concentrent surtout au niveau des occlusives vélares /g k/ (à l'exception de /ga/). Pour les occlusives labiales /b p/, il n'y a de différence qu'avec /bi/ et /pu/, et pour les dentales uniquement avec /da/.

Les différences constatées avec les consonnes /g k/ sont les seules qui, de par leur quasi-systématicité, semblent d'abord reposer sur la consonne. Dans le cas de /g/, les différences constatées pourraient également reposer sur l'opposition des voyelles entre voyelle ouverte et voyelles fermées. Ces résultats montrent donc que quelle que soit la voyelle, les locutrices taïwanaises produisent un VOT plus long pour les occlusives sourdes que celui des locutrices françaises. Notons que pour les deux groupes de locutrices, les moyennes de VOT obtenues avec /k/ sont les plus grandes. Rappelons également que pour les deux groupes de locutrices, la voyelle a un effet sur la durée du VOT du /k/.

Ces résultats sont à mettre en rapport avec ceux obtenus pour le /g/. Il peut d'abord être surprenant qu'il n'y ait pas de différence entre les Françaises et les Taïwanaises pour la syllabe /ga/, alors même que le VOT des locutrices taïwanaises est positif (4ms), mais l'écart-type est important (42). Pour les locutrices françaises, /g/ en coarticulation avec /a/ a le VOT le plus court (-19ms) et il obtient un écart-type de 34.

Comme l'a remarqué Ohala (1983), le /g/ est la consonne la plus difficile à voiser. Il est possible que ces difficultés exacerbent les écarts de prononciation entre les natives et les non-natives, qui doivent redoubler d'effort pour le produire. Nos résultats indiquent ainsi pour cette seule consonne une moyenne de VOT positive pour les non-natives. Le VOT significativement plus long pour le /k/ des non-natives, alors qu'il ne l'est pas aussi systématiquement pour les

autres consonnes sourdes, pourraient être une conséquence de cette difficulté. Les non-natives pourraient en effet vouloir augmenter le VOT dans le but de mieux opposer ces deux consonnes /g k/, qu'en moyenne, elles prononcent phonétiquement comme des occlusives sourdes toutes les deux. Il pourrait ainsi y avoir une opposition – au moins pour certaines locutrices – entre un /g/ sourd et un /k^h/. Cette hypothèse reste à vérifier.

En ce qui concerne les autres différences constatées, il nous faut regarder en détail les raisons de ces écarts. /b/ en coarticulation avec /i/ a obtenu le plus long VOT (néгатif) pour les locutrices françaises avec un écart-type (16) très nettement inférieur aux moyennes de VOT avec les deux autres voyelles (/a/ : 46 et /u/ : 53). Ainsi, bien qu'il n'y ait pas de différence entre le VOT de /b/ avec /u/ ou /i/, c'est sur le fait que les locutrices françaises aient pu être aussi constantes dans la production du VOT dans ce contexte qu'il faut sans doute s'interroger. Avec un VOT de /b/ en coarticulation avec /i/ de -28ms, les Taïwanaises ont obtenu un écart-type de 76, le plus important, toutes consonnes confondues.

En ce qui concerne /pu/, il s'agit aussi bien pour les Françaises que pour les Taïwanaises de la moyenne de VOT la plus longue obtenue avec /p/, sans que toutefois il n'y ait de distinction avec le VOT avec /i/, ni pour les Françaises, ni pour les Taïwanaises. On observe cependant dans les deux cas un écart-type plus petit avec /u/ qu'avec /i/ (9 pour les Françaises et 29 pour les Taïwanaises).

Pour les locutrices françaises comme pour les locutrices taïwanaises, il n'y a pas d'influence de la voyelle sur le VOT du /d/ dans ce corpus. Pourtant, le VOT de /d/ est différent entre locutrices françaises et taïwanaises lorsqu'il est en coarticulation avec /a/. La moyenne observée du VOT de /d/ dans /da/ est la plus courte pour les Taïwanaises (-14ms), alors qu'elle est la plus longue pour les Françaises (-53ms). Par ailleurs, sans être petits, les écart-types observés sont les plus petits relativement aux écart-types de cette consonne avec chaque voyelle (53 pour les Taïwanaises et 49 pour les Françaises). Cet ensemble d'éléments amène donc à une différence significative dans le VOT du /d/ en coarticulation avec /a/ entre locutrice française et taïwanaise, sans qu'il ne soit possible de l'expliquer logiquement (d'autant qu'au sein de chaque groupe, il n'y a pas d'influence de la voyelle sur le VOT).

Une comparaison globale nous a permis de montrer qu'il existait une différence globale significative de moyenne de VOT pour toutes les consonnes occlusives entre locutrices natives et locutrices non-natives taïwanaises.

Une comparaison des VOT en fonction de la voyelle en coarticulation a mis en évidence qu'en dehors de quelques cas ponctuels (/bi/, /pu/, /da/), les principales différences qui distinguent les locutrices françaises et taïwanaises sont les occlusives vélaires : avec toutes les voyelles pour /k/, et avec les voyelles fermées pour /g/. Les locutrices taïwanaises ne débutent globalement pas de voisement avant le relâchement (ou ne le maintiennent pas assez) et retardent de façon significative (par rapport aux natives) le départ de voisement après le /k/.

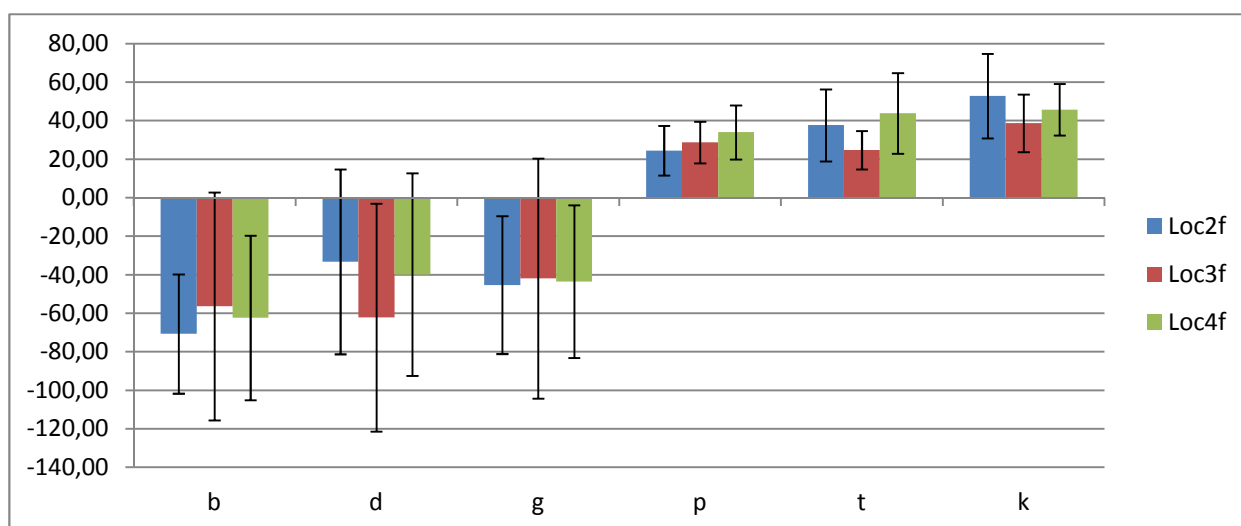
5. Comportements des locutrices françaises et taïwanaises dans la réalisation du VOT des occlusives /b p d t g k/

Nous évaluons dans cette partie si les locutrices enregistrées ont produit le VOT des consonnes avec une certaine homogénéité, ou si au contraire, il se distingue des comportements de locutrices. Cette question se pose pour nous dans la mesure où nos premières observations semblent indiquer une variabilité importante des réalisations pour les locutrices taïwanaises, avec notamment des locutrices qui produisent un VOT négatif pour les occlusives voisées, et d'autres qui auraient plutôt tendance à produire un VOT positif (pour les mêmes consonnes). Par ailleurs, nous vérifions l'hypothèse selon laquelle les locutrices taïwanaises produisent un VOT plus long pour le /k/ afin de mieux le distinguer du /g/.

a. Les locutrices françaises

i. VOT global des locutrices françaises

Nous mesurons dans cette partie le VOT moyen des locutrices françaises pour les occlusives /b d g p t k/ réalisées en position initiale de logatome. Nous montrons que les moyennes de VOT pour chaque consonne ne sont pas significativement différentes, excepté pour le /t/.



Graphique 35 : Moyennes de VOT (avec écart-type) de /b d g p t k/ de 3 locutrices françaises en position initiale de logatome

Le Tableau 65 (en annexe) indique les valeurs moyennes de VOT obtenues par locutrice et par consonne pour les 3 locutrices françaises prises en compte dans cette étude sur le VOT. Ces résultats sont illustrés sur le Graphique 35. Nous observons un écart maximum entre locutrices de 15ms pour le /b/, 29ms pour /d/, 3ms pour /g/, 10ms pour /p/, 19ms pour /t/ et 14ms pour /k/. Ainsi, ce sont les consonnes /d/ et /t/ pour lesquelles il y a le plus de différence de moyenne entre les locutrices. L'écart de moyenne pour le /g/ semble au contraire être très réduit. L'écart-type semble par ailleurs plus petit pour les occlusives sourdes.

Pour vérifier si les écarts observés sont significatifs, nous avons effectué séparément pour chaque consonne une ANOVA à 1 facteur (les locutrices) avec 3 modalités (les locutrices Loc2f, Loc3f et Loc4f) où la variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée. Les résultats sont regroupés dans le Tableau 66 en annexe.

Globalement, il n'y a pas de différence pour les consonnes /b/ ($F_{(2, 32)}=0,293$, $p=0,742$), /p/ ($F_{(2, 33)}=1,705$, $p=0,1975$), /d/ ($F_{(2, 32)}=0,965$, $p=0,3918$), /g/ ($F_{(2, 30)}=0,015$, $p=0,9855$) et /k/ ($F_{(2, 33)}=2,013$, $p=0,1497$). Il y a cependant une différence globale dans les moyennes pour la consonne /t/ ($F_{(2, 33)}=3,895$, $p=0,0303$). Les tests a posteriori de Fischer montrent que pour cette consonne, il y a une différence entre les locutrices Loc3f et Loc4f ($p=0,0099$) seulement.

ii. *Comparaison des VOT entre consonnes sourdes et consonnes sonores des locutrices françaises*

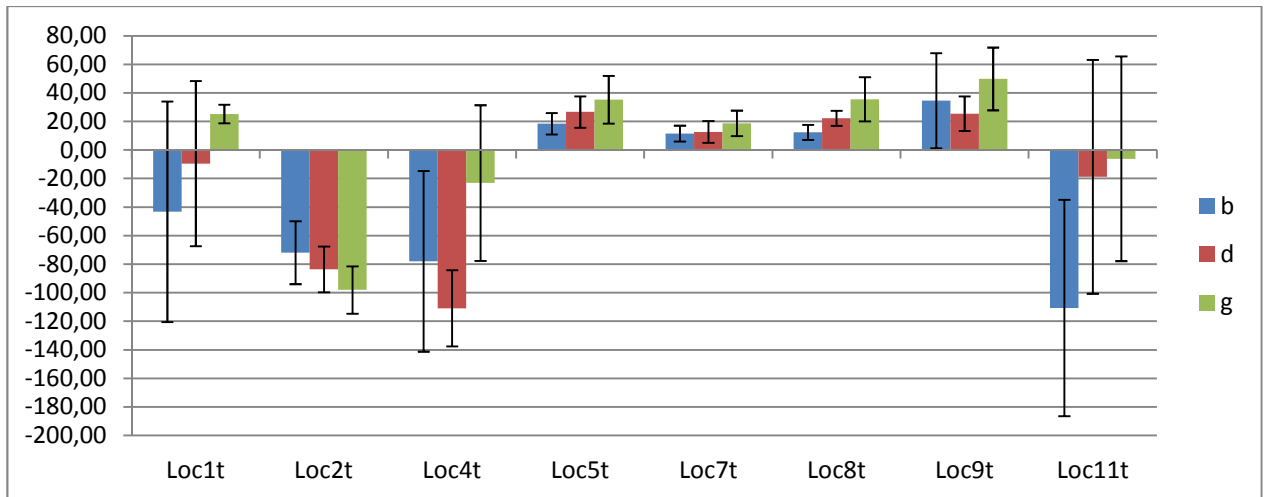
Nous posons ici l'hypothèse que les moyennes de VOT obtenues entre les consonnes sourdes et les consonnes voisées sont différentes. Pour le vérifier, nous effectuons pour chaque locutrice un test-t non apparié pour chaque couple de consonnes voisée/non-voisée : /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 67 en annexe.

Nos résultats montrent pour toutes les locutrices et pour toutes les consonnes une différence significative des moyennes de VOT entre consonnes voisées et sourdes. Pour le couple /b p/, nous obtenons respectivement pour les trois locutrices Lo2f, loc3f et Loc4f : $t_{22}= 9,839$; $t_{21}=4,903$; $t_{22}=7,430$ et $p<0,0001$. Pour le couple /d t/ nous obtenons respectivement : $t_{22}= 4,766$; $t_{22}= 5,019$; $t_{21}=5,102$ et $p<0,0001$. Enfin, pour le couple /g k/ nous obtenons : $t_{22}= 8,100$; $t_{22}= 4,359$; $t_{19}=7,318$ et $p<0,0001$, excepté pour Loc3f avec $p=0,0003$. Les locutrices françaises produisent donc bien toutes un VOT différent entre les occlusives voisées et les occlusives sourdes correspondantes.

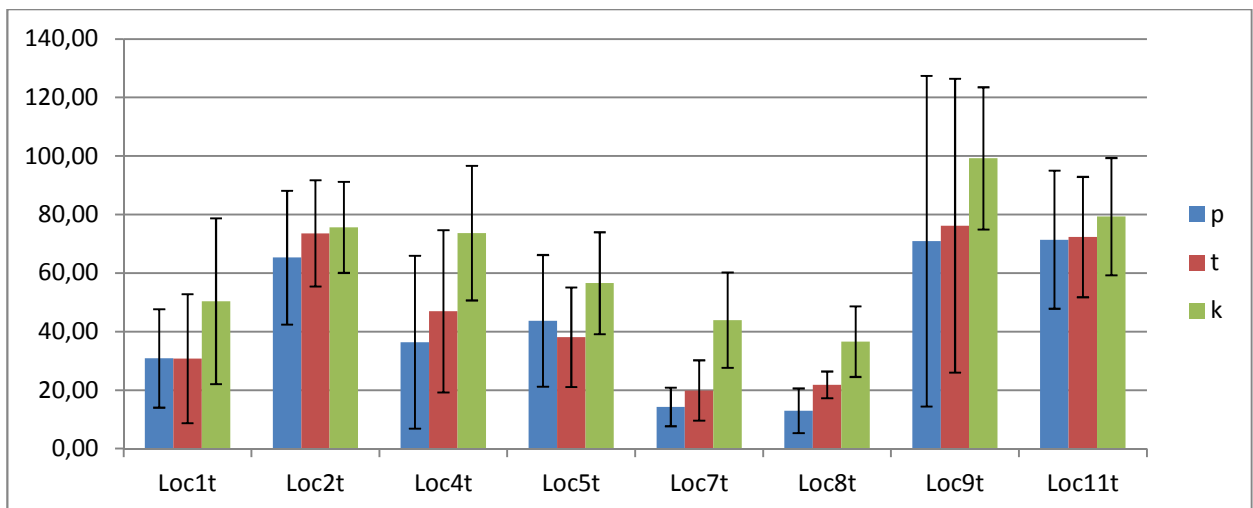
b. Les locutrices taiwanaises

i. *VOT des locutrices taiwanaises - Différence entre les locutrices (consonne par consonne)*

Nous mesurons dans cette partie le VOT moyen des locutrices taiwanaises pour les occlusives /b d g p t k/ réalisées en position initiale de logatomes. Nous mettons en évidence des comportements différents de locutrices : une locutrice prévoit beaucoup les voisées et allonge le VOT des sourdes, créant ainsi un contraste maximal. Trois locutrices prévoient le /b/ tout comme la locutrice précédente, mais ce prévoisement diminue de façon importante pour le /d/ et encore plus pour le /g/ (pouvant même disparaître) ce qui concorde avec le degré de difficulté de voisement de ces consonnes. Ces mêmes locutrices n'augmentent pas nécessairement le VOT des consonnes sourdes pour accentuer le contraste. Une locutrice ne prévoit pas les occlusives voisées, néanmoins, elle produit un VOT long pour les occlusives sourdes. Enfin, trois locutrices ne prévoient pas les occlusives voisées, mais n'allongent pas non plus le VOT des occlusives sourdes, ce qui interroge sur la distinction de ces consonnes.



Graphique 36 : Moyennes de VOT (ms) (avec écart-type) des consonnes françaises /b d g/ de 8 locutrices taïwanaises en position initiale de logatome



Graphique 37 : Moyennes de VOT (ms) (avec écart-type) des consonnes françaises /p t k/ de 8 locutrices taïwanaises en position initiale de logatome

- *Différence entre les locutrices (consonne par consonne)*

Nous examinons tout d'abord les moyennes de VOT par consonne et par locutrice pour voir si les locutrices ont des comportements similaires quant au VOT. Le fait que certaines locutrices prévoient et d'autres non semble indiquer des différences pour les consonnes visées. Pour les occlusives sourdes, il semble y avoir des VOT plus long que d'autres.

Le Tableau 68 (en annexe) indique les valeurs moyennes de VOT obtenues par locutrice et par consonne pour les 8 locutrices taïwanaises prises en compte dans cette étude sur le VOT. Ces résultats sont illustrés avec les Graphique 36 (pour /b d g/) et Graphique 37 (pour /p t k/). Nous observons des écarts maximum entre locutrices plus importants que pour les natives, avec un écart maximum entre locutrices (entre les moyennes extrêmes des VOT des locutrices) de 145ms pour le /b/, 147ms pour /d/, 148ms pour /g/, 58ms pour /p/, 56ms pour /t/ et 62ms pour /k/. Les écarts semblent grands, mais conservent un certain ordre de grandeur selon le type de consonnes : entre 145 et 150ms de différence entre locutrices pour les voisées, et autour de 60ms pour les sourdes.

Pour vérifier si les écarts observés sont significatifs, nous avons effectué séparément pour chaque consonne une ANOVA à 1 facteur (les locutrices) avec 8 modalités (les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t) où la variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée. Le Tableau 69 en annexe reprend les résultats.

Globalement, il y a une différence de moyenne de VOT entre les locutrices pour toutes les consonnes : /b/ $F_{(7, 84)} = 16,362$, /p/ $F_{(7, 85)} = 8,921$, /d/ $F_{(7, 84)} = 25,005$, /t/ $F_{(7, 88)} = 10,840$, /g/ $F_{(7, 82)} = 20,058$, et /k/ $F_{(7, 88)} = 12,953$, avec pour toutes $p < 0,0001$.

Les tests a posteriori de Fischer permettent d'identifier les locutrices ayant des moyennes de VOT similaires, et celles ayant des moyennes différentes. Ceci nous a permis de regrouper les locutrices en fonction des similarités de moyenne de VOT par consonne (Tableau 31). Nous avons ainsi pu distinguer des comportements de locutrices en fonction du VOT.

Pour le /b/, la locutrice Loc11t a produit le VOT négatif le plus long. Elle ne se distingue pas de Loc4t, néanmoins, les locutrices Loc1t et Loc2t ont également produit un VOT négatif similaire à Loc4t (mais différent de Loc11t). Ces 4 locutrices sont les seules à avoir un VOT négatif pour le /b/ (la moitié des locutrices étudiées ici donc). Les locutrices Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t ont produit un VOT positif sans différence significative (entre 11 et 35ms).

Pour /d/, les locutrices Loc2t et Loc4t ont produit un VOT négatif significativement plus long que celui de toutes les autres, entre -84 et -111ms. Les locutrices Loc11t et Loc1t ont également produit un VOT moyen négatif, mais plus court (entre -9 et -19ms), néanmoins, le VOT moyen de Loc1t ne se distingue pas des VOT positifs les plus courts des locutrices Loc7t et Loc8t. Enfin, les locutrices Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t ont à nouveau produit un VOT positif sans différence significative entre elles (entre 13 et 27ms).

Pour /g/, une locutrice produit un VOT négatif, significativement plus long que celui des autres : Loc2t, avec un VOT moyen de -98ms. Deux locutrices produisent un VOT moyen négatif plus court : Loc4t et Loc11t (entre 23 et -6ms), néanmoins, le VOT moyen de Loc11t ne se distingue pas du VOT positif le plus court de Loc7t (19ms). Enfin, les locutrices Loc7t, Loc1t, Loc5t, Loc8t, Loc9t produisent un VOT positif (entre 19 et 50ms). Le VOT de la locutrice Loc7t se distingue cependant significativement de celui de la locutrice Loc9t qui a le plus long positivement.

Pour l'ensemble des occlusives voisées, il y a donc quatre locutrices qui produisent en moyenne un VOT négatif pour les occlusives /b/ et /d/. Ce sont les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc4t et Loc11t. Des différences existent entre elles, entre une locutrice qui conserve un VOT négatif toujours long (Loc2t), ou qui diminue juste pour /g/ (Loc4t), une locutrice dont le VOT diminue entre /b/ et /g/ (Loc11t) ou qui atteint même un VOT positif pour /g/ (Loc1t). Il y a d'un autre côté quatre locutrices qui produisent toutes le même VOT positif pour ces occlusives phonologiquement voisées : Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t.

Pour l'occlusive sourde /p/, toutes les moyennes de VOT sont positives. Les locutrices Loc7t, Loc8t et Loc1t produisent les VOT moyens les plus courts (entre 13 et 31ms). Néanmoins, Loc7t ne se distingue pas des locutrices Loc4t et Loc5t qui produisent un VOT moyen entre 36

et 44ms. Enfin, les locutrices Loc2t, Loc9t et Loc11t produisent les VOT moyens les plus longs, entre 65 et 71ms. Les VOT de Loc2t et Loc5t ne sont pas significativement différents.

Pour /t/, les VOT positifs les plus courts sont produits par les locutrices Loc1t, Loc5t, Loc7t et Loc8t, entre 20 et 38ms. Loc4t a produit un VOT positif légèrement plus long (47ms), qui se distingue de celui de Loc7t et Loc8t, mais pas de Loc1t et Loc5t. Les locutrices Loc2t, Loc9t et Loc11t ont produit un VOT moyen significativement plus long (entre 72 et 76ms).

Pour /k/, les VOT les plus courts ont été produits par les locutrices Loc1t, Loc5t, Loc7t et Loc8t, entre 37 et 57ms. Cependant, les VOT moyens de Loc5t (plus long) et Loc8t (plus court) se distinguent significativement. Les locutrices Loc2t, Loc4t et Loc11t ont toutes les trois produit un VOT moyen significativement plus long, entre 74 et 79ms. Enfin, Loc9t a produit le VOT le plus long, significativement différent de tous les autres (99ms).

Ainsi, pour les occlusives sourdes, nous observons que certaines locutrices ont tendance à produire systématiquement un VOT positif plutôt plus court (Loc1t, Loc7t, Loc8t, voire Loc5t), et d'autres plutôt plus long (Loc2t, Loc9t, voire Loc11t). La locutrice Loc4t produit un VOT moyen plutôt intermédiaire entre ces deux groupes. Nous proposons une synthèse de ces résultats dans le Tableau 31 et un classement plus général dans le Tableau 145 (en annexe).

/b/	VOT négatif long : Loc11t, (Loc4t)	VOT négatif : (Loc4t), Loc1t, Loc2t	VOT positif : Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t
/d/	VOT négatif : Loc2t, Loc4t	VOT négatif court : Loc11t, (Loc1t)	VOT positif : (Loc1t), Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t
/g/	VOT négatif : Loc2t	VOT négatif court : Loc4t, Loc11t, (Loc7t)	VOT positif : (Loc7t), Loc1t, Loc5t, Loc8t, Loc9t
/p/	VOT positif court : (Loc1t), Loc7t, Loc8t	VOT positif : (Loc1t), Loc4t, Loc5t	VOT positif long : loc2t, Loc9t, Loc11t
/t/	VOT positif court : Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, (Loc4t)	VOT positif : (Loc4t)	VOT positif long : Loc2t, Loc9t, Loc11t
/k/	VOT positif court : Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	VOT positif : Loc2t, Loc4t, Loc11t	VOT positif long : Loc9t

Tableau 31 : regroupement des 8 locutrices taiwanaises en fonction de leur moyenne de VOT pour les consonnes /b d g p t k/ et des résultats des tests de Fischer (avec entre parenthèses les locutrices pouvant appartenir à deux groupes).

ii. *Comparaison du VOT entre consonnes sourdes et sonores des locutrices taiwanaises*

Nous vérifions dans cette partie si les locutrices taiwanaises produisent des VOT différents en fonction d'une consonne sourde ou sonore.

D'après nos mesures précédentes, nous remarquons que la locutrice Loc2t produit à la fois un VOT négatif globalement plus long que les autres pour les occlusives voisées, et un VOT positif parmi les plus longs pour les occlusives sourdes. Elle génère ainsi le plus de différence entre les occlusives voisées et les occlusives sourdes. Ainsi les locutrices qui produisent un VOT plus long pour les occlusives sourdes ne le font pas nécessairement pour distinguer ces deux types de consonnes en compensant une absence de voisement des occlusives voisées par cet allongement de VOT pour les occlusives sourdes.

Au contraire, les locutrices Loc5t, Loc7t et Loc8t qui produisent un VOT moyen positif pour les occlusives voisées produisent un VOT positif pour les occlusives sourdes correspondant plutôt à un VOT court, et le plus court pour les trois consonnes sourdes (excepté avec /p/ pour Loc5t) de notre ensemble de locutrices. Nous pouvons ici nous demander si la distinction entre occlusives sourdes et occlusives voisées est bien réalisée pour ces trois locutrices.

La locutrice Loc9t se distingue de ces trois dernières, car si comme elles elle obtient un VOT moyen positif pour les occlusives voisées, elle obtient le VOT positif le plus long pour les trois consonnes sourdes (comme Loc2t et Loc11t pour /p t/). Il pourrait s'agir d'une distinction par de l'aspiration sur l'occlusive sourde.

Enfin, pour les locutrices Loc1t, Loc4t et Loc11t, nous avons vu que le VOT diminuait de façon plus ou moins importante selon les locutrices du /b/ vers le /g/. Ainsi, la locutrice Loc11t passe du VOT négatif le plus long avec /b/ à un VOT négatif plus court avec /d/ et finalement à un VOT négatif qui ne se distingue pas de la locutrice Loc7t qui obtient un VOT moyen positif avec /g/. La locutrice Loc1t produit un VOT moyen négatif avec /b/, un VOT moyen négatif avec /d/, mais qui ne se distingue déjà plus d'autres locutrices ayant produit un VOT moyen positif à un VOT positif avec /g/. La locutrice Loc4t produit, elle, toujours un VOT moyen négatif pour les occlusives voisées, avec un VOT parmi les plus longs pour /b d/, et plus court avec /g/. Parmi ces trois locutrices, seule la locutrice Loc1t obtient des moyennes de VOT pour les occlusives sourdes qui soient parmi les plus courtes, la plaçant de la sorte dans le groupe des locutrices dont nous pouvons nous demander si la distinction entre consonnes sourdes et voisées est bien effectuée, mais et plus spécifiquement pour le couple /g k/.

Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué séparément pour chaque locutrice taïwanaise (8 au total) un test-t non apparié entre le VOT des consonnes sourdes et des consonnes sonores. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 70 (en annexe).

Nous avons précédemment observé que la locutrice Loc2t obtenait globalement l'écart le plus important entre les consonnes occlusives voisées et les sourdes. Ces résultats sont confirmés par un test-t non apparié avec des différences fortement significatives ($p < 0,0001$) pour les trois couples /b p/ ($t_{22}=14,970$), /d t/ ($t_{22}= 22,441$) et /g k/ ($t_{20}= 25,298$)

Nous nous sommes interrogé pour les locutrices Loc5t, Loc7t et Loc8t au sujet d'une différence de moyenne de VOT entre les consonnes sourdes et les consonnes voisées, dans la mesure où les consonnes voisées obtiennent pour elles un VOT positif, et les consonnes sourdes également un VOT positif, mais parmi les VOT les plus courts obtenus par l'ensemble des locutrices taïwanaises pour chaque consonne. Les tests-t non appariés confirment en partie nos hypothèses. Pour la locutrice Loc8t, il n'y a aucune différence de moyenne de VOT entre les occlusives voisées et les occlusives sourdes. Nous obtenons pour /b p/ : $t_{20}=0,204$ et $p=0,8405$; pour /d t/ $t_{22}=0,205$ et $p=0,8396$; et enfin pour /g k/ $t_{22}=0,181$ et $p=0,8578$. Pour les locutrices Loc5t et Loc7t, des différences apparaissent selon les couples de consonnes concernées. Pour /d t/, dans les deux cas, il n'y a aucune différence de moyenne de VOT. Nous obtenons respectivement $t_{22}=1,954$ et $p=0,0636$ pour la première et $t_{22}=1,941$ et $p=0,0652$ pour la seconde. Pour le couple /b p/, la différence n'est pas significative pour loc7t ($t_{22}=1,114$ et $p=0,2775$), mais elle l'est pour Loc5t ($t_{22}=3,692$ et $p=0,0013$). Enfin, la surprise vient du

couple /g k/ où la différence de VOT entre les deux consonnes est significative pour les deux locutrices. Nous obtenons pour Loc5t : $t_{22}=3,062$ et $p=0,0057$, et pour Loc7t : $t_{22}=4,710$ et $p=0,0001$. Ce résultat peut surprendre car pour /g/, nous obtenons pour ces deux locutrices des valeurs moyennes de VOT positives plus grandes que pour les autres consonnes voisées. D'ailleurs, la locutrice Loc5t obtient un résultat assez similaire à la locutrice Loc8t (autour de 35ms). Néanmoins, pour /k/, l'ensemble des locutrices taïwanaises a produit un VOT moyen plus grand que pour les autres consonnes sourdes, ce qui induit que les locutrices taïwanaises qui ont produit le VOT le plus petit ont tout de même pu produire un VOT un peu plus long, comme Loc5t (57ms) et Loc7t (44ms), mais pas Loc8t (37ms).

Dans nos observations, nous avons distingué la Loc9t des trois locutrices précédentes en posant l'hypothèse que cette locutrice produisait un VOT plus long pour les consonnes sourdes, pour les distinguer des consonnes voisées produites sans prévoisement. Les tests-t non appariés ne confirment pas totalement cette hypothèse. En effet, nous obtenons effectivement une différence significative entre les VOT des couples /d t/ ($t_{22}=3,402$, $p=0,0026$) et /g k/ ($t_{22}=5,223$, $p<0,0001$), mais pas pour le couple /b p/ ($t_{21}=1,900$, $p=0,0712$).

Enfin, pour les locutrices Loc1t, Loc4t et Loc11t, nous avons émis des doutes quant à une distinction de tous les couples de consonnes voisées/non-voisées, et notamment pour le couple /g k/ et la locutrice Loc1t. Le test-t non apparié montre que pour ces trois locutrices, et pour tous les couples de consonnes, il y a bien une différence significative de moyenne entre les consonnes voisées et les consonnes non-voisées. Nous obtenons respectivement pour les locutrices Loc1t, Loc4t et Loc11t les résultats suivants : pour le couple /b p/ : $t_{20}= 3,108$ et $p=0,0055$; $t_{20}=5,593$ et $p<0,0001$; $t_{22}=7,948$ et $p<0,0001$; pour le couple /d t/ : $t_{18}= 2,204$ et $p=0,0408$; $t_{22}=14,192$ et $p<0,0001$; $t_{22}=3,737$ et $p=0,0011$; et pour le couple /g k/ : $t_{20}= 2,736$ et $p=0,0127$; $t_{20}=5,601$ et $p<0,0001$; $t_{22}=3,977$ et $p=0,0006$.

Pour résumer (voir aussi Tableau 145), les locutrices qui produisent des VOT négatifs distinguent par le VOT les trois paires de consonnes, tandis que pour les locutrices produisant des VOT positifs, pour au moins une paire de consonne, il n'y a pas d'opposition : Loc5t avec /d t/, Loc7t avec /b p/ et /d t/, Loc9t avec /b p/ et Loc8t qui ne fait pas du tout de distinction.

c. Comparaison des comportements entre locutrices françaises et taïwanaises

Dans cette partie, nous étudions les divergences/similarités entre les comportements des 8 locutrices taïwanaises et les 3 locutrices françaises analysées pour cette analyse du VOT. Nous montrons que pour les occlusives voisées, ce sont les locutrices ayant produit les VOT négatifs les plus courts qui réalisent le VOT comme les natives. Pour les occlusives sourdes, ce sont les locutrices ayant réalisé les VOT positifs les plus courts, et de valeur intermédiaire – excepté pour le /k/ - (relativement à l'ensemble des productions des locutrices taïwanaises) qui produisent les mêmes VOT que les locutrices françaises, autrement dit, pour ces occlusives sourdes, les locutrices ayant produit les VOT les plus longs (incluant les valeurs intermédiaires pour le /k/) se distinguent toutes significativement des locutrices natives.

Nous avons précédemment obtenu que les locutrices françaises produisent le même VOT pour chaque occlusive, excepté pour /t/ (la différence concernait les locutrices Loc3f et Loc4f). En

ce qui concernait les locutrices taïwanaises, nous avons au contraire relevé qu'il existait une différence significative globale pour le VOT de chaque consonne.

Afin de comparer les moyennes de VOT interlocutrices pour chaque consonne, en prenant cette fois-ci en compte l'ensemble des locutrices françaises (3) et taïwanaises (8), nous avons réalisé à nouveau séparément des ANOVAs à 1 facteur (les locutrices) avec 11 modalités (les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t, Loc2f, Loc3f et Loc4f) où la variable dépendante est la mesure de VOT de la consonne étudiée. Le Tableau 71 (en annexe) rappelle les moyennes de VOT des locutrices taïwanaises, indique le nouveau résultat des ANOVAs, incluant les locutrices françaises, et présente les résultats des tests a posteriori de Fischer pour les différences/absences de différence entre les locutrices taïwanaises et les locutrices françaises (pour chaque locutrice taïwanaise, seuls les résultats relatifs aux locutrices françaises sont indiqués).

Nous remarquons tout d'abord que nous retrouvons une différence globale significative pour les moyennes de VOT de chaque consonne. Nous obtenons ainsi pour /b/ : $F_{(10, 116)} = 13,158$, pour /p/ : $F_{(10, 118)} = 9,015$, pour /d/ : $F_{(10, 116)} = 14,743$, pour /t/ : $F_{(10, 121)} = 10,000$, pour /g/ : $F_{(10, 112)} = 15,392$ et pour /k/ : $F_{(10, 121)} = 12,547$ et $p < 0,0001$ dans tous les cas.

En ce qui concerne les résultats des tests de Fischer, nous observons une certaine régularité dans les similitudes entre locutrices taïwanaises et locutrices françaises. Pour les occlusives voisées, nous remarquons que pour les trois consonnes /b d g/, ce sont les locutrices taïwanaises qui produisent les VOT négatifs ni trop longs ni trop courts qui produisent le même VOT que les locutrices françaises. Ainsi, pour /b/, ce sont les locutrices ayant un VOT moyen de -43, -72 et -78ms (Loc1t, Loc2t et Loc4t, respectivement) qui ont le même VOT moyen que les natives. Loc11t qui a un VOT moyen de -111ms et toutes les locutrices ayant un VOT moyen positif ont des résultats significativement différents des natives. Pour /d/, ce sont les locutrices ayant un VOT moyen de -9 et -19ms d'un part (Loc1t et Loc11t, respectivement) et de -84ms (Loc2t) d'autre part qui obtiennent des résultats qui ne se distinguent pas significativement d'au moins une locutrice française. Notons là que nous avons un écart important entre ces deux groupes de locutrices, et que si les locutrices françaises présentent un groupe homogène, toutes les locutrices taïwanaises ont obtenu un résultat significativement différent à au moins une locutrice native. Pour les autres locutrices taïwanaises, nous retrouvons d'un côté une moyenne de VOT significativement plus longue que celles des natives : -111ms (Loc4t) et un ensemble de locutrices (toutes les autres) produisant un VOT positif significativement différent des locutrices françaises. Pour /g/, enfin, une seule locutrice a produit un VOT moyen négatif ni trop long, ni trop court (Loc4t) : -23ms, qui soit identique aux trois locutrices françaises. Comme pour les autres consonnes, une locutrice a produit un VOT négatif long, significativement différent des locutrices françaises : Loc2t avec un VOT de -98ms. Les autres locutrices ont produit un VOT moyen positif ou un VOT moyen négatif trop court, et dans tous ces cas significativement différents de l'ensemble des locutrices françaises.

Pour ces trois consonnes, nous voyons qu'aucune locutrice taïwanaise n'a pu produire un VOT identique aux françaises pour chaque consonne. Loc4t a un VOT identique aux natives pour /b

g/ et son VOT est trop long pour le /d/. Loc2t et Loc1t produisent un VOT identique aux natives pour /b d/, mais pour Loc2t un VOT trop long pour /g/, et Loc1t a un VOT positif pour /g/. Enfin, Loc11t produit un VOT identique aux natives pour /d/, mais trop long avec /b/ et trop court avec /g/. Les autres locutrices ont toutes des VOT significativement différents des natives. Nous voyons ainsi que si les locutrices peuvent produire un VOT identique aux natives pour certaines consonnes, elles n’y parviennent cependant pas pour toutes les consonnes voisées.

Pour les occlusives sourdes, comme nous l’avons remarqué, seuls les VOT positifs courts des locutrices taïwanaises sont identiques à une ou plusieurs locutrices natives. Pour le /p/, les VOT moyens des locutrices Loc1t, Loc4t et Loc5t, entre 31 et 44ms, sont identiques aux trois locutrices françaises. Les VOT les plus courts de Loc7t et Loc8t, entre 13 et 14ms ne sont identiques qu’à ceux de deux locutrices françaises (Loc2f et Loc3f). Les autres locutrices taïwanaises ont produit des VOT positifs moyens plus longs, significativement différents de toutes les locutrices françaises. Pour /t/, les locutrices Loc1t et Loc5t ont produit un VOT identique aux locutrices natives (31 et 38ms, respectivement). Les locutrices Loc7t et Loc8t ont produit un VOT moyen plus court (20 et 22ms) identique à deux locutrices françaises (Loc2f et Loc3f). Loc4t a produit a VOT moyen plus long (47ms) identique aux locutrices Loc2f et Loc4f). Les autres locutrices ont produit un VOT moyen plus long, significativement différent de toutes les locutrices françaises. Enfin pour /k/, les locutrices Loc1t et Loc7t ont produit un VOT moyen de 50 et 44ms identique aux trois locutrices françaises. La locutrice Loc8t a produit un VOT moyen légèrement plus petit (37ms), identique aux locutrices Loc3f et Loc4f. La locutrice Loc5t au contraire a produit un VOT légèrement plus long (57ms) identique aux locutrices Loc2f et Loc4f. Les autres locutrices ont produit des VOT significativement plus longs que les locutrices françaises.

Pour les occlusives sourdes, nous remarquons que trois locutrices produisent toujours un VOT plus long que celui des natives (Loc2t, Loc9t et Loc11t). Une locutrice (Loc4t) produit un VOT plus long que les natives pour une seule consonne : /k/. Néanmoins, pour /t/, elle produit déjà un VOT qui se distingue en longueur d’une locutrice française (Loc3f). L’ensemble des autres locutrices taïwanaises produit un VOT qui ne se distingue pas d’au moins deux locutrices françaises, sinon trois.

Si non mettons en rapport nos observations concernant les occlusives sourdes et sonores, nous remarquons que les trois locutrices ayant produit des VOT significativement plus longs que les locutrices françaises pour les occlusives sourdes n’ont pas les mêmes comportements. Deux d’entre elles ont produit un VOT négatif pour les occlusives voisées, et même, des VOT négatifs significativement plus longs que les locutrices françaises : Loc11t pour /b/ et Loc2t pour /g/. Loc11t a cependant produit un VOT négatif plus court qu’une locutrice française pour /d/ et un VOT moyen négatif significativement plus court que les françaises pour /g/. Loc9t, pour sa part, ne produit pas de VOT négatif pour les occlusives voisées (au point que pour le couple /b p/ il n’y a pas de différence significative de moyenne de VOT, comme nous l’avons montré plus tôt). Ainsi, il ne semble pas y avoir de lien direct entre la production d’un VOT long pour les occlusives sourdes et la production du VOT pour les voisées.

Les locutrices Loc1t et Loc4t ont produit un VOT moyen positif pour les occlusives sourdes non distinguable des locutrices natives, excepté pour /k/ de Loc4t. Ces deux locutrices ont également produit des VOT négatifs pour les occlusives sourdes qui ne se distinguent pas des locutrices natives, excepté pour /d/ où Loc4t a produit un VOT négatif significativement plus long et pour /g/ de Loc1t où la locutrice a produit un VOT moyen positif, significativement différent de toutes les natives (VOT néanmoins significativement différent de celui produit pour son /k/, comme nous l'avons montré plus tôt). La production d'un VOT négatif, bien que plus long que les natives, est le signe que l'opposition de voisement est réalisée chez ces locutrices. Néanmoins, son irrégularité parfois observée pour certaines consonnes montre qu'il ne l'est pas dans toutes les situations (pour Loc1t notamment).

La locutrice Loc8t produit un VOT moyen pour les occlusives sourdes qui ne se distingue pas de deux locutrices natives (pour chacune) et qui se distingue de la troisième en étant significativement plus courte. Par ailleurs, elle produit un VOT moyen positif pour les occlusives voisées. Nous avons montré précédemment que pour cette locutrice, les moyennes de VOT entre occlusives sourdes et voisées du même point d'articulation ne se distinguent pas.

Enfin, Loc5t et Loc7t produisent des VOT positifs au moins non distinguable de deux locutrices françaises sur trois et produisent des VOT positifs pour les occlusives voisées. Ces deux locutrices se distinguent de Loc8t dans le sens que nous avons montré plus tôt qu'il existait malgré tout une différence significative dans leur VOT entre occlusives sourdes et voisées pour les couples /d t/ pour Loc5t et /g k/ pour les deux.

Locutrices	VOT occlusives voisées	VOT occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
Loc1t	Négatif pour /b d/ Positif pour /g/ Identique à 3 natives pour /b/, à 2 natives pour /d/ et différent pour /g/	VOT positif Identique aux trois natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
Loc2t	Négatif pour /b d g/ Plus long que 2 natives pour /d/ et que 3 natives et que toutes les locutrices taïwanaises pour /g/	VOT positif Plus long que les natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
Loc4t	Négatif pour /b d g/ Plus long que les natives pour /b d/ Identique aux natives pour /g/	VOT positif Identique aux natives pour /b/ Identique à 2 natives et plus long que 1 native pour /d/ Plus long que les natives pour /g/	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
Loc5t	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique aux natives pour /p t/ Identique à 2 natives et plus long que 1 native pour /k/	Les moyennes de VOT de /b p/ et /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /d t/
Loc7t	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique à Loc2f et Loc3f et plus court que Loc4f pour /p t/ Identique aux natives pour /k/	Les moyennes de VOT de /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /b p/ et /d t/
Loc8t	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique à Loc2f et Loc3f et plus court que Loc4f pour /p t/	Aucune différence de moyenne de VOT entre sourdes et sonores

		Identique à Loc3f et Loc4f et plus court que Loc2f pour /k/	
Loc9t	VOT positif Différent des natives	VOT positif Plus long que les natives Plus long que toutes les locutrices taïwanaises pour /k/	Les moyennes de VOT de /d t/ et /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /b p/
Loc11t	VOT négatif /b/ : Plus long que les natives Identique à deux natives et plus court que la troisième pour /d/ /g/ : Plus court que les natives	VOT positif Plus long que les natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes

Tableau 32 : Synthèse des résultats de VOT des 8 locutrices taïwanaises concernant la nature de leur VOT (positif/négatif) et la similarité relativement aux locutrices françaises pour les occlusives sourdes et sonores du français, ainsi que la différence/absence de différence entre les moyennes de VOT entre sourdes et sonores

Nous avons montré dans cette partie que les locutrices françaises produisent globalement un VOT négatif moyen plus long que les locutrices taïwanaises pour les occlusives voisées et un VOT positif moyen plus court pour les occlusives sourdes.

Quant à l'influence de la voyelle, nous avons vu qu'il y avait une tendance globale à avoir des VOT plus courts avec la voyelle ouverte /a/, et des VOT plus longs avec les voyelles fermées (parfois distincts entre eux également). Ceci n'est pas vérifié avec le /d/ des locutrices françaises ni pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises.

Nous avons également comparé les locutrices natives et non-natives avec chaque voyelle en coarticulation. Il en est ressorti que les principales différences concernent les occlusives vélaires /k g/ pour lesquelles il existe des différences pour toutes les voyelles (excepté /a/ avec /g/). D'autres différences ont été observées pour les syllabes /bi/, /pu/ et /da/.

Enfin, nous avons voulu établir des comportements de locuteurs selon les VOT produits pour les différentes consonnes. Nous avons montré que dans notre échantillon aucune locutrice taïwanaise ne parvient à réaliser le VOT des natives pour chaque consonne. Nous avons montré que 4 locutrices prévoient les occlusives voisées (dont 3 au moins pour une consonne plus que les natives) et 4 ont toujours un VOT positif. Parmi ces 4 locutrices, 2 produisent toujours un VOT positif plus long que les natives pour les occlusives sourdes et 1 le fait pour /k/. Néanmoins, deux de ces locutrices produisent un VOT qui se distingue des locutrices françaises et pas des autres locutrices taïwanaises qui ont un VOT positif pour le /g/. Parmi les locutrices taïwanaises qui produisent un VOT positif pour les occlusives voisées, une seule produit un VOT significativement plus long que les natives pour les sourdes.

Enfin, nous avons montré que les 4 locutrices qui produisent du prévoisement obtiennent des moyennes de VOT entre sourdes et sonores toujours significativement différentes, alors que les 4 autres locutrices obtiennent pour certaines paires de consonnes des moyennes de VOT qui ne se distinguent pas (y compris pour la locutrice qui produit des VOT pour les sourdes plus longs que les Françaises), voire toujours identiques (pour une locutrice).

Chapitre 3. Troisième partie – La durée des consonnes et de l’occlusion

Nous avons mesuré la durée des consonnes et de la phase d’occlusion des consonnes françaises /b d g p t k/ produites par 11 locutrices natives du français et de 11 locutrices taiwanaïses en position 2 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, soit une position intervocalique non accentuée. Les locutrices taiwanaïses ont globalement leurs occlusives plus longues que celles des locutrices françaises. Individuellement, c’est le cas de 3 locutrices sur 11 pour /b/, de 3 locutrices sur 11 pour /p/, de 6 locutrices sur 11 pour /d/, de 2 locutrices sur 11 pour /t/, de 2 locutrices sur 11 pour /g/ et de 1 locutrice sur 11 pour /k/. Par ailleurs, pour les deux groupes de locutrices, les occlusives sourdes sont plus longues que les occlusives sonores et la phase d’occlusion des occlusives sourdes est globalement plus longue que celle des occlusives sonores, comme attendu. Si nous observons les réalisations de chaque locutrice, nous constatons que seule 1/11 locutrice française ne distingue la durée des phases d’occlusion d’aucune paire de consonnes /b p/, /d t/ ou /g k/ alors que 6/11 locutrices taiwanaïses ne le font pas non plus.

Cette partie vise à déterminer la durée des occlusives que nous analysons dans ce corpus de logatomes. Nous effectuons ces analyses avant les études des indices de voisement du v-ratio et du v-pattern dans la mesure où le fait de connaître la durée des consonnes est important pour interpréter les résultats de ces deux indices.

Nous cherchons d’abord à déterminer si les locutrices font une différence entre les occlusives sourdes et sonores. Nous nous attendons ainsi à ce que les occlusives sourdes soient plus longues que les occlusives voisées. Cette analyse est effectuée sur la durée totale de la consonne et sur la durée de l’occlusion.

1. Procédure

La durée des occlusives est mesurée à partir de notre segmentation entre le début et la fin de la consonne, ou pour ce qui concerne la seule phase d’occlusion, entre le début de la consonne et le tout début du relâchement, lorsqu’il y en a un (sinon pas d’analyse) (Figure 38). Nous explicitons maintenant le choix de la consonne étudiée dans le logatome et nous calculons ensuite le nombre d’occurrences analysées.

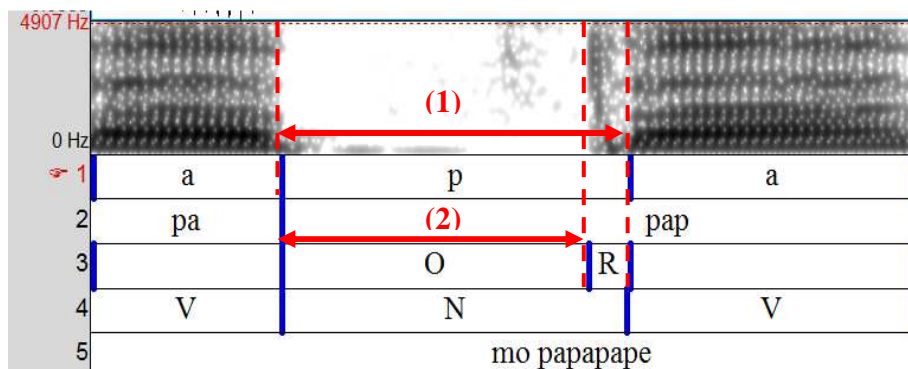


Figure 38 : Spectrogramme (haut) et Textgrid (bas) de la séquence [apa] du logatome « papapape » réalisée par la locutrice française Loc5f dans la phrase cadre : « le mot papapape peut bien coller » avec mise en évidence de la mesure de durée totale de la consonne [p] (1) et de sa phase d’occlusion (2)

a. Choix de la position de la consonne dans le logatome

Une mesure de durée implique de pouvoir délimiter de façon précise la consonne. Ceci est possible en position intervocalique, la présence des formants des voyelles avant et après la consonne posant des frontières clairement identifiables pour la consonne. En position initiale, nous avons déjà développé ce problème dans la partie : *La position initiale*, le début de la consonne n'est pas toujours possible à définir. En ce qui concerne la position finale, nous avons développé la question dans la partie : *La position finale*, où nous avons noté que dans certains cas, la fin de la consonne ne pouvait être délimitée. De plus, il ne s'agit pas toujours d'une position finale prépausale, ce qui conduit à des différences de statut de cette position selon les locutrices. En ce qui concerne la position intervocalique, les logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ en possèdent 2 : les positions 2 et 3. La position 2 est devant une voyelle inaccentuée, mais pour la consonne 3, cela dépend de la locutrice. Or, une syllabe accentuée en français est plus longue qu'une syllabe inaccentuée. Il n'est donc pas exclu que les consonnes de ces syllabes soient différentes en terme de durée.

Ainsi, pour analyser la durée, nous avons choisi de prendre en compte toutes les consonnes dont la durée peut être mesurée lorsqu'il s'agit d'établir une mesure générale de durée, mais pour tous les cas où nous cherchons à comparer des résultats, nous avons choisi de mesurer les occlusives produites position 2 du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ car c'est la seule position où nous avons les mêmes conditions pour toutes les locutrices.

b. Nombre d'occurrences

Nous déterminons ici le nombre d'occurrences de consonnes dont la durée peut être déterminée, d'abord globalement, puis en position 2 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$.

Les occlusives /b d g p t k/ dont la durée peut être mesurée se situent en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. La répartition des 4724 occurrences ainsi comptées est indiquée dans le Tableau 74 (en annexe).

Nous comptabilisons maintenant les occlusives /b d g p t k/ produites par les locutrices françaises et taiwanaises en deuxième position de logatome (position inaccentuée) $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/. Nous utilisons à nouveau les données obtenues à partir de l'enregistrement du corpus PhoDiFLE. Pour cette position, nous utilisons les résultats obtenus à partir de l'ensemble des locutrices que nous avons enregistrées, soit 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises. Le total des occurrences par groupe de locutrices (Françaises ou Taiwanaises) est de 132 par consonne (3 voyelles x 4 répétitions x 11 locutrices) et de 792 au total (6 consonnes). C'est le nombre d'occurrences utilisé pour comparer la durée totale des consonnes en position 2 pour l'ensemble des locutrices.

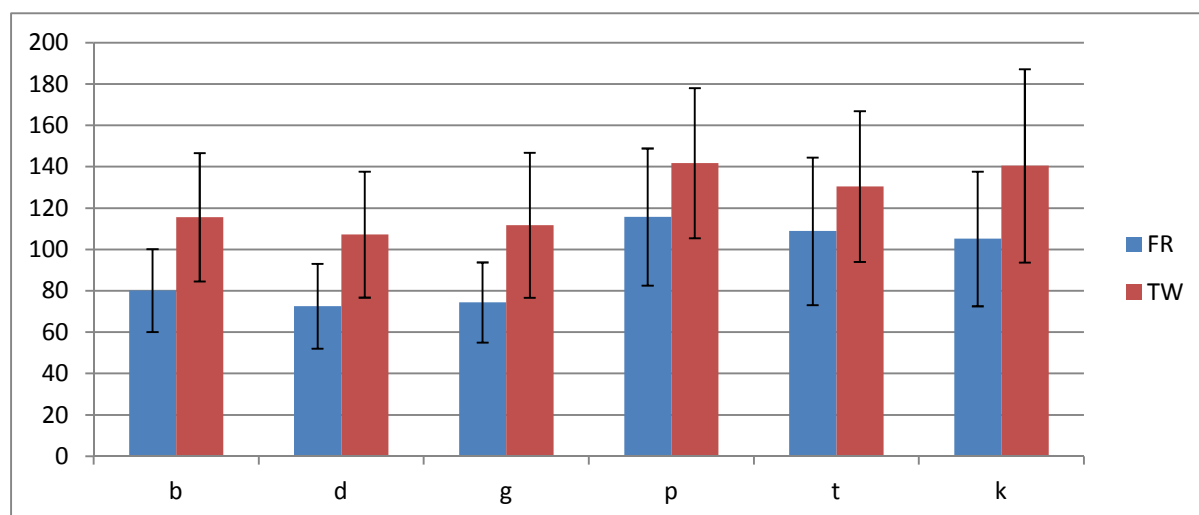
Pour mesurer la durée de la phase d'occlusion, nous n'avons pris en compte que les consonnes ayant un relâchement. Nous avons ainsi un total de 726 occurrences pour les Françaises et de 757 pour les Taiwanaises. La répartition des consonnes selon l'origine des locutrices est détaillée dans le Tableau 75 (en annexe). Nous observons que pour l'ensemble des locutrices françaises, en raison d'une absence de relâchement, il manque entre 3 et 20 occurrences par consonne et il en manque entre 2 et 15 pour les locutrices taiwanaises.

2. Durée totale des occlusives sourdes et sonores

Nous mesurons ici la durée des occlusives /b d g p t k/ produites par les deux groupes de locutrices : françaises et taïwanaises. Nous observons d'abord la durée totale de toutes les consonnes dont la durée peut être mesurée, pour l'ensemble des locutrices, puis nous comparons la durée des consonnes réalisées en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ entre sourdes et sonores au sein de chaque groupe, puis pour chaque consonne entre natives et non natives, d'abord globalement puis individuellement.

a. Durée totale de la consonne : observation générale

Nous observons d'abord la durée globale des consonnes /b d g p t k/ réalisées par les deux groupes de locutrices, pour l'ensemble des consonnes dont la durée peut être mesurée, soit les consonnes en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ à l'exception des cas de consonnes sans relâchement et non suivies de schwa mentionnés dans la partie : *La position finale*. Le Graphique 38 illustre les moyennes globales obtenues par consonne pour chaque groupe de locutrices : françaises (FR) et taïwanaises (TW).



Graphique 38 : Durée (en ms) des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (2353 occurrences pour les Françaises et 2371 occurrences pour les Taïwanaises)

Nous observons sur le Graphique 38 que les consonnes des locutrices taïwanaises semblent globalement et systématiquement plus longues que les consonnes des locutrices françaises.

Pour vérifier si ces différences observées sont significatives, sans distinction de position dans le logatome, nous avons effectué un test-t non apparié pour chaque consonne entre les deux groupes de locutrices. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 76 (en annexe).

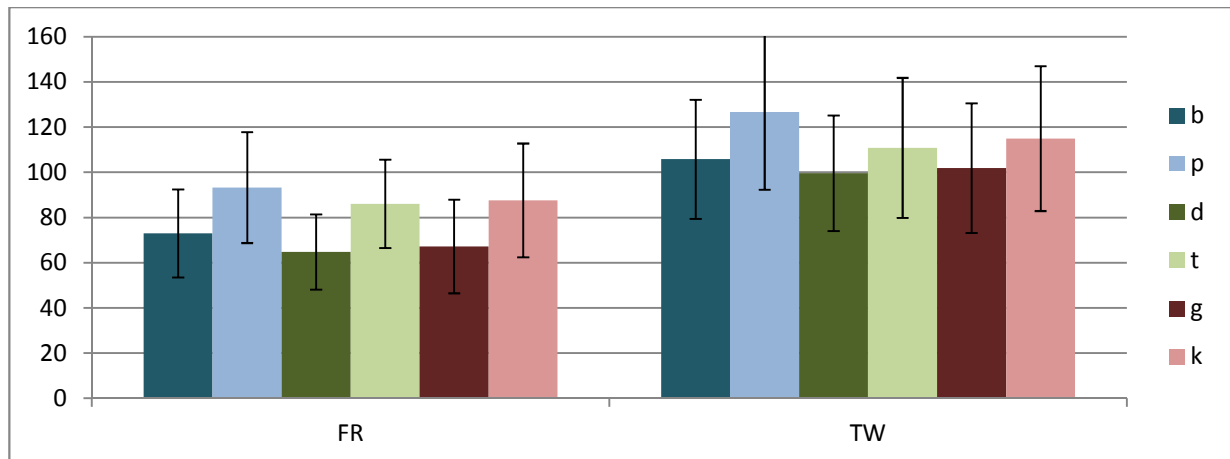
Les résultats des tests-t non appariés révèlent que toutes les différences de durée observées pour chaque occlusive entre natives et non-natives sont très significatives ($p < 0,0001$). Les consonnes prononcées par les locutrices taïwanaises sont toutes globalement plus longues que celles des locutrices françaises.

Nous remarquons également sur le Graphique 38 que globalement, sans prendre en compte les positions dans le logatome, les occlusives sourdes semblent plus longues que les occlusives voisées correspondantes. Pour vérifier cette observation, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ pour les deux groupes de locutrices. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 77 (en annexe).

Nos résultats des tests-t non appariés confirment que les différences de durée observées entre les occlusives sourdes et voisées réalisées en positions 2, 3 et 4 confondues de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ sont toutes très significatives ($p < 0,0001$) pour les deux groupes de locutrices. Les occlusives sourdes sont globalement plus longues que les occlusives voisées correspondantes. Nous précisons par la suite nos résultats en comparant les résultats des locutrices avec des occlusives réalisées dans les mêmes conditions.

b. Durée totale de la consonne : différence sourdes/sonores par groupe de locutrices (position 2)

Nous comparons ici la durée des occlusives sourdes et sonores pour chaque groupe de locutrices : françaises et taïwanaises pour déterminer si les 2 groupes font bien une différence de durée de la consonne, selon qu'elle soit sourde ou voisée. Les moyennes de durée (ms) de chaque consonne en position 2 de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ produites par 11 locutrices françaises (FR) 11 locutrices taïwanaises (TW) sont illustrées sur le Graphique 39.



Graphique 39 : Durée (en ms) des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (726 occurrences pour les Françaises et 757 pour les Taïwanaises)

Nous observons sur le Graphique 39 que les occlusives sourdes sont toutes plus longues que les occlusives voisées, aussi bien pour les natives que pour les non-natives, quoique cet écart soit un peu différent entre ces deux groupes de locuteurs. Nous obtenons en effet un écart entre 20 et 21ms pour chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ pour les natives, et de 21ms également entre /b p/ des non-natives, mais seulement 11ms entre /d t/ et 13ms entre /g k/ de ces mêmes locutrices. Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué un test-t non apparié pour chaque couple de consonne : /b p/, /d t/ et /g k/ et pour chaque groupe de locuteurs. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 78 (en annexe).

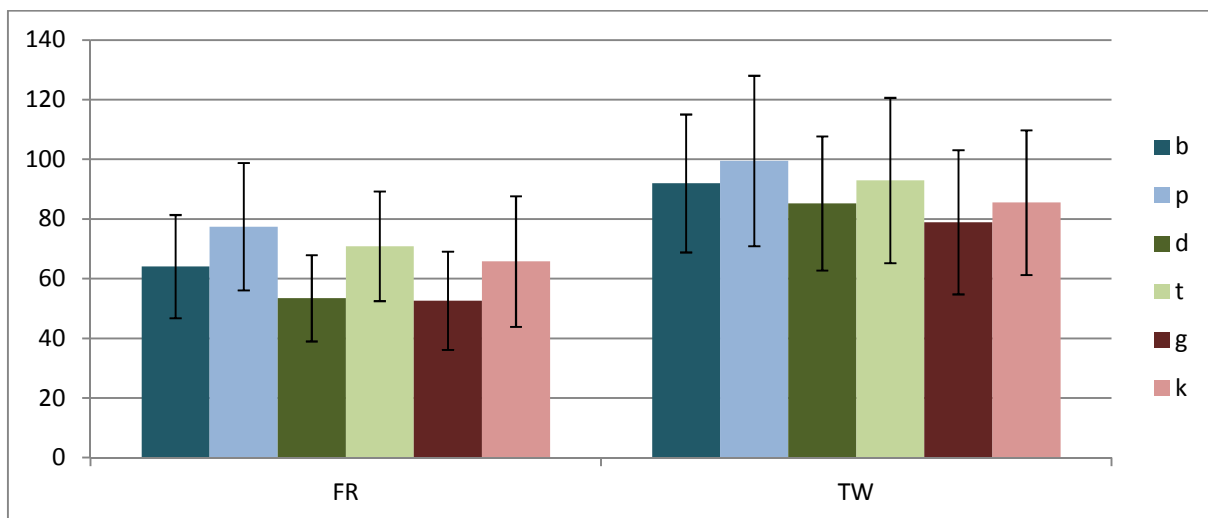
Les résultats du test-t non apparié indiquent qu'il y a une différence significative de durée entre occlusives sourdes et occlusives sonores pour chaque groupe de locutrices. Pour les locutrices natives, la différence de durée est très significative pour tous les couples de consonnes ($p < 0,0001$). Pour les locutrices taïwanaises, la différence de durée pour /b p/ est également très significative avec $p < 0,0001$ et pour les couples /d t/ et /g k/, bien que l'écart soit moins important, le test-t confirme que cette différence est significative (avec respectivement $p = 0,0015$ et $p = 0,0006$). Natives et non-natives marquent donc bien une différence de durée entre sourdes et sonores, avec des occlusives sourdes significativement plus longues que les sonores.

3. Durée de la phase d'occlusion

Nous analysons maintenant la durée de la phase d'occlusion des occlusives /b d g/ et /p t k/, entre occlusives sourdes et sonores correspondantes, d'abord au sein de chaque groupe de locutrices puis locutrice par locutrice. Nous cherchons à déterminer si les locutrices taïwanaises marquent une différence entre occlusives sourdes et sonores. Nous nous attendons à observer des phases d'occlusion plus longues pour les occlusives sourdes.

a. Durée de la phase d'occlusion : différence sourdes/sonores par groupe de locutrices

Nous nous intéressons ici à la durée de la phase d'occlusion de la consonne, c'est-à-dire à la durée entre le début de la consonne et le début du relâchement (nous ne prenons pas en compte les consonnes sans relâchement). Nous comparons la durée de ce relâchement entre occlusives sourdes et occlusives sonores au sein de chaque groupe de locutrice. Les durées moyennes (en ms) de cette phase d'occlusion pour chaque groupe de locutrices sont illustrées sur le Graphique 40.



Graphique 40 : Durée moyenne (ms) de la phase d'occlusion des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/

Nous observons sur le Graphique 40 que pour l'ensemble des locutrices, les phases d'occlusion des occlusives sourdes sont plus longues que celles des occlusives voisées. Ceci semble indiquer que si l'on soustrait la phase de relâchement à la durée de la consonne, les occlusives sourdes restent plus longues que les occlusives sonores. Néanmoins, nous avons

des différences de durée de la phase d'occlusion entre occlusives sourdes et sonores de l'ordre de 13ms pour les couples /b p/ et /g k/ des locutrices françaises et de 17ms pour le couple /d t/, tandis que pour les locutrices taiwanaïses, les différences de durée sont de l'ordre de 8ms pour /b p/ et /d t/ et de 7ms pour /g k/.

Afin de vérifier si les différences observées sont significatives, nous avons effectué des tests-t non apparié distincts pour chaque couple de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ et pour chaque groupe de locutrices. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 79 (en annexe).

Nous constatons que pour les locutrices françaises, les différences de durée d'occlusion entre occlusives sourdes et sonores sont toutes très significatives ($p < 0,0001$). Pour les locutrices taiwanaïses, les différences sont également significatives, avec pour /b p/ : $t_{244} = 2,265$ et $p = 0,0244$, pour /d t/ : $t_{258} = 2,456$ et $p = 0,0147$ et pour /g k/ : $t_{249} = 2,163$ et $p = 0,0315$.

Natives du français comme non-natives distinguent en durée la phase d'occlusion des occlusives sourdes et sonores, avec une durée plus grande pour les sourdes. Cette différence est toutefois plus importante pour les locutrices françaises que pour les locutrices taiwanaïses. Le fait que la différence soit plus importante pour les natives contraste avec la durée significativement plus importante des consonnes des locutrices taiwanaïses. En effet, cette longueur supplémentaire, qui témoigne d'un débit plus lent (puisque nous avons par principe le même nombre de syllabe) aurait dû engendrer le phénomène inverse : les écarts devraient être plus accentués sur des débits plus lents. Il est possible que cet écart plus réduit soit dû à des différences entre locutrices au sein du groupe des non-natives. Nous pouvons cependant conclure que globalement, natives comme non-natives distinguent les occlusives sourdes et sonores, aussi bien dans la durée totale de la consonne que dans la durée seule de l'occlusion.

b. Durée de la phase d'occlusion : différences entre les occlusives voisées /b d g/ et les occlusives sourdes /p t k/ par locutrice

Nous examinons dans cette partie la durée de la phase d'occlusions entre occlusives sourdes et occlusives voisées pour les locutrices françaises et taiwanaïses individuellement. Nous verrons ainsi si les locutrices font toutes la différence ou s'il existe des comportements différents selon les locutrices.

Nous examinons tout d'abord la durée des occlusives des 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les moyennes de durée des natives sont transcrites dans le Tableau 80 (en annexe). Le Tableau 81 (en annexe) transcrit les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives sonores par locutrice pour les 11 locutrices françaises (Durée moyenne de la phase d'occlusion de l'occlusive sourde – durée de la phase d'occlusion de l'occlusive sonore). Nous constatons qu'à l'exception de la locutrice Loc9f pour laquelle la moyenne de durée de l'occlusion de l'occlusive voisée /g/ est supérieure à celle de l'occlusive sourde /k/, ce qui engendre une différence négative, l'ensemble des autres locutrices obtient un résultat positif. Cela signifie que globalement, les locutrices françaises produisent des occlusives sourdes plutôt plus longues que les voisées. Les différences peuvent cependant être plus réduites avec des différences de 2 à 5ms (Loc3f) ou relativement plus grandes, avec des différences de moyennes allant jusqu'à 29ms (Loc11f).

En ce qui concerne les occlusives des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), les durées moyennes par locutrice sont transcrites sur le Tableau 82 (en annexe). Le Tableau 83 (en annexe) transcrit les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives sonores par locutrice pour les 11 locutrices taïwanaises (Durée moyenne de la phase d'occlusion de l'occlusive sourde – durée de la phase d'occlusion de l'occlusive sonore). Nous observons que les résultats diffèrent plus encore entre locutrices taïwanaises qu'entre locutrices françaises précédemment étudiées. Tout d'abord, 5 locutrices produisent à un moment donné une différence négative, soit une durée moyenne de la phase de l'occlusion de l'occlusive sonore supérieure à celle de l'occlusive sourde. Il s'agit des locutrices Loc2t pour toutes les paires de consonnes, la locutrice Loc6t pour /b p/ seulement, la locutrice Loc8t pour la paire /g k/, la locutrice Loc9t pour les trois paires et finalement la locutrice Loc11t pour la paire /d t/. Parmi les autres locutrices, deux obtiennent des différences proches ou égales à 0 : Loc5t, avec des différences entre 1 et 3ms et Loc7t, entre 1 et 8ms et Loc10t entre 0 et 9ms. Deux autres locutrices obtiennent des différences entre 13 et 22ms : Loc1t et Loc3t. Il est à noter que ces deux derniers ensembles de cas semblent correspondre aux locutrices natives. Enfin, la locutrice Loc4t produit des écarts extrêmes entre 42 et 59ms. Elle est aussi la locutrice ayant produit les occlusives sourdes les plus longues. Néanmoins, l'on peut noter que les locutrices Loc8t et Loc11t ont également produit des phases d'occlusion des occlusives sourdes au-delà de 100ms et ont pu en même temps obtenir des rapports entre durées de la phase d'occlusion des consonnes sourdes et sonores nettement plus petits, voire négatifs.

Pour vérifier si les différences observées sont significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés pour les durées d'occlusion de chaque paire de consonne /b p/, /d t/ et /g k/ pour chaque locutrice de chaque groupe (françaises et taïwanaises). Les résultats sont transcrites dans le Tableau 84 (en annexe). Nous observons que toutes les locutrices ne distinguent pas en durée les phases d'occlusion des consonnes voisées et des consonnes sourdes correspondant au même point d'articulation. Nous n'obtenons une différence significative entre /b/ et /p/ seulement pour 5 locutrices sur 11, la différence de durée est plus fréquente entre /d/ et /t/ avec 9 locutrices françaises sur 11 qui la font. Enfin, 6 locutrices françaises sur 11 distinguent en durée l'occlusion de /g/ et /k/. Au total, 3 locutrices françaises ont distingué les sourdes des sonores pour les 3 paires. Une seule locutrice française (Loc3f) n'a distingué aucune paire par la durée de l'occlusion. Notons enfin que l'ensemble des différences significatives vont dans le sens de durées d'occlusion des occlusives sourdes supérieures aux occlusives voisées.

Bien que ce ne soit pas l'ensemble des locutrices françaises qui aient distingué en durée les occlusives sourdes des sonores, le phénomène semble encore moins fréquent pour les locutrices taïwanaises. 2 locutrices (Loc3t et Loc4t) sur 11 ont réalisé les occlusives sourdes et sonores avec des durées d'occlusion significativement différentes pour les 3 paires. Rappelons que pour ces deux locutrices, comme attendu, l'occlusion de l'occlusive sourde était plus longue dans tous les cas (respectivement des différences moyennes de 16 ms et 50ms). Aucune autre locutrice taïwanaise n'a produit des durées d'occlusion significativement différentes dans cette étude entre occlusives sourdes et occlusives voisées pour la paire /b p/ et une seule autre locutrice pour la paire /g k/ (Loc1t). En revanche, et cela semble aller dans le même sens que pour les locutrices françaises, également plus nombreuses à distinguer cette paire, 3 autres

locutrices taiwanaises ont distingué les durées d'occlusion de la paire /d t/. Pour les locutrices Loc1t et Loc8t, cela correspond à des durées d'occlusion de l'occlusive /t/ supérieures de respectivement 22ms et 11ms. La surprise vient de la locutrice Loc9t pour qui les phases d'occlusion des occlusives voisées sont en moyenne plus longues de 21ms que celle des occlusives sourdes, soit le contraire des résultats attendus et observés chez les autres locutrices qui ont distingué ces consonnes avec la durée de l'occlusion.

Ces résultats (voir aussi Tableau 146) confirment que les locutrices taiwanaises distinguent moins souvent les occlusives voisées des occlusives sourdes par la durée de l'occlusion que les locutrices françaises. Pour les locutrices taiwanaises observées, lorsqu'elles font la distinction, elles la font pour les 3 paires de consonnes, avec la possibilité de l'amplifier (puisque nous avons observé des différences allant jusqu'à 59ms contre 29ms maximum pour les natives) ou seulement pour la paire /d t/. Notons que ce phénomène d'amplification de la différence de durée semble cohérent avec les résultats observés concernant la durée globale des consonnes. En effet, les locutrices taiwanaises ont des durées de consonnes plus longues que les Françaises.

Remarquons finalement que si nous n'avons pas obtenu une différence significative entre durée de l'occlusion entre sourdes et voisées pour les locutrices taiwanaises, nous ne l'avons pas toujours eu pour les locutrices françaises non plus. Ceci pourrait donc ne pas placer ce critère comme un critère essentiel dans la bonne prononciation de la consonne. Néanmoins, la présence d'une différence significative où l'occlusive voisée est plus longue que l'occlusive sourde correspondante rend compte du fait que les indices secondaires de distinction sourdes/sonores peuvent aussi être mal réalisés par des locutrices taiwanaises.

La durée des consonnes françaises /b d g p t k/ et de la phase d'occlusion produites par 11 locutrices natives du français et de 11 locutrices taiwanaises en position 2, inaccentuée, des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ a été mesurée. Pour les deux groupes de locutrices, les occlusives sourdes sont plus longues que les occlusives sonores, bien que l'écart entre ces deux groupes de consonnes soit plus réduit pour les non-natives concernant les couples /d t/ et /g k/.

Concernant la durée de la phase d'occlusion, nous observons des différences significatives entre occlusives sourdes et occlusives sonores correspondantes pour chaque consonne et chaque groupe de locutrices. Cependant, ces écarts sont moins importants en moyenne pour les locutrices taiwanaises qui ont pourtant globalement des consonnes plus longues.

Si nous observons les réalisations de chaque locutrice, nous constatons qu'en effet, les locutrices françaises distinguent plus souvent les deux groupes de consonnes avec une durée plus longue de la phase d'occlusion des occlusives sourdes. Si seulement trois natives opposent sourdes et sonores pour les trois paires avec cet indice, seule une locutrice n'oppose aucune paire. En revanche, seules deux locutrices taiwanaises distinguent les trois couples de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Il s'agit des locutrices Loc3t et Loc4t qui ont obtenu également des taux élevés de v-ratio sur les occlusives voisées. Sept locutrices au contraire ne distinguent jamais les durées d'occlusion, excepté une qui inverse le rapport pour la paire /d t/ (Loc9t). Pour les deux autres locutrices seuls /d t/ sont distingués.

La durée de la consonne et de la phase d'occlusion varie selon les occlusives sourdes ou voisées pour les natives, mais cet indice n'est pas systématiquement utilisé. Malgré tout, les occlusives voisées ne sont jamais plus longues que les sourdes pour les natives, pas plus que leur phase d'occlusion. Pour les non-natives, la grande majorité ne distingue pas, ou mal, mais pour celles qui le font, la moitié le fait sur les trois paires. Apprendre à ces locutrices à produire des consonnes voisées plus courtes pourrait peut-être les aider à réaliser du voisement.

Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio

Nous avons mesuré le pourcentage de voisement sur la durée de la consonne, indice appelé « v-ratio ». Les analyses globales de v-ratio confirment que les locutrices non-natives ont un taux moyen de voisement plus bas que celui des natives pour les occlusives voisées. Le groupe des non-natives n'est cependant pas homogène. Nous avons pu observer quelques inégalités au sein des natives également, en position finale pour les occlusives voisées, où le v-ratio est plus ou moins bas selon les locutrices. Les occlusives sourdes en position intervocalique ne sont pas toutes dépourvues de voisement chez certaines natives. Nous avons distingué des comportements différents pour les locutrices taïwanaises concernant le taux de voisement pour les occlusives voisées, allant d'une absence de voisement (2 locutrices), vers un voisement assez aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/ (2 locutrices), puis un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/ (3 locutrices), allant jusqu'à un voisement très bien maîtrisé (2 locutrices), ou parfaitement maîtrisé (2 locutrices), sur l'ensemble des trois consonnes. Les deux locutrices avec le moins de voisement sont les seules pour lesquelles nous ne trouvons pas de différence de taux de voisement pour toutes les paires (Loc5t) ou pour la paire /b p/ (Loc8t). Les 4 locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t sont les seules à obtenir des taux de v-ratio similaires à des locutrices natives. Nous observons moins de différences pour les occlusives sourdes : Loc5t voise moins et Loc1t, Loc6t, Loc9t et Loc10t voisent le plus. Ces taux ne montrent pas de différence avec ceux de certaines natives.

Le v-ratio est le pourcentage de voisement sur la durée de la consonne (Hallé et Adda-Decker, 2007). Cet indice permet une alternative au VOT. En effet, alors que le VOT ne peut être mesuré (pour les occlusives voisées) qu'en position initiale, le v-ratio, pour sa part ne peut être mesuré que dans les situations où la durée de la consonne peut être déterminée, soit les positions intervocaliques et la position finale (sous certaines restrictions). Le v-ratio est donc un indice complémentaire au VOT, particulièrement utile en français pour analyser les consonnes où le VOT ne peut pas être mesuré.

Nous nous attendons à observer ici un taux de v-ratio proche de 100% pour les occlusives voisées des locutrices natives. Pour ces mêmes occlusives, nous nous attendons à un taux très inférieur pour les non-natives, et des différences entre les locutrices selon leur niveau d'interlangue. Pour les occlusives sourdes au contraire, nous nous attendons à des taux de v-ratio très bas pour l'ensemble des locutrices, dans la mesure où autant en français qu'en chinois mandarin, les occlusives phonologiquement sourdes sont produites sans murmure de voisement.

Après avoir présenté la procédure d'analyse suivie et les occurrences qu'il nous est possible d'analyser, nous comparerons globalement les résultats des natives et des non-natives. Nous nous intéresserons aux différences globales en fonction de la position dans le logatome et de l'influence de la voyelle. Enfin, nous distinguerons des comportements selon les locutrices, en observant d'abord globalement chaque locutrice, puis en observant les résultats en fonction des positions dans le logatome, nous verrons si les occlusives sourdes et sonores sont bien distinguées pour chaque locutrice, et finalement, pour chaque locutrice, nous verrons la répartition des occlusives voisées sur une échelle de 0% à 100% de taux de voisement (en comptabilisant les occurrences de consonnes en fonction du v-ratio obtenu par tranche de 10%). A partir de là, nous comparerons les comportements des natives et des non-natives.

1. Procédure

a. Fonctionnement du script

Le calcul de v-ratio a été effectué à l'aide d'un script *Praat* (voir Annexes : *Document 9 : Script Praat utilisé pour l'analyse des différents paramètres du voisement*). Le principe du script est de délimiter des séquences (« *frame* »). Il mesure ensuite la présence de voisement ou non sur ces séquences. Enfin, il calcule le pourcentage de séquences voisées par rapport au total des séquences délimitées. Pour pouvoir effectuer le calcul, la séquence à analyser doit avoir une durée minimale de 27ms. Le v-ratio est calculé sur toute la durée de la consonne. Les lignes de code du script sont présentées en annexes : *Document 10 : lignes du script pour le calcul du v-ratio*.

La mesure de v-ratio n'indique pas où se trouve le voisement sur la consonne. Cependant, avec un taux de 100%, nous savons qu'il y en a sur toute la durée de la consonne (Figure 39). A contrario, nous ne nous attendons pas à observer fréquemment des taux de 0%, notamment pour les consonnes en position intervocalique (y compris les sourdes) où le voisement de la voyelle peut se prolonger sur la consonne (phénomène du *Voice Termination Time*, ou V.T.T., Agnello, 1975) (Figure 40).

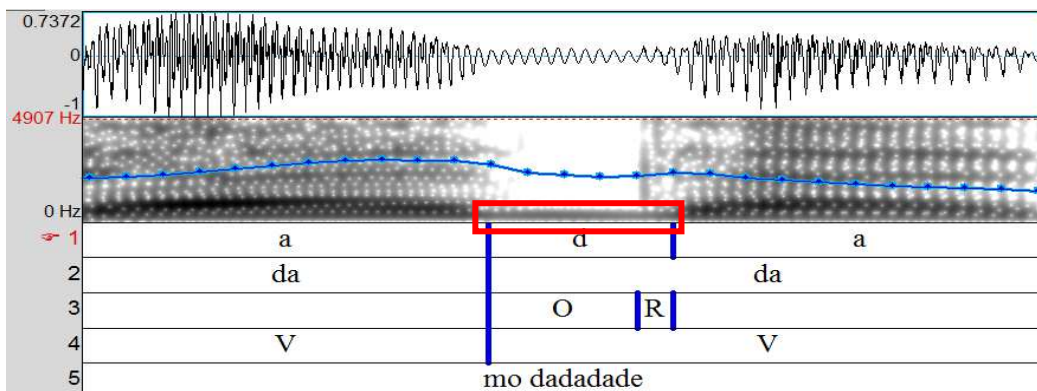


Figure 39 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [ada] du logatome « dadadade » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de présence de barre de voisement sur le [d] (V-ratio de la consonne = 100%)

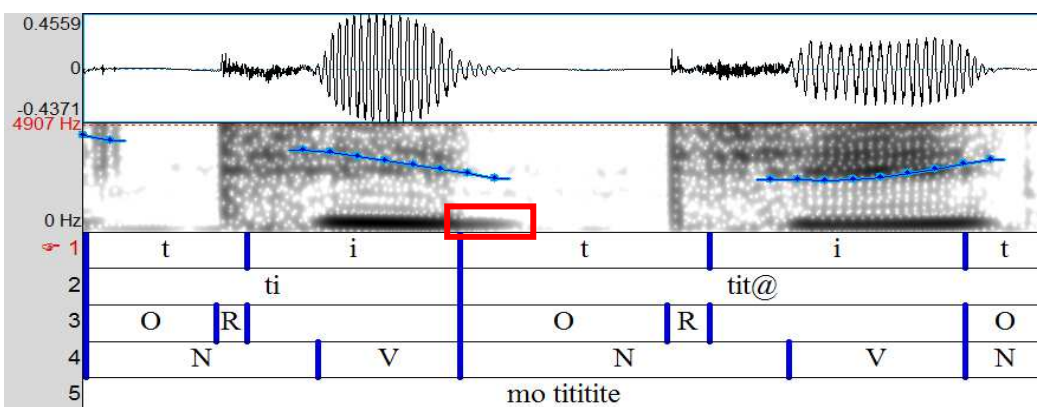


Figure 40 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [titi] du logatome « tititite » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence de présence de barre de voisement au début d'une consonne [t] (V-ratio de la consonne = 35%) qui est en fait dû à la voyelle précédente. Il s'agit de « Voice Termination Time » (Agnello, 1975) ou Temps d'arrêt du voisement, un résidu du voisement de fin de voyelle dépassant sur le phone suivant.

b. Les occurrences exploitées pour l'analyse

Nous présentons ici les occurrences que nous avons utilisées ou exclues des analyses du v-ratio. Le v-ratio nécessite que l'on puisse mesurer la durée de la consonne pour le calculer. Or, il n'est pas possible de mesurer la durée d'une occlusive en position initiale. Par conséquent, le v-ratio peut être mesuré pour des consonnes en position intervocalique ou finale, si un indice peut permettre de délimiter la fin de la consonne dans cette dernière position (comme avec la présence d'un relâchement suivi de bruit de friction ou la présence d'une voyelle ou d'un schwa après la consonne).

Ainsi, pour les occurrences utilisées pour les analyses, le script a pu calculer le v-ratio dans toutes les occurrences réalisées, soit 12 par consonne et par position prosodique (2, 3 et finale) pour les deux groupes de locutrices (Françaises et Taïwanaises).

Cependant, de manière globale, nous n'avons pas gardé les occurrences dont la durée ne peut pas être mesurée. En plus de la position 1 des consonnes de logatomes, ceci comprend également⁷⁸ :

- les occurrences pour lesquelles la durée ne pouvait être définie, soit comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe « *L'absence de relâchement* », cela constitue un ensemble de 23 occurrences pour les locutrices françaises (Loc1f, Loc4f et Loc10f) et 4 occurrences pour les locutrices taïwanaises (Loc8t (1x) et Loc10t (3x))

Par ailleurs, lorsqu'il a fallu analyser les occurrences des consonnes en tant que représentatives de leur position, c'est-à-dire pour rappel : en position 2, intervocalique devant une voyelle non accentuée, en position 3 devant une voyelle accentuée et en position 4 en tant que position finale, nous n'avons pas gardé les occurrences qui ne remplissent pas les conditions, soit (voir : *La position finale*) :

- Les positions accentuées et finales de la locutrice française Loc11f
- Les positions accentuées et finales des locutrices Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t

Ainsi, dans ces cas précis, en position non-accentuée, deuxième consonne du logatome, nous analysons toutes les occurrences. En troisième position, position accentuée, nous travaillons avec l'ensemble des occurrences produites par 10 locutrices natives (toutes sauf Loc11f) et 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t). En position finale, nous analysons les productions des mêmes locutrices que pour la position 3, mais avec 9 occurrences de moins pour Loc1f, 13 occurrences de moins pour Loc4f et 1 occurrence de moins pour Loc10f et enfin 3 occurrences de moins pour Loc10t. Le Tableau 88 (en annexe) récapitule le nombre d'occurrences de chaque consonne analysée pour le v-ratio dans les positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes de type $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour chaque locutrice.

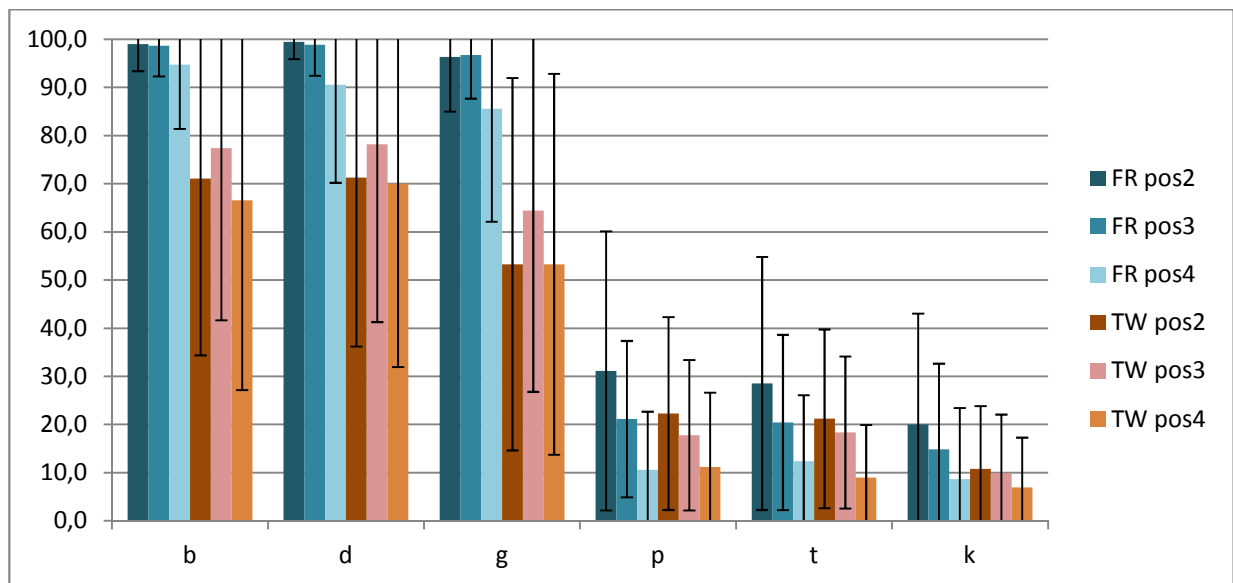
2. Résultats Globaux

Nous calculons ici d'abord le v-ratio globalement pour les deux groupes de locutrices. A partir de là, nous regardons s'il existe une différence globale entre les deux groupes de locutrices

⁷⁸ Rappelons également que la locutrice Loc4t a une occurrence finale de /d/ de moins pour le logatome « doudoudoude ».

(françaises et taiwanaises). Nous observons ensuite s’il existe une différence selon la position dans le logatome (position intervocalique non-accentuée et accentuée et position finale). Enfin, nous mesurons une éventuelle influence globale de la voyelle sur le v-ratio.

Nous posons l’hypothèse que les locutrices natives obtiennent des taux de v-ratio supérieurs aux non-natives. Ces analyses vont permettre d’identifier globalement les situations (contexte vocalique et position dans le logatome) où l’écart est le plus réduit, et où au contraire, il y a le plus de différence. Le Tableau 89 (en annexe) indique le taux de voisement moyen pour chaque consonne et chaque groupe de locutrices : françaises (FR) et taiwanaises (TW). Le Graphique 41 illustre ces résultats.



Graphique 41 : Pourcentage de voisement (V-ratio) sur l’ensemble de la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b d g p t k/$ et $V = /a i u/$, en positions 2 (pos2), 3 (pos3) et 4 (pos4), avec 2209 occurrences pour les locutrices françaises et 1653 pour les locutrices taiwanaises (pour le détail, voir Tableau 88)

Nous observons sur le Tableau 89 et le Graphique 41 que les locutrices françaises voient les occlusives /b d g/ sur la quasi-totalité de la consonne, avec des résultats de v-ratio entre 96 et 100% de la durée de la consonne en deuxième et troisième position de logatome, toutes consonnes confondues, et entre 85 et 95% en position finale. Pour les locutrices taiwanaises, pour ces mêmes consonnes /b d g/, le pourcentage de voisement est plus faible, entre 70 et 80% en positions 2 et 3 de logatome pour /b d/, et entre 65 et 70% pour les mêmes consonnes en position finale. /g/ obtient un score de 53% de voisement en positions 2 et 4 (finale) et près de 65% en position 3. Nous remarquons par ailleurs que l’écart-type des locutrices taiwanaises pour les occlusives voisées est plus grand que pour les natives, entre 35 et 40, alors que pour les natives, il est entre 3 et 11 pour les positions intervocaliques, et entre 13 et 24 pour la position finale.

Pour les occlusives sourdes /p t k/, les locutrices natives semblent produire plus de voisement sur la consonne en deuxième position de logatome (inaccentuée) (31,1% pour /p/, 28,5% pour /t/ et 20,1% pour /k/), moins en troisième position (avant la voyelle accentuée) (21,1% pour /p/, 20,4% pour /t/ et 14,8% pour /k/) et finalement le moins en dernière position (après la voyelle

accentuée) (10,6% pour /p/, 12,4% pour /t/ et 8,7% pour /k/). La variabilité est plus grande que pour les voisées, entre 20 et 30% en position 2, entre 15 et 20% en troisième position, et moindre en position finale, entre 10 et 15%.

En comparaison, les locutrices non-natives ont globalement produit moins de voisement sur les occlusives sourdes. En effet, en position 2 le v-ratio moyen est entre 10 et 23%, le plus petit avec /k/ et le plus grand avec /p/. En troisième position, les résultats sont entre 10 et 29% et finalement en position finale entre 7 et 11%.

Pour les occlusives sourdes, ce sont les locutrices natives qui semblent avoir un écart-type plus grand en position intervocalique (entre 15 et 30 alors qu'il est entre 12 et 20 pour les Taïwanaises) et similaire pour la position finale (entre 10 et 15). Ainsi, les natives semblent présenter un taux de voisement des occlusives voisées constant et sur une durée proche de la totalité de la consonne (inférieure en position finale), alors que pour les locutrices non-natives, la moyenne du taux de voisement est plus basse et la variabilité beaucoup plus importante. Pour les occlusives sourdes cependant, les locutrices taïwanaises semblent produire un taux de voisement plus régulier que les natives, et globalement plus bas.

Ces premiers résultats semblent donc indiquer que les locutrices non-natives produisent moins de voisement que les locutrices natives, aussi bien sur les occlusives voisées que les sourdes.

a. V-ratio : Comparaison entre natives et non-natives pour chaque position

Pour vérifier qu'il existe bien une différence globale de taux de voisement entre natives et non-natives, nous avons effectué un test-t non apparié, par consonne et par position de la consonne dans le logatome (2, 3 et 4). Les résultats des tests sont transcrits dans le Tableau 90 (en annexe). Nous observons qu'il existe toujours une différence significative globale de v-ratio entre natives et non-natives pour les occlusives voisées /b d g/. En revanche, pour les occlusives sourdes, natives et non-natives ont globalement le même v-ratio en position finale et en troisième position de logatome pour /p t/. En deuxième position de logatome et en troisième position pour /k/ le v-ratio des natives et des locutrices taïwanaises est significativement différent.

Il apparaît donc que dans les positions intervocaliques et finale du logatome, les locutrices taïwanaises produisent moins de voisement sur les occlusives voisées que les natives. Pour les occlusives sourdes, le taux de voisement avant et après la voyelle accentuée est le même entre locutrices françaises et taïwanaises, excepté pour le /k/ avant cette voyelle accentuée pour lequel les non-natives produisent moins de voisement. Avant une voyelle non-accentuée, en position intervocalique, les locutrices françaises produisent plus de voisement que les locutrices taïwanaises. Il semblerait donc que dans une position où le voisement est facilité par le contexte, et où l'accent n'est pas porté, les locutrices françaises négligent plus que les locutrices taïwanaises à bloquer ce voisement. Il est aussi possible que la durée des consonnes intervienne, car elle est globalement plus longue pour les Taïwanaises. Néanmoins, l'explication par la différence de durée des consonnes ne s'applique qu'à ce contexte précis (position intervocalique non accentuée) puisque dans les autres positions les consonnes sourdes taïwanaises sont également plus longues, sans que cela ne génère la même différence.

Le /k/ prononcé avant la voyelle accentuée, et pour lequel nous observons une différence globale entre natives et non-natives pourrait cependant trouver l'explication de cette différence dans la durée de la consonne lui aussi, dans la mesure où le point d'occlusion de la consonne étant le plus en arrière, le volume intra-oral est le plus petit des trois occlusives sourdes, et de la sorte, l'égalisation de pression trans-glottique s'effectue le plus rapidement, induisant que 1) le voisement dû à une position intervocalique disparaît plus rapidement que celui d'autres consonnes occlusives sourdes et que 2) sur une consonne plus longue, le rapport zones voisées/zones non-voisées croît de façon plus importante que pour d'autres en faveur des zones non-voisées.

La production d'aspiration sur les occlusives sourdes pourrait également expliquer un départ de voisement retardé et donc moins de voisement en pourcentage de la durée de la consonne pour les non-natives.

La comparaison du v-ratio entre natives et non-natives pour chaque position dans le logatome a donc montré que les locutrices natives voisent globalement plus que les locutrices taïwanaises les trois consonnes /b d g/, et dans les 3 positions du logatome analysées : les positions 2, 3 et 4 du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$. Pour les occlusives sourdes /p t k/ cependant, il n'y a pas de différence entre natives et non-natives en position finale ni en position 3 pour /p t/. Nous avons observé globalement plus de voisement pour les natives en position 2, ainsi que pour la consonne /k/ en position 3. Il faut cependant rappeler que les occlusives des locutrices non-natives sont globalement plus longues que celles des natives.

b. V-ratio : Comparaison des taux en fonction de la position dans le logatome au sein de chaque groupe de locutrices

Nous examinons ici le v-ratio des occlusives /b d g p t k/ en fonction de la position dans le logatome, pour chaque groupe de locutrices (françaises (FR) et taïwanaises (TW)).

Nous savons que le voisement d'une consonne peut être influencé par la position de la consonne dans un énoncé. En position initiale, tous les articulateurs sont tendus (Straka, 1963 ; Fougeron, 1998 ; Vaissière, 1988, 2001, 2010), de la sorte, il est plus difficile de faire vibrer les plis vocaux. La position finale n'est également pas favorable au voisement (Vaissière, 1997 ; voir *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : La position finale*). Au contraire, en position intervocalique, les deux voyelles étant en principe voisées, les articulateurs tendent à conserver leur place et à préserver le voisement. Ainsi, tant qu'aucun effort particulier n'est fourni pour l'arrêter, le voisement tend à y être conservé. A partir de là, nous pouvons faire l'hypothèse que les taux de voisement seront supérieurs en positions intervocaliques (positions 2 et 3).

Afin de vérifier l'influence de la position prosodique dans le logatome sur la réalisation de voisement au sein de chaque groupe de locutrices (françaises (FR) et taïwanaises (TW) séparément), nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (la position dans le logatome) avec 3 modalités (les positions 2, 3 et 4 des consonnes dans le logatome) avec des tests a posteriori PLSD de Fisher, pour chaque groupe de locutrices

(françaises et taïwanaises) et pour chaque consonne (/b d g p t k/). Les résultats sont transcrits dans le Tableau 91 (en annexe).

Pour les locutrices françaises, nous observons des différences globales très significatives (avec $p < 0,0001$ pour toutes les consonnes sauf pour /b/ avec $p = 0,0003$). Les résultats des tests de Fisher donnent par ailleurs des résultats comparables selon les groupes de consonnes : pour les consonnes voisées, il n'y a pas de différence de voisement entre la position 2 et la position 3, toutes deux intervocaliques. Cependant, nous observons des différences significatives entre d'un côté ces positions 2 et 3 et d'un autre côté la position 4, la position finale où le v-ratio est significativement plus petit. En effet, en position finale, les plis vocaux étant plus tendus, le voisement est plus difficile à produire qu'en position intervocalique. Nous remarquons cependant que l'effet de la position de la consonne est plus important que le fait que la consonne soit en position accentuée ou non, puisque c'est selon ce premier critère que les différences de v-ratio se font.

En ce qui concerne les consonnes sourdes, les tests a posteriori de Fisher révèlent que le v-ratio de /p t k/ est significativement plus grand en position 2, puis plus petit en position 3, et finalement, il est le plus petit en position finale. Contrairement aux consonnes voisées, il y a donc ici une différence entre les deux positions intervocaliques : accentuée et inaccentuée. La différence peut venir du fait que la consonne sourde doit justement être produite sans voisement, et que la position intervocalique soit favorable à la production de voisement. De la sorte, une attention particulière peut y être portée en position accentuée, plus qu'en position inaccentuée. Néanmoins, c'est bien dans la position où il est plus naturel de ne pas produire de voisement que le v-ratio est le plus petit (position finale).

Pour les locutrices taïwanaises, il apparaît que la position dans le logatome n'a aucune influence sur la production de voisement des occlusives voisées. Les ANOVAs révèlent qu'il n'y a aucune différence globale de v-ratio en fonction de la position de la consonne dans le logatome (/b/ : $p = 0,2181$; /d/ : $p = 0,3257$ et /g/ : $p = 0,1118$). Pour les occlusives sourdes, il n'y a également aucune différence globale de v-ratio selon la position de la consonne dans le logatome pour /k/ ($p = 0,0955$). En revanche, il existe une différence globale de v-ratio pour /p/ et /t/ (respectivement $p = 0,0002$ et $p < 0,0001$). Les tests a posteriori de Fisher indiquent que dans les deux cas, la différence se situe entre les positions intervocaliques (positions 2 et 3) et la position finale (position 4). Il n'y a pas la différence entre les positions intervocaliques (accentuée et non accentuée) observée chez les natives. Cependant, comme il est attendu, en position finale ces consonnes présentent le moins de voisement.

Les résultats pour les locutrices natives correspondent parfaitement à nos attentes : le voisement étant facilité en position intervocalique, le taux y est supérieur, et sans différence entre les positions 2 et 3. Pour les occlusives sourdes, les locutrices ont veillé à ne pas en produire, et il n'y en a pas plus dans une position que dans une autre. Nos tests montrent même qu'il n'y en a pas moins en position finale, ce qui aurait pu être envisagé. Pour les locutrices non-natives, la situation est un peu inversée, puisque nous n'avons trouvé aucune différence pour les occlusives voisées selon la position dans le logatome. L'interprétation la plus vraisemblable est qu'il y ait une telle disparité entre les locutrices, et donc un groupe non-homogène, qu'aucune différence globale ne peut apparaître ici (cette même interprétation est envisageable pour les occlusives sourdes des natives). Au contraire, pour les occlusives

sourdes, les consonnes /p t/ ont obtenu un v-ratio supérieur en positions intervocaliques, quoique ce taux soit assez bas (autour de 20% contre environ 10% en position 4).

Nous avons montré dans cette partie que les locutrices françaises produisent plus de voisement pour les occlusives voisées en positions intervocaliques, mais aucune différence pour les occlusives sourdes. Au contraire, pour les locutrices taïwanaises nous n'avons pas mis en évidence de différence significative du taux de voisement selon la position dans le logatome pour les occlusives voisées. Nous en avons trouvé une pour les occlusives sourdes /p t/ en position intervocalique, où le taux est supérieur à la position finale.

c. V-ratio : Influence de la voyelle en positions intervocaliques accentuée et non-accentuée, et en position finale

Nous étudions dans cette partie les valeurs de v-ratio des occlusives /b d g p t k/ en coarticulation avec les voyelles /a i u/. L'enjeu de cette partie est d'identifier un contexte qui permettrait de faciliter la production du voisement dans la production d'occlusives phonologiquement voisées pour des locutrices non-natives. En ce qui concerne des occlusives phonologiquement sourdes, l'objectif étant de ne pas avoir de voisement, nous espérons plutôt identifier le contexte qui y est le moins favorable. Néanmoins, nous pourrions peut-être éventuellement confirmer qu'une certaine voyelle ou une certaine position du logatome favorise le voisement.

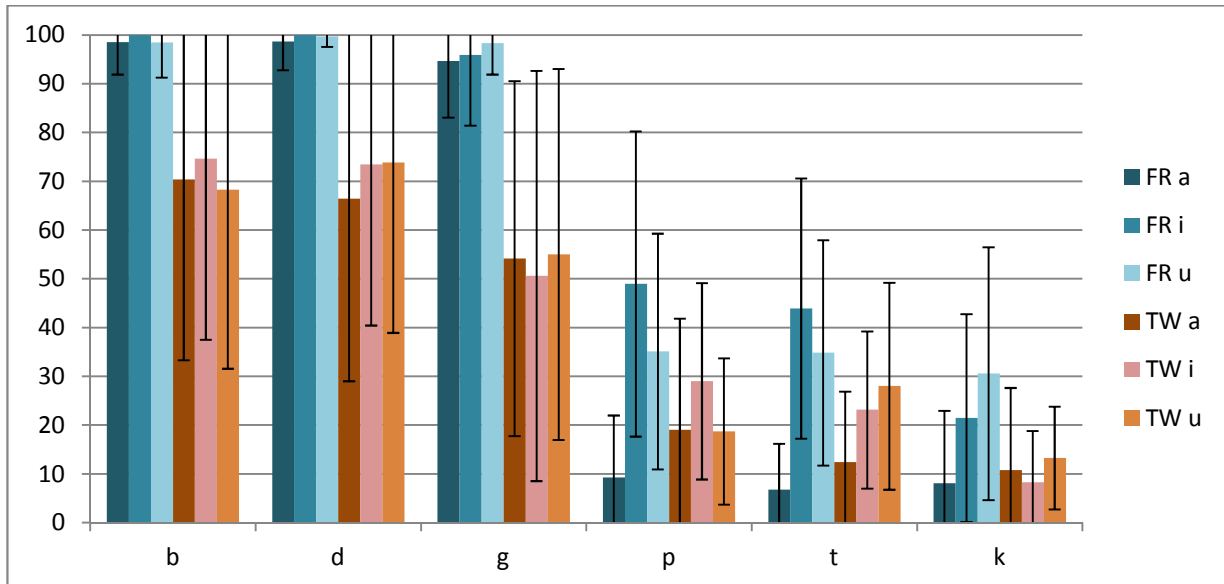
Comme nous l'avons présenté dans notre partie théorique (voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales ; La voyelle*), la voyelle influe de manières différentes selon les différentes phases de la consonne : la phase d'occlusion et la phase de relâchement. Remarquons cependant qu'une telle influence n'est pas nécessairement décelable directement si les locutrices parviennent à réaliser l'objectif d'un voisement complet, notamment en position intervocalique. Une éventuelle influence pourrait plus facilement apparaître pour des locutrices qui réalisent un voisement inconstant sur la consonne, comme pour les non-natives.

Nous avons déjà observé qu'il y avait plus de voisement en positions 2 et 3 du logatome pour les occlusives voisées des locutrices natives, mais pas pour les locutrices taïwanaises. Nous n'avons pas trouvé de différence en fonction de la position pour les occlusives sourdes des locutrices françaises, mais les locutrices taïwanaises ont produit globalement plus de voisement pour /p t/ en position intervocalique qu'en position finale.

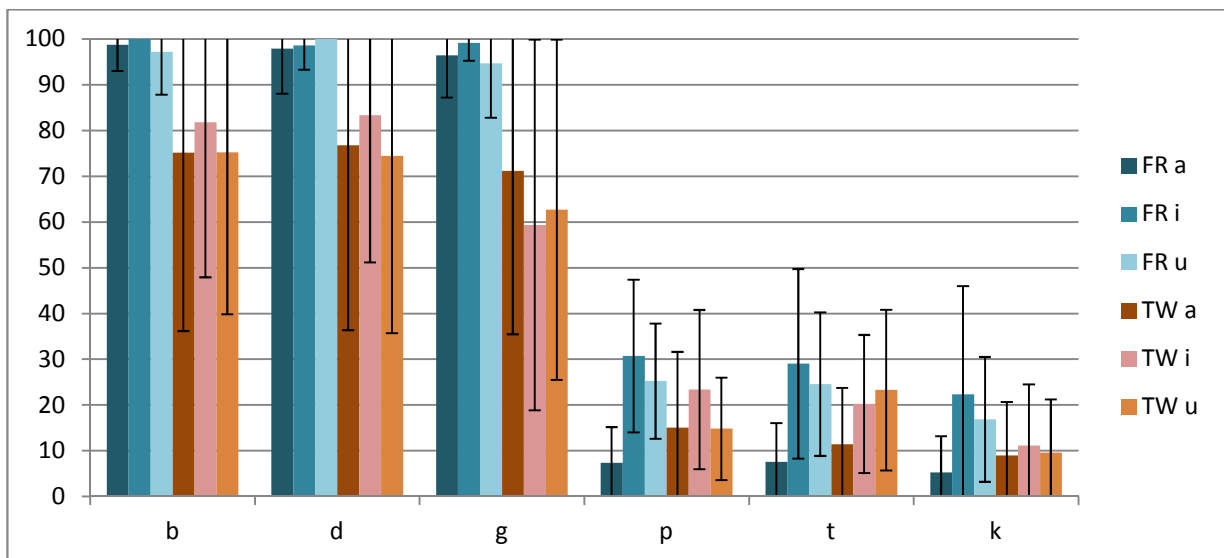
En ce qui concerne l'influence des voyelles, nous pouvons faire l'hypothèse que pour les natives, si nous obtenons une différence, ce sera en faveur de plus de voisement avec /a/ car l'influence de la taille de la cavité orale joue surtout sur des consonnes plus longues et disparaît au début du relâchement. Pour les locutrices non-natives, il se pourrait qu'ayant une durée des consonnes plus grande, le fait que les voyelles hautes /i u/ ait une cavité pharyngale plus grande joue en faveur de la conservation du voisement jusqu'au relâchement. Néanmoins, toutes les locutrices non-natives ne produisant pas du voisement de façon égale ceci pourrait atténuer la visibilité d'une telle influence.

Le Tableau 92 (en annexe) indique le nombre d'occurrences des consonnes /b d g p t k/ en fonction des voyelles /a i u/ en positions 3 et 4, lorsque l'accent été placé sur la troisième

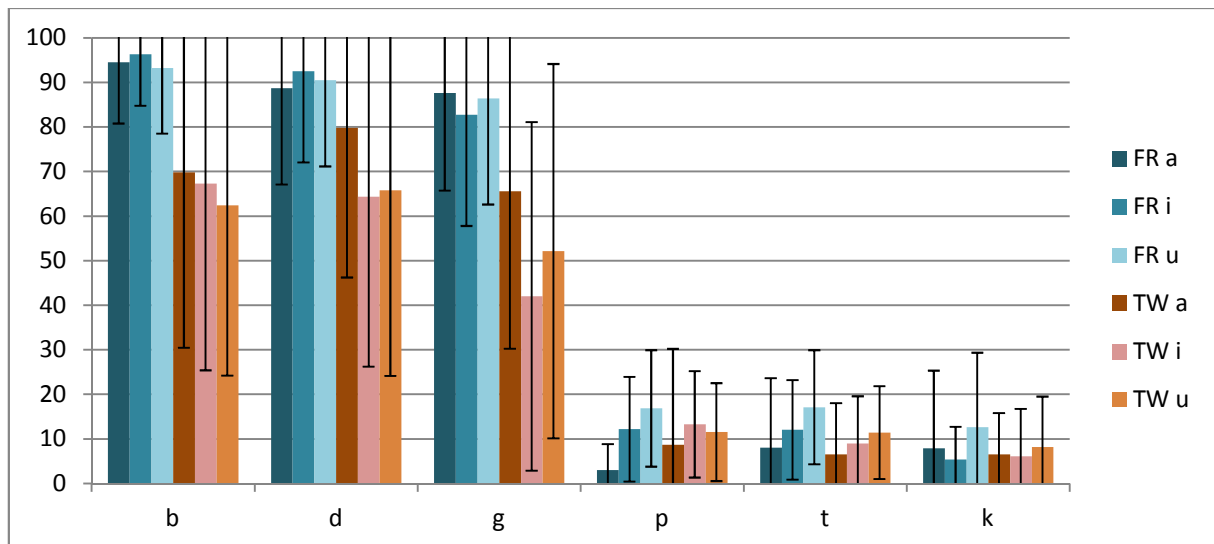
voyelle du logatome (évaluée selon le critère de la durée de cette voyelle). Pour la position 2 de la consonne du logatome, l'ensemble des 11 locutrices de chaque groupe a produit à 4 reprises chaque consonne avec chaque voyelle. Les Graphique 42, Graphique 43 et Graphique 44 illustrent les valeurs de v-ratio des locutrices françaises et taïwanaises en fonction de la position dans le logatome, respectivement en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$.



Graphique 42 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, en position 2 avec 792 occurrences pour les deux groupes de locutrices (pour le détail, voir Tableau 88)



Graphique 43 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, en position 3 avec 720 occurrences pour les locutrices françaises et 432 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 92)



Graphique 44 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C1VC2VC3VC4 où C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en position 4 avec 697 occurrences pour les locutrices françaises et 429 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 92)

Nous observons sur le Graphique 42, qui concerne les occlusives en seconde position de logatome (position non-accentuée), que pour les locutrices françaises, il n'y a pas de grande différence pour le v-ratio des occlusives voisées en fonction de la voyelle. Pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises, le v-ratio semble se situer autour de 70% avec /b d/ en coarticulation avec les trois voyelles et autour de 50% avec /g/. Pour les occlusives sourdes, dans cette position, les locutrices françaises semblent toujours produire moins de voisement en coarticulation avec la voyelle ouverte /a/ (avec un v-ratio moyen toujours inférieur à 10%) et plus avec les voyelles fermées /i u/. En coarticulation avec /i/, /p t/ obtiennent un taux de voisement entre 40 et 50% et avec /u/ entre 30 et 40%. /k/ obtient pour sa part un taux de voisement de 21% avec /i/ et de 31% avec /u/. L'écart-type indique une variabilité assez faible pour les occlusives voisées des natives (entre 0 et 14) et très grande pour les non-natives (entre 33 et 42). Pour les deux groupes, c'est la combinaison /g/ + /i/ qui obtient le plus de variabilité (14 pour les natives et 42 pour les non-natives). Comparativement, avec les occlusives sourdes les locutrices françaises ont une plus grande variabilité (entre 9 et 32) et plus petite pour les non-natives (entre 10 et 23).

Le Graphique 43, où la consonne est positionnée avant une voyelle accentuée, révèle les mêmes tendances que le Graphique 42 concernant les occlusives voisées. Les locutrices taïwanaises semblent cependant obtenir des valeurs de v-ratio légèrement supérieures aux résultats en position 2, /b d/ obtiennent ainsi des moyennes de v-ratio autour de 75% avec /a u/ et dépassent 80% avec /i/. /g/ obtient des moyennes de v-ratio autour de 60% avec /i u/ et dépasse les 70% avec /a/. Pour les occlusives sourdes, les locutrices françaises obtiennent également une moyenne de v-ratio inférieure à 10% en coarticulation avec /a/ (et même inférieure à 8%). En coarticulation avec /i/, /p t/ obtiennent un v-ratio autour de 30% et autour de 25% avec /u/. Suivant la même tendance, /k/ obtient un v-ratio de 22% en coarticulation avec /i/ et de 17% avec /u/. Dans cette même position, les locutrices taïwanaises obtiennent un taux de voisement moyen supérieur aux natives lorsque la consonne est en coarticulation avec /a/ puisque le taux est entre 9 et 15%. Il est en revanche en moyenne inférieur en coarticulation

avec /i u/. /p t/ obtiennent des scores entre 15 et 24% avec les voyelles /i u/, tandis que /k/ obtient un v-ratio autour de 10% avec ces deux voyelles. Les écart-types indiquent dans tous les cas des résultats assez similaires à la position 2, si ce n'est que ce n'est plus la combinaison /g/ + /i/ qui obtient le plus de variabilité pour les natives (seulement 4).

En position finale, nous observons sur le Graphique 44 que les locutrices françaises voient sensiblement moins les occlusives voisées /b d g/ sans qu'il y ait néanmoins de grande différence selon la voyelle. Par ailleurs les quelques variations observées ne mettent pas en évidence qu'une voyelle soit associée à une plus grande production de voisement sur la consonne : c'est avec /u/ que le taux de voisement est le plus petit avec /b/, avec /a/ pour /d/ et finalement avec /i/ pour /g/. C'est cependant en coarticulation avec /i/ que /b d/ obtiennent le plus haut taux de voisement. Dans cette même position, nous observons cependant quelques différences en fonction de la voyelle pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises. C'est en coarticulation avec la voyelle /a/ que les trois consonnes /b d g/ obtiennent le meilleur taux de voisement (70%, 80% et 66% respectivement). Les différences avec /b/ ne sont cependant moins marquées avec /b/ (toujours entre 62 et 70% de voisement). /d/ avec les voyelles fermées obtient un taux autour de 65%. /g/ cependant obtient avec les voyelles fermées un taux qui atteint tout juste 52% avec /u/ et qui passe sous les 50% avec /i/ (42%). Pour les occlusives sourdes /p t k/, les locutrices françaises gardent un score inférieur à 10% en coarticulation avec /a/, le dépassent à peine pour /p t/ avec /i/ (12%) et obtiennent finalement des résultats entre 12 et 17% avec /u/. Pour les locutrices taïwanaises, le taux de voisement le plus haut est atteint par la combinaison /p/ + /i/ avec 13% de voisement. Pour les locutrices françaises, l'écart-type ne dépasse pas les 17 (/k/ + /a/) et est le plus bas avec la combinaison de /p/ + /a/. Pour les locutrices taïwanaises, l'écart-type est constant autour de 10, excepté pour la combinaison /p/ + /a/ où il atteint 22.

Afin de vérifier l'influence de la voyelle (/a i u/) dans le logatome sur les mesures de v-ratio, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (la voyelle en coarticulation) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/) avec des tests a posteriori PLSD de Fisher, pour chaque groupe de locutrices (françaises et taïwanaises et pour chaque consonne (/b d g p t k/)). Les tests ont été faits pour les positions intervocalique et finale (séparément). Les résultats sont transcrits en annexe dans le Tableau 93 (position intervocalique) et le Tableau 95 (position finale). Le Tableau 94 en annexe présente les résultats des tests effectués sur les consonnes des locutrices françaises en positions intervocaliques, position 2 (non-accentuée) et position 3 (consonne avant une voyelle accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ séparément. Pour la position intervocalique, nous avons effectué les mesures à partir de l'ensemble des productions des locutrices (sans tenir compte du fait que la voyelle était en syllabe finale ou non, puisque nos tests indiquent qu'il n'y a pas de différence selon ces positions). En revanche, pour les tests supplémentaires effectués pour distinguer les positions 2 et 3 du logatome pour les occlusives sourdes des locutrices françaises, nous avons conservé les consonnes qui précédaient une voyelle non accentuée en position 2 (toutes en réalité) ou qui précédaient une voyelle en position accentuée (toutes excepté celles de la locutrice Loc11f).

Pour les tests concernant la position finale, nous n'avons pas utilisé les résultats de la locutrice française Loc11f, et pour les locutrices taïwanaises, nous avons analysé les productions de 6

locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t), mais avec 9 occurrences de moins pour Loc1f, 13 occurrences de moins pour Loc4f et 1 occurrence de moins pour Loc10f et enfin 3 occurrences de moins pour Loc10t⁷⁹.

Les résultats des ANOVAs montrent que pour les locutrices françaises, il existe une différence globale significative du v-ratio en fonction de la voyelle pour /b/ en position intervocalique. Dans le détail, nous constatons que cette différence concerne le v-ratio de /b/ en coarticulation avec /i/ ou /u/. Néanmoins, cette différence reste très petite puisque l'écart est inférieur à 3% (97,8% de voisement avec /u/ et 100% avec /i/). Il n'y a pas de différence dans les résultats de v-ratio en fonction de la voyelle pour /d g/ en position intervocalique (avec respectivement un résultat de $F_{(2, 261)} = 2,041$ avec $p=0,1320$ et $F_{(2, 261)} = 0,376$ avec $p=0,6870$). En revanche, pour les occlusives sourdes des locutrices françaises nous obtenons des différences globales très significatives ($p<0,0001$), avec dans tous les cas un v-ratio supérieur lorsque la voyelle est une voyelle fermée (notamment avec /i/ pour /p t/), et le v-ratio est le plus petit lorsque la voyelle en coarticulation est /a/. Puisque les résultats sont différents pour cette consonne en fonction de la position dans le logatome, nous pouvons nous référer au Tableau 94 qui distingue les résultats de v-ratio en fonction de ces deux positions et de la voyelle en coarticulation pour ces trois consonnes sourdes /p t k/. Nous observons d'abord que lorsque la consonne précède une voyelle en position accentuée (plus longue), les écarts en fonction de la voyelle sont plus importants. Nous y obtenons des valeurs de F pour /p t k/ respectivement de $F_{(2, 117)} = 35,936$, $F_{(2, 117)} = 20,648$ et $F_{(2, 117)} = 11,243$ avec dans tous les cas $p<0,0001$ alors que lorsque la consonne précède une voyelle inaccentuée, nous obtenons des résultats de F pour /p t k/ respectivement de $F_{(2, 129)} = 3,936$, $F_{(2, 129)} = 9,123$ et $F_{(2, 129)} = 1,602$ avec $p=0,0219$, $p=0,0002$ et $p=0,2025$ (non significatif). Dans tous les cas, lorsque la différence est significative, le v-ratio est le plus grand lorsque la voyelle en coarticulation est /i/ et le plus petit lorsque la voyelle est /a/. Devant une voyelle accentuée, le v-ratio en coarticulation avec /u/ obtient une valeur intermédiaire entre les deux autres (toujours significativement différente). Devant une voyelle inaccentuée, avec /p/ en coarticulation avec /a/ ou /u/ (voyelles arrière) les v-ratio ne se distinguent pas, alors qu'avec /t/, ce sont les v-ratio lorsque la coarticulation est avec /i/ ou /u/ (voyelles hautes et fermées) qui ne se distinguent pas.

Pour les locutrices taïwanaises, le v-ratio est le même pour les occlusives voisées /b d g/ en position intervocalique, quelle que soit la voyelle en coarticulation (respectivement $F_{(2, 261)} = 0,728$; $F_{(2, 261)} = 1,076$ et $F_{(2, 261)} = 0,630$ avec $p=0,4837$; $p=0,3424$ et $p=0,5334$). Pour les occlusives sourdes, nous observons les mêmes tendances que pour les occlusives sourdes des locutrices françaises devant une voyelle non accentuée, soit des écarts significatifs globaux lorsque les consonnes sont /p t/ ($p=0,0011$ et $p>0,0001$ avec $F_{(2, 261)} = 6,971$ et $F_{(2, 261)} = 16,238$). Il n'y a pas de différence en fonction de la voyelle lorsque la consonne est /k/ ($p=0,0657$). Par ailleurs, ici aussi, c'est lorsque la voyelle est /i/ que le v-ratio est le plus grand et lorsque la voyelle est /a/ que le v-ratio est le plus petit. Tout comme les Françaises, le v-ratio lorsque la voyelle est /u/ ne se distingue pas de celui avec /a/ (postérieur) lorsque la consonne est /p/ et ne se distingue pas de celui /i/ (fermé) lorsque la consonne est /t/.

⁷⁹ Pour le détail, voir dans cette partie : *Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio : Procédure*, p. 218

En position finale, des différences de v-ratio en fonction de la voyelle sont assez rares. Tout d'abord, il n'y en a aucune pour les occlusives voisées /b d g/, ni pour les Françaises entre elles (respectivement : $p=0,6164$; $p=7043$ et $p=0,6333$), ni pour les Taïwanaises (avec respectivement $p=0,8132$; $p=0,3025$ et $p=0,1161$). Pour les occlusives sourdes /p t k/, les Taïwanaises n'ont pas non plus marqué la moindre différence selon la voyelle (respectivement : $p=0,5896$; $p=3119$ et $p=0,7719$). Il n'y a finalement de différence que pour les occlusives sourdes /p t/ des Françaises avec respectivement $p<0,0001$ et $p=0,0112$. Il n'y a pas d'influence de la voyelle pour les résultats de v-ratio de /k/ ($p=0,0839$). Pour /p/ cependant cette fois, c'est avec les voyelles fermées /i u/ que le v-ratio est le plus grand et avec la voyelle ouverte /a/ qu'il est le plus petit. Pour /t/, il y aurait cette même tendance entre le v-ratio en coarticulation avec /u/ (plus grand) et /a/ (plus petit), néanmoins, le v-ratio de /t/ en coarticulation avec /i/ ne se distingue ni de celui avec /u/ ne de celui avec /a/.

Nos résultats indiquent donc que la nature de la voyelle influence peu ou pas le taux de voisement pour les occlusives voisées. Dans la mesure où l'objectif est d'atteindre un taux de 100% et que les natives en sont proches, les différences ne peuvent en effet être qu'assez minimes. Pour les non-natives cependant, puisque le taux de 100% n'est globalement pas atteint, il aurait pu y avoir des différences plus marquées dans l'influence des voyelles. Globalement, il semble pourtant que les voyelles /a i u/ en coarticulation ne favorisent pas plus l'une que l'autre le voisement sur aucune consonne de ces locutrices. Il n'est pas possible de mettre en évidence une influence de la voyelle sur la variabilité du v-ratio des occlusives voisées produites par l'ensemble des locutrices taïwanaises.

Ce sont sur des occlusives sourdes que des différences globales se manifestent, mais pas pour toutes. En position finale, tout d'abord, nous n'avons relevé aucune différence de v-ratio pour les occlusives sourdes des locutrices taïwanaises, pas plus que pour la consonne /k/ des locutrices françaises. En revanche, il existe une différence de v-ratio en fonction de la voyelle en coarticulation pour les consonnes /p t/ prononcées par les locutrices françaises. Nous observons dans ces deux cas qu'en coarticulation avec des voyelles fermées, les consonnes possèdent plus de voisement. Avec /p/, la différence concerne une opposition entre les voyelles fermées /i u/ et la voyelle ouverte /a/, alors qu'avec la consonne /t/, seule la coarticulation avec la voyelle /u/ permet une différence avec la voyelle /a/. En position intervocalique, pour l'ensemble des locutrices, il existe une différence globale de v-ratio en fonction de la voyelle, excepté pour le /k/ des locutrices taïwanaises. Pour toutes, le v-ratio de la consonne en coarticulation avec /i/ est toujours plus grand qu'avec /a/. Pour le v-ratio en coarticulation avec /u/ - excepté pour le /p/ des locutrices taïwanaises et le /p/ des locutrices françaises en deuxième position de logatome où le v-ratio de la consonne avec /u/ est le même qu'en coarticulation avec /a/ - il est dans tous les autres cas supérieur à celui avec /a/ et identique avec celui en coarticulation avec /i/ (positions 2 et 3 des logatomes des locutrices françaises distinguées).

Il apparaît ainsi comme une constante que lorsqu'il y a une différence en fonction de la voyelle pour les occlusives sourdes, la voyelle en coarticulation qui accompagne la consonne avec le v-ratio le plus petit est toujours /a/. La coarticulation avec /i u/ n'offre pas toujours une différence significative avec /a/, néanmoins, lorsqu'il y a une différence globale et que la

coarticulation avec l'une de ces deux voyelles ne permet pas un v-ratio différent d'avec /a/, les v-ratio générés par la coarticulation avec les deux voyelles fermées ne se distinguent pas non plus. Il y a donc globalement une tendance à ce que le v-ratio soit plus petit lorsque la voyelle est ouverte et plus grand avec une voyelle fermée. Ce phénomène concerne les deux groupes de locutrices en position intervocalique (sauf /k/ pour les Taïwanaises), et les locutrices françaises en position finale (sauf /k/).

Pour interpréter ces résultats, il nous faut tout d'abord remarquer que là où il existe des différences de taux de voisement en fonction de la voyelle, c'est uniquement lorsqu'il ne devrait pas y avoir de voisement (les occlusives sourdes). Pour les occlusives voisées, il n'y en a globalement pas (notons tout de même le /b/ en position intervocalique des natives, pour lequel, bien qu'étant petite, la différence est significative). Nous l'avons expliqué pour les natives par le fait que si l'objectif de 100% de taux de voisement est approché avec toutes les voyelles, les différences ne peuvent être que minimales. Pour les non-natives, les différences plus grandes auraient pu générer des différences en fonction des voyelles. La variabilité est cependant si grande que les différences globales entre voyelles n'apparaissent pas.

Pour les occlusives sourdes, l'objectif est de ne pas avoir de voisement. Nous pourrions donc avoir le même raisonnement que pour les occlusives voisées : plus nous sommes proches du taux de 0%, plus les différences s'amenuisent. Nous constatons qu'en effet, c'est lorsque le taux de voisement est au plus bas pour l'ensemble des situations que les différences disparaissent. Pour atteindre ce taux, certaines situations sont plus favorables : tout d'abord la position finale de logatome. En position finale, le voisement tend à disparaître. C'est bien en position finale qu'il n'y a aucune différence dans l'influence des trois voyelles, quelle que soit la consonne ou la voyelle pour les non-natives. La consonne /k/, avec le volume intra-oral le plus petit, est également la consonne où une vibration des plis vocaux, volontaire ou non, serait la plus difficile. Nous remarquons qu'en effet, pour les locutrices françaises en position finale et en position 2 de logatome, et pour les locutrices taïwanaises en position intervocalique, c'est avec la consonne /k/ qu'il n'y a pas de différence de v-ratio en fonction de la voyelle. Un troisième phénomène qui entrave la production de voisement est la durée de la consonne. Nous avons en effet observé de manière globale que les consonnes des locutrices taïwanaises sont plus longues que celles des natives. Ceci serait susceptible d'expliquer en partie pourquoi il y a plus de cas par rapport aux natives où il n'y a pas de différence en fonction de la voyelle pour les locutrices taïwanaises. Dans tous les cas que nous venons de citer pour les occlusives sourdes, nous observons en effet les v-ratio les plus petits, quelle que soit la voyelle en coarticulation.

Il nous faut maintenant expliquer pourquoi, dans les autres cas, c'est avec les voyelles hautes et fermées qu'il y a le plus de voisement, et notamment avec /i/, dans des situations où nous ne souhaitons pas avoir de voisement. Le phénomène est ici assez fréquent pour qu'il y ait une explication articulatoire. Des analyses de v-pattern (voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales ; Le v-pattern*) le confirmeront, mais le voisement ne peut être dû à un départ anticipé de voisement de la voyelle suivante avec des voyelles fermées⁸⁰. Il s'agit

⁸⁰ Voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales ; La voyelle*

en toute vraisemblance d'un voisement dû à la voyelle précédente. Le voisement dû à une voyelle ouverte précédant la consonne sourde disparaîtrait plus vite que du voisement subsistant après une voyelle fermée. Il s'agit ici de la capacité à bloquer le voisement après la production d'une voyelle. Les voyelles fermées, du fait de l'ouverture de la bouche et d'un débit d'air moindre permettrait à la différence de pression trans-glottique de durer plus longtemps et de s'étendre plus au début de la consonne suivante, y compris s'il s'agit d'une consonne sourde. Au contraire, la voyelle /a/, avec une ouverture de la bouche maximale, permettrait de retrouver plus rapidement une configuration où la pression trans-glottique s'étant équilibrée plus vite, les plis vocaux pourraient plus rapidement se tendre et ne plus vibrer. Le fait également que les voyelles hautes aient une cavité pharyngale plus grande, et notamment /i/ que nous retrouvons ici le plus souvent avec le plus de v-ratio, peut avoir joué plus que nous ne l'avions présagé dans la conservation du voisement dû à la voyelle précédente. Ces résultats infirment nos hypothèses.

=> Les seules différences globales de v-ratio en fonction de la voyelle en coarticulation pour les locutrices taïwanaises, ce sont pour les occlusives sourdes /p t/ en position intervocalique.

=> Les différences globales de v-ratio en fonction de la voyelle en coarticulation pour les locutrices natives sont pour le /b/ en position intervocalique, pour /p t/ dans toutes les positions et pour /k/ en position 3 des logatomes étudiés.

- il n'y a pas de différence globale de v-ratio en fonction de la voyelle pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises
- il n'y a pas de différence globale de v-ratio en position finale pour les occlusives sourdes des locutrices taïwanaises
- Lorsqu'il y a des différences pour les occlusives sourdes, les consonnes en coarticulation avec des voyelles hautes et fermées ont un v-ratio plus grand que lorsque la coarticulation est avec une voyelle ouverte.

A l'échelle de toutes les locutrices taïwanaises, la variabilité générée par le contexte vocalique n'est pas supérieure à la variabilité du taux de v-ratio observée globalement chez ces mêmes locutrices, excepté pour les occlusives sourdes /p t/ en position intervocalique.

3. Comportements des locutrices

Nous évaluons dans cette partie si les locutrices enregistrées ont un v-ratio des consonnes avec une certaine homogénéité, ou si au contraire, nous observons des différences selon les locutrices.

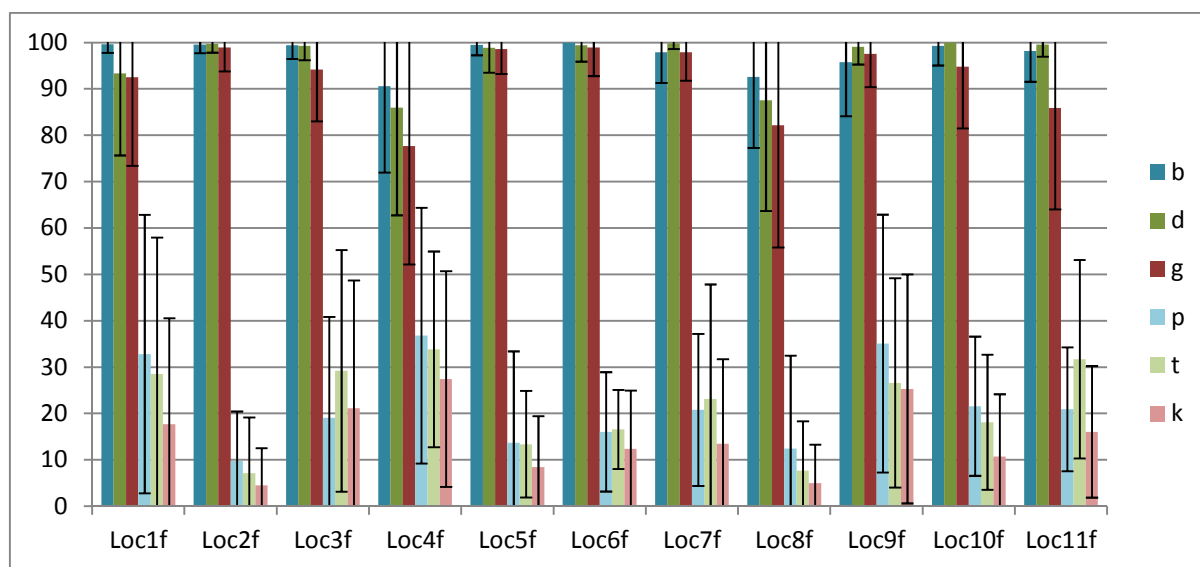
a. Locutrices françaises

Afin d'établir le comportement des locutrices pour ce paramètre, le v-ratio est calculé par locutrice et par consonne : d'abord globalement, puis en fonction de la position dans le logatome et enfin en fonction de la voyelle en coarticulation. Nous observons également la répartition des occurrences en fonction de leur v-ratio.

i. *V-ratio global par locutrice et par consonne : Comment voient globalement les locutrices françaises ?*

Cette première partie concernant les locutrices françaises permet d'observer de façon globale le taux de voisement obtenu pour chaque locutrice française (11 au total) dans les positions 2,

3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où V peut correspondre aux 3 voyelles /a i u/. Nous ne prenons pas en compte dans cette partie ni l'influence de la voyelle, ni de la position dans le logatome. Les consonnes en position initiale du logatome, ainsi que les consonnes en position finale non suivie d'un schwa et sans relâchement⁸¹ ont été exclues puisqu'il n'est pas possible d'en mesurer la durée. 2353 occurrences pour les locutrices françaises sont ici prises en compte. Les moyennes de v-ratio ainsi obtenues sont présentées sur le Graphique 45.



Graphique 45 : Moyennes de v-ratio (%) des consonnes /b d g p t k/ de 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) (2353 occurrences)

Nous observons sur le Graphique 45 que le taux de voisement moyen le plus bas est de 75% : Loc4f pour le /g/. Pour le /d/, le taux le plus bas est autour de 85% (loc4f et Loc8f), tandis que pour le /b/, la moyenne ne passe pas sous les 90%. En dehors des deux locutrices citées : Loc4f et Loc8f et de Loc11f pour le /g/, la moyenne de v-ratio pour les 3 consonnes se situe entre 90% et 100%.

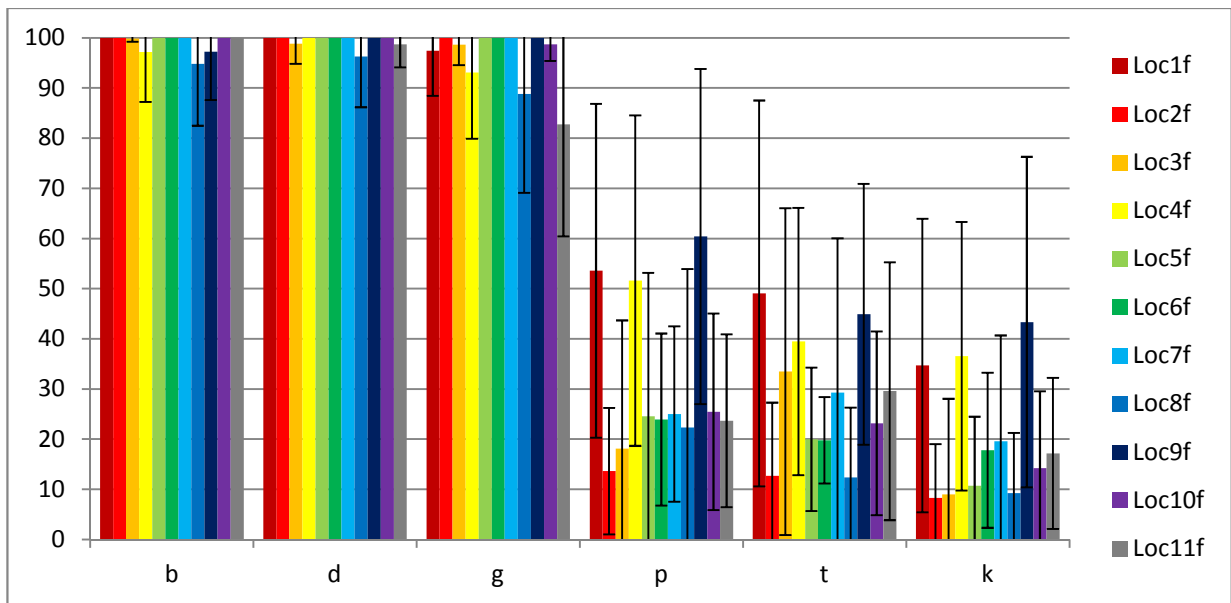
Pour les occlusives sourdes, le taux le plus haut obtenu se situe autour de 35% : /b/ de Loc4f et Loc9f alors que le plus bas est autour de 5% : /g/ de Loc2f et Loc8f.

Nous pouvons dire que dans l'ensemble, les occlusives voisées reçoivent un taux de voisement assez proche du maximum (100%), mais un peu inférieur pour le /g/. Les occlusives sourdes obtiennent un taux de voisement moyen autour de 20%.

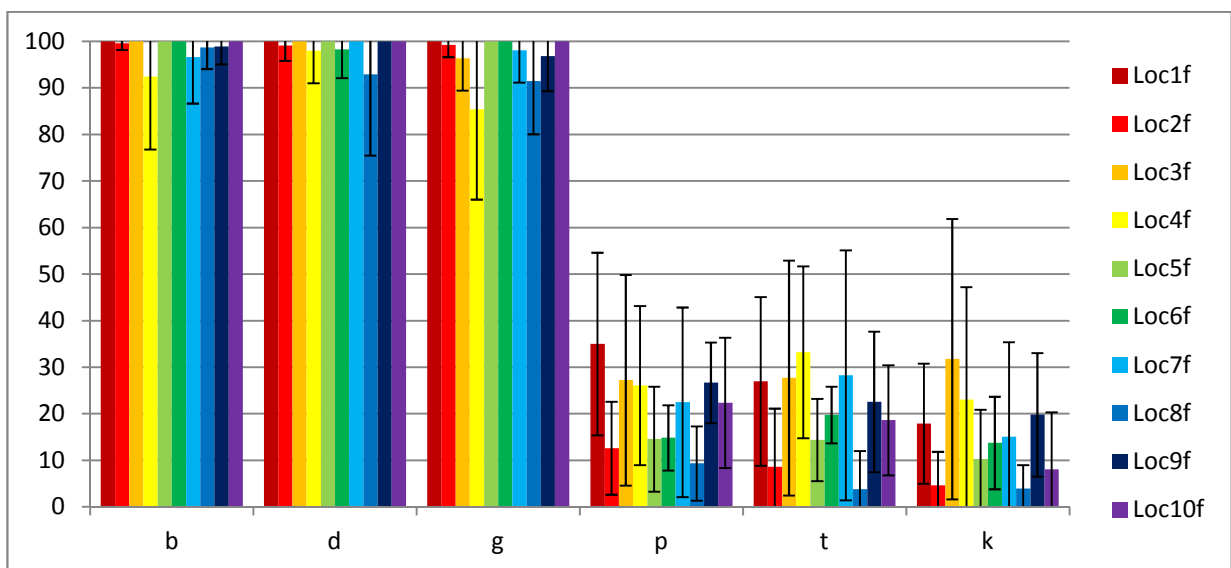
ii. *V-ratio et position dans le logatome pour les locutrices françaises*

Nous observons dans cette partie le taux de voisement des occlusives françaises /b d g p t k/ en fonction de la position dans le logatome (avant une voyelle non-accentuée, avant une voyelle accentuée et en position finale, respectivement pour les positions 2, 3 et 4 dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) réalisé par les locutrices natives pour le corpus PhoDiFLE. Les résultats peuvent respectivement être observés sur les Graphique 46, Graphique 47 et Graphique 48.

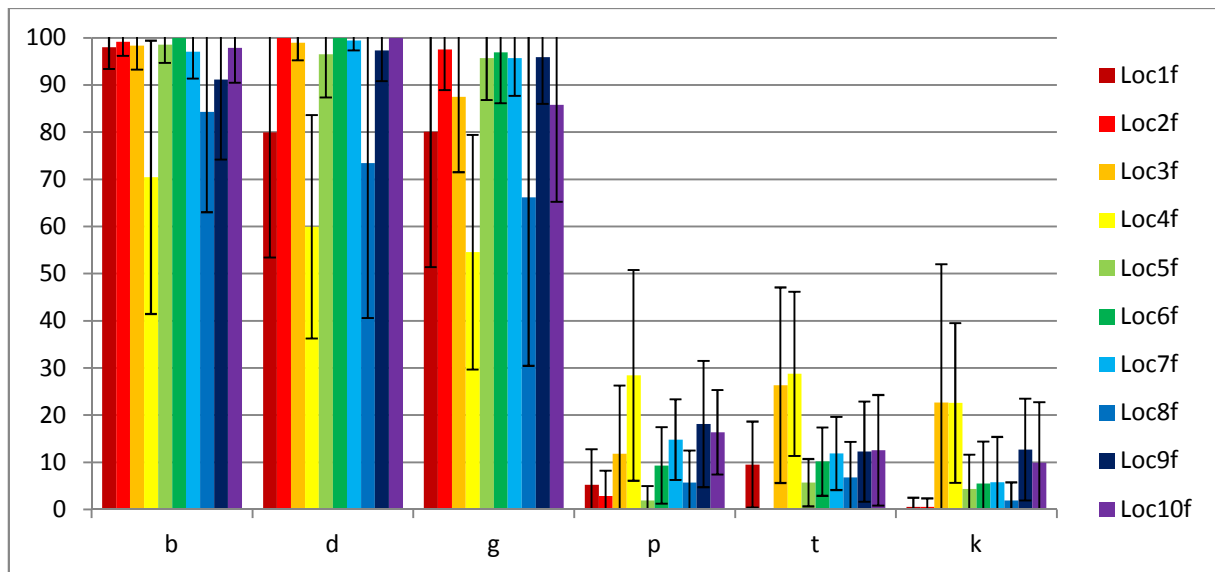
⁸¹ voir le tableau dans la section : *Chapitre 3. Première partie – Propriétés générales du corpus pour l'analyse des paramètres de voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans des logatomes CIVC2VC3VC4 : L'absence de relâchement*



Graphique 46 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) en position 2 dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 792 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88)



Graphique 47 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 10 locutrices françaises (Loc1f à Loc10f) en position 3 (devant une voyelle accentuée) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 720 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88)



Graphique 48 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 10 locutrices françaises (Loc1f à Loc10f) en position 4 (position finale) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 697 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88)

Nous observons sur le Graphique 46 qu'en deuxième position de logatome, les locutrices ont globalement des taux de voisement proches de 100% pour les occlusives voisées. C'est pour la consonne /g/ qu'il y a le plus de différences, avec notamment les locutrices Loc4f, Loc8f et Loc11f qui ont produit des taux de voisement inférieurs, notamment pour Loc8f (inférieur à 90%) et Loc11f (proche des 80%). Pour ces mêmes consonnes (voisées), les écarts semblent moins importants en troisième position (Graphique 47). Seule la locutrice Loc4f obtient un taux de voisement inférieur à 90% (pour la consonne /g/).

En position finale (Graphique 48), en revanche, l'on constate un dévoisement important de la consonne voisée pour certaines locutrices, mais pas pour toutes. Le dévoisement est le plus important pour les locutrices Loc4f et Loc8f (notons que la locutrice Loc11f n'est pas prise en compte ici), de façon plus importante sur le /g/ et le moins sur le /b/. Loc4f atteint un taux inférieur à 60% pour /d g/ et Loc8f, inférieur à 70% pour /g/. La locutrice Loc1f obtient un taux autour de 80% pour /d g/. Les locutrices Loc3f et Loc10f obtiennent un taux autour de 85% pour /g/. Loc9f obtient un taux autour de 90% pour /p/. Pour les autres résultats, si globalement l'on constate une diminution du taux par rapport aux autres positions, il reste néanmoins supérieur à 95%.

Pour les occlusives sourdes, nous observons sur le Graphique 46 des résultats assez inégaux, entre d'un côté des locutrices qui voisent la consonne en moyenne sur près de la moitié de la consonne : Loc1f, Loc4f et Loc9f, tandis que les autres gardent des moyennes de v-ratio entre 10% et 25% pour /p/, entre 10% et 20% pour /d/, excepté Loc3f et Loc7f dont le v-ratio monte à 30%, et entre 5% et 20% pour /k/. L'écart-type est assez grand, pouvant dépasser 30%.

Avant une voyelle accentuée (plus longue), nous observons sur le Graphique 47 que les taux diminuent globalement, et les valeurs qui se distinguaient le plus diminuent. La variabilité diminue également. Les locutrices Loc1f, Loc4f gardent toujours des valeurs un peu supérieures aux autres, tout comme cette fois-ci la locutrice Loc3f. En moyenne, aucune

locutrice ne dépasse le taux de 35% de voisement pour aucune des consonnes /p t k/. La locutrice Loc8f semble ici voiser le moins, ne dépassant jamais le taux moyen de 10% pour aucune consonne (notamment pour /p/ où elle est la seule à être inférieure à ce seuil).

En position finale (Graphique 48) où le taux moyen de voisement semble encore diminuer pour toutes les locutrices, la locutrice Loc4f semble se distinguer en ayant toujours un v-ratio entre 20% et 30%, rejointe par la locutrice Loc3f pour /t k/. Les locutrices Loc7f, Loc9f et Loc10f produisent des taux entre 10% et 20% pour /p t/ (et même pour /k/ pour Loc9f). Les cinq dernières locutrices (Loc1f, Loc2f, Loc5f, Loc6f et Loc8f) ne dépassent pas les 10% de taux de voisement pour ces trois consonnes sourdes. Loc2f atteint même 0% pour /t/.

Pour vérifier l'homogénéité de la production des locutrices françaises, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les locutrices) avec 11 modalités (les locutrices Loc1f à Loc11f) pour la position 2 ou 10 modalités (Loc1f à Loc10f) pour les positions 3 et 4 avec des tests a posteriori PLSD de Fisher, pour chaque consonne (/b d g p t k/) et pour chaque position dans le logatome (positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) (séparément). Les résultats sont transcrits dans le Tableau 96 (en annexe).

Les résultats des tests statistiques révèlent que pour les occlusives voisées /b d/, il n'y a aucune différence entre les locutrices lorsque la consonne est en position intervocalique (positions 2 et 3). Des différences apparaissent cependant pour l'occlusive /g/ dans ces mêmes positions. Dans l'ensemble, la majorité des locutrices ont un v-ratio proche de 100% et non distinguable entre elles : en position 2, les locutrices Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f ont le même v-ratio. Seules les locutrices Loc8f et Loc11f s'en distinguent (excepté pour Loc8f qui n'a pas de différence significative avec Loc4f). Pour la consonne /g/ en troisième position du logatome nous retrouvons la même tendance : les locutrices Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f et Loc10f ne présentent pas de différence pour cette consonne. Les locutrices Loc4f et Loc8f produisent un v-ratio inférieur, excepté pour Loc8f qui ne se distingue pas des locutrices Loc3f, Loc7f et Loc9f. Ces deux locutrices, minoritaires, ne se distinguent pas entre elles en position intervocalique et au moins l'une d'entre elles produit un v-ratio inférieur à l'ensemble des autres locutrices dans cette situation pour le /g/. Rappelons que la locutrice Loc11f n'est pas prise en compte en position 3.

En position finale (position 4 du logatome), nous trouvons une différence globale très significative ($p < 0,0001$) entre les locutrices françaises pour les 3 consonnes occlusives voisées /b d g/. Il apparaît que pour les trois consonnes, la locutrice Loc4f toujours le v-ratio le plus petit, égalée par Loc8f pour /g/. Loc8f, en dehors de ce cas, y a toujours un v-ratio supérieur à Loc4f pour les occlusives voisées, mais inférieur à toutes les autres locutrices, excepté Loc9f pour /b/ et Loc1f pour /d g/. Ainsi, en dehors de /b d/ en position intervocalique, Loc4f et Loc8f semblent se distinguer globalement des autres avec des v-ratio inférieurs pour les occlusives voisées en position finale pour /b d g/ et intervocalique pour /g/.

Pour les occlusives sourdes /p t k/ produites par les locutrices françaises, nous n'observons pas de situation d'homogénéité de v-ratio entre les locutrices. Nous observons cependant certaines régularités : en position 2, les locutrices Loc1f, Loc4f et Loc9f ont pour chacune des trois consonnes le même v-ratio (pas de différence significative entre elles). Elles ont un v-ratio

supérieur à toutes les autres pour /p/, à la majorité des autres pour /k/ (Loc1f et Loc7f y ont le même v-ratio). Pour /t/ les différences sont moins nettes, car si ces trois locutrices y ont des valeurs de v-ratio les plus grandes, Loc3f et Loc11f ne se distinguent d'aucune des trois, et Loc4f ne se distingue que de Loc2f et Loc8f.

En troisième position de logatome (devant une voyelle accentuée), s'il existe bien une différence globale significative entre les locutrices françaises, cela ne permet cependant pas uniformément de distinguer des groupes de locutrices. On retrouve cependant les mêmes 5 locutrices dans les v-ratio les plus grands : Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc7f et Loc9f, dans des ordres variés. En contrepartie, les 5 locutrices avec les plus petits v-ratio sont toujours les mêmes, Loc8f, Loc2f, Loc5f, Loc6f et Loc10f, dans un ordre assez régulier (notamment pour Loc8f et Loc2f pour les plus petits), mais sans que les différences soient significatives entre elles. Pour /p t/, seules les valeurs les plus grandes du premier groupe ou les plus petites du deuxième (notamment Loc2f et Loc8f) se distinguent de l'autre moitié des locutrices. Pour /k/, seules les valeurs les plus grandes du premier groupe se distinguent significativement des valeurs les plus petites du deuxième groupe.

En position finale, pour les occlusives sourdes /p t k/ des locutrices françaises, la locutrice Loc4f se distingue de la majorité des autres locutrices. Pour /p/, elle obtient un v-ratio significativement supérieur à toutes les autres. Pour /t/, elle obtient également un v-ratio supérieur à toutes les autres, excepté Loc3f. Pour /k/, nous la retrouvons avec le v-ratio le plus grand, égalé seulement par Loc3f et Loc9f.

Nos analyses montrent qu'en ce qui concerne les locutrices françaises natives, il n'y a pas de différence entre elles pour les consonnes voisées /b d/ en position intervocalique (positions 2 et 3). Cependant, pour la consonne /g/ et pour les trois consonnes /b d g/ en position finale, les locutrices Loc4f, Loc8f et Loc11f (position 2 pour /g/ seulement) se distinguent globalement des autres locutrices par un v-ratio inférieur. Les écarts les plus grands sont constatés en position finale.

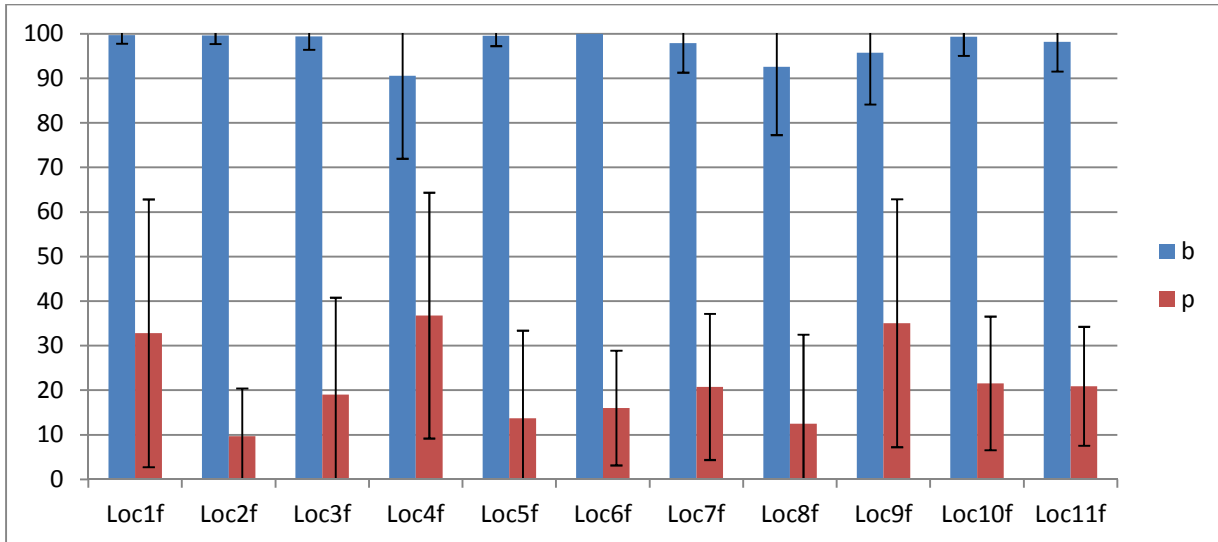
Pour les occlusives sourdes, nous n'obtenons aucun contexte avec aucune consonne où nous aurions une homogénéité entre les locutrices. Nous obtenons cependant des tendances relatives des locutrices entre elles, avec 5 locutrices (Loc4f, Loc9f, Loc1f, Loc3f et Loc7f, et notamment Loc4f voire aussi Loc3f et Loc9f) qui ont tendance à voiser plus que les 5 autres (Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f et Loc10f). Les moyennes de v-ratio les plus hautes sont observées en position 2 (pouvant dépasser 50%) et c'est en position finale qu'elles montent le moins haut (toutes inférieures à 30%).

iii. *Distinction sourdes/sonores des locutrices françaises*

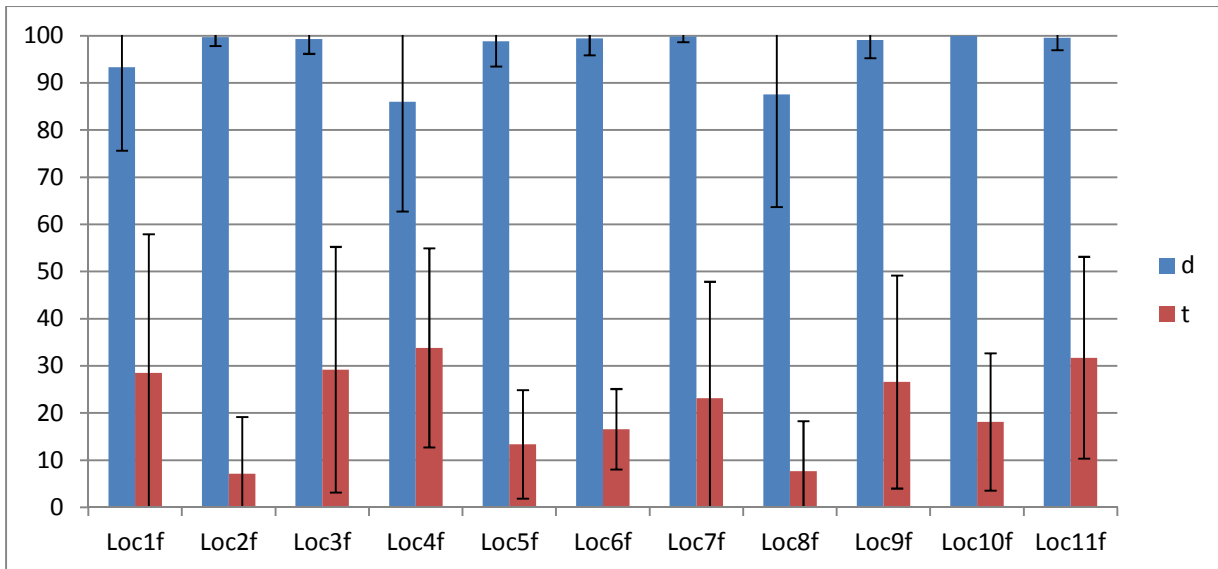
Dans cette partie, nous nous interrogeons sur la différence de v-ratio observée entre occlusives sourdes et occlusives voisées des locutrices françaises. Si a priori les locutrices natives semblent bien marquer la différence, ces résultats pourront être comparés aux résultats des locutrices non-natives dans les analyses suivantes.

Nous effectuons ici une mesure globale du v-ratio pour chaque consonne, sans tenir compte ni de la voyelle en coarticulation (/a i u/) ni de la position prosodique (position initiale exclue). De la sorte, nous incluons exceptionnellement ici les mesures en position 4 de la locutrice Loc11f qui n'ont été exclues des autres calculs que dans la mesure où la position 4 n'était pas une position finale pour elle. Cependant, comme pour les autres positions, nous excluons les

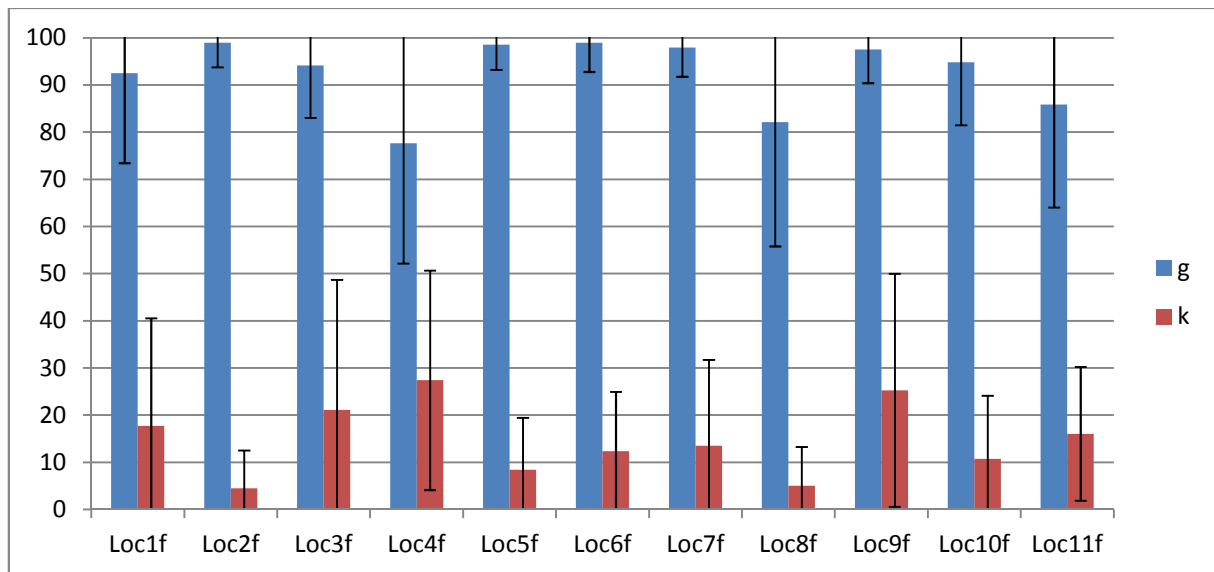
consonnes dont la durée ne peut pas être mesurée : les consonnes en position initiale et les consonnes finales sans relâchement et non suivies d'une voyelle (voir Tableau 58 en annexe). Les Graphique 49, Graphique 50 et Graphique 51 illustrent le v-ratio moyen pour chaque locutrice française et pour chaque paire de consonnes, respectivement /b p/, /d t/ et /g k/.



Graphique 49 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /b p/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a, i, u/$) en positions 2, 3 et 4 (769 occurrences)



Graphique 50 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /d t/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a, i, u/$) en positions 2, 3 et 4 (792 occurrences)



Graphique 51 : Taux (%) de voisement moyen (v-ratio) des consonnes françaises /g k/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a, i u/) en positions 2, 3 et 4 (792 occurrences)

Nous observons sur les Graphique 49, Graphique 50 et Graphique 51 que les locutrices françaises distinguent plutôt bien les occlusives sourdes et sonores : les moyennes de v-ratio des consonnes sonores sont toutes supérieures à 77% (la plupart autour de 100%) et les moyennes des consonnes sourdes inférieures à 36%. Pour vérifier si les différences entre les occlusives voisées et sourdes du même point d'articulation : /b p/, /d t/ et /g k/ sont significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) pour chaque locutrice et chaque paire de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 97 (en annexe). Nous observons que les différences de v-ratio entre consonnes sourdes et sonores du même point d'articulation pour chaque locutrice native est très significative ($p < 0,0001$). Le v-ratio moyen des occlusives sourdes est dans tous les cas toujours très significativement supérieur à celui des consonnes sourdes correspondantes.

iv. *Répartition des occurrences de /b d g/ en fonction de leur taux de voisement pour les locutrices françaises*

Afin d'autoriser une comparaison avec les locutrices taiwanoises, nous avons effectué un inventaire des occurrences des consonnes /b d g/ des 11 locutrices françaises (sans prise en compte ni de la position dans le logatome, ni de la voyelle (/a i u/, telles que nous les avons analysées dans la partie sur l'étude globale de cette section : *V-ratio global par locutrice et par consonne : Comment voient globalement les locutrices françaises ?*)). Nous n'avons exclu que les consonnes dont la durée ne pouvait être mesurée avec certitude, ce qui exclut les consonnes en position initiale de logatome et les consonnes en position finale non suivie d'un schwa et sans relâchement⁸². Nous obtenons ainsi un total de 1174 occurrences pour les locutrices françaises. Pour chaque locutrice et pour chaque consonne, nous avons compté le nombre d'occurrences par tranches de 10% de taux de voisement sur une échelle de 0 à 100%. Les résultats sont présentés sur les Graphique 128 en annexes (histogrammes).

⁸² voir le Tableau 58 en annexe pour la section : *L'absence de relâchement*

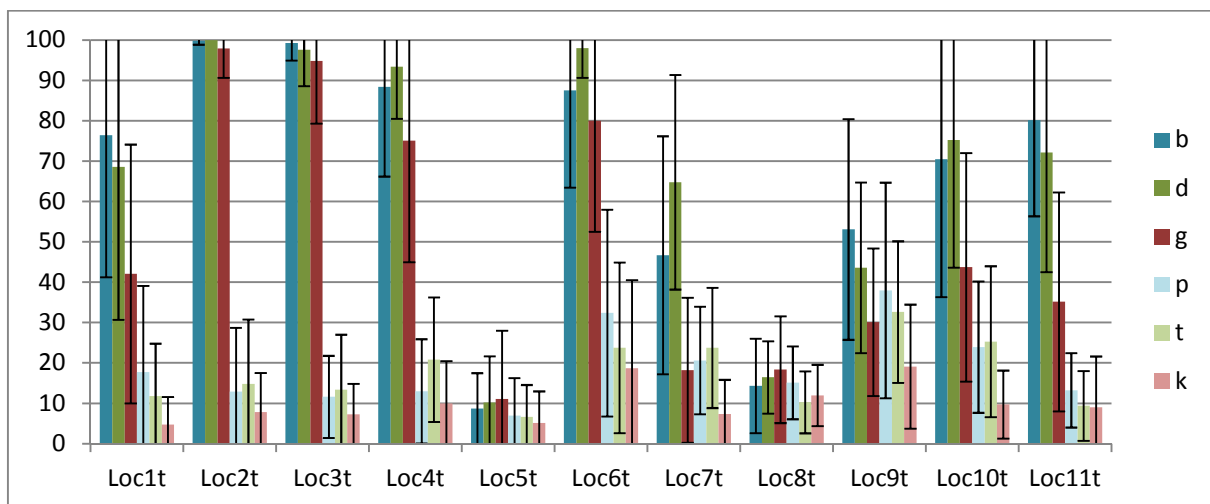
Les résultats du v-ratio des locutrices françaises étant dans l'ensemble assez proches de 100%, nous constatons sur les Graphique 128 (en annexe) une répartition des valeurs avec un pic très net, systématiquement sur la tranche 90-100%. Les locutrices Loc4f et Loc8f sont les deux locutrices qui produisent le plus de valeurs en dehors de cette tranche, mais aucune de ces autres tranches ne dépasse les 5 occurrences. C'est pour le /g/ que nous trouvons finalement le plus de valeurs en dehors de la tranche 90-100%, manifestation du fait que cette consonne est intrinsèquement l'occlusive voisée du français la plus difficile à voiser (Ohala, 1983). Il n'y a finalement aucune occurrence sur la tranche 0-10%.

b. Locutrices taïwanaises

Nous étudions maintenant le taux de voisement obtenu par les locutrices taïwanaises individuellement et pour chaque consonne : /b d g p t k/. Nous observons successivement le taux moyen global obtenu, le taux en fonction de la position prosodique et en fonction de la voyelle en coarticulation. Nous effectuons des observations supplémentaires pour quantifier les occurrences en fonction de leur v-ratio.

i. V-ratio : moyenne globale par consonne et par locutrice taïwanaise

Nous mesurons ici le taux moyen de voisement obtenu par chaque locutrice taïwanaise, toute position dans le logatome et toute voyelle confondue. Nous ne prenons cependant en compte que les occurrences dont la durée peut être mesurée⁸³, ce qui exclut d'emblée la position initiale, ainsi que les consonnes en position finale sans relâchement et non suivies par une voyelle. Nous analysons ainsi les consonnes /b d g p t k/ dans les positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, excepté les consonnes mentionnées. Nous obtenons ainsi 2371 occurrences. Les résultats figurent sur le Graphique 52.



Graphique 52 : Moyennes de v-ratio (%) des consonnes /b d g p t k/ de 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à loc11t) réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) (2371 occurrences)

Nous observons sur le Graphique 52 des résultats assez différents selon les locutrices taïwanaises en ce qui concerne les moyennes de taux de voisement des occlusives voisées. Comme pour les locutrices françaises, les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t obtiennent leur moyenne la plus basse de voisement pour le /g/ avec un taux autour de 75%. Pour es

⁸³ voir le Tableau 58 pour la section : *L'absence de relâchement*

locutrices Loc4t et Loc6t cependant, le taux moyen pour le /b/ est un peu inférieur à 90%. Pour le /d/ elles obtiennent toutes les 4 un taux entre 90 et 100%.

Les locutrices Loc1t, Loc7t, Loc9t, Loc10t et Loc11t obtiennent des moyennes de taux de voisement des occlusives voisées entre 30% et 80%, excepté pour le /g/ de Loc7t, inférieur à 20%. L'on constate pour ces 5 locutrices que le taux de /g/ semble très inférieur aux taux obtenus pour /b d/.

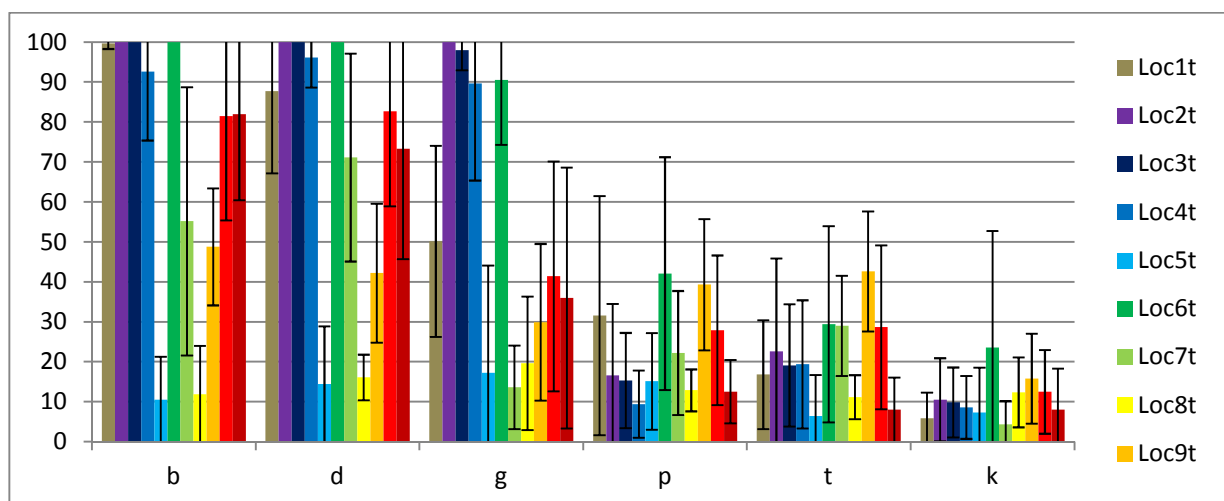
Enfin, les locutrices Loc5t et Loc8t n'obtiennent pour ces 3 consonnes voisées que des taux inférieurs à 20% et même tout justes à 10% pour Loc5t. Il semblerait que ces deux locutrices ne voient pas les occlusives phonologiquement voisées.

En ce qui concerne les occlusives sourdes, le taux moyen semble toujours inférieur à 25%, excepté pour le /p/ de Loc6t et Loc9t et le /t/ de Loc9t (entre 30% et 40% pour ces trois cas). Dans l'ensemble la moyenne se situe entre 10% et 20%. Elle semble inférieure à celle des locutrices françaises, mais avec des consonnes plus longues.

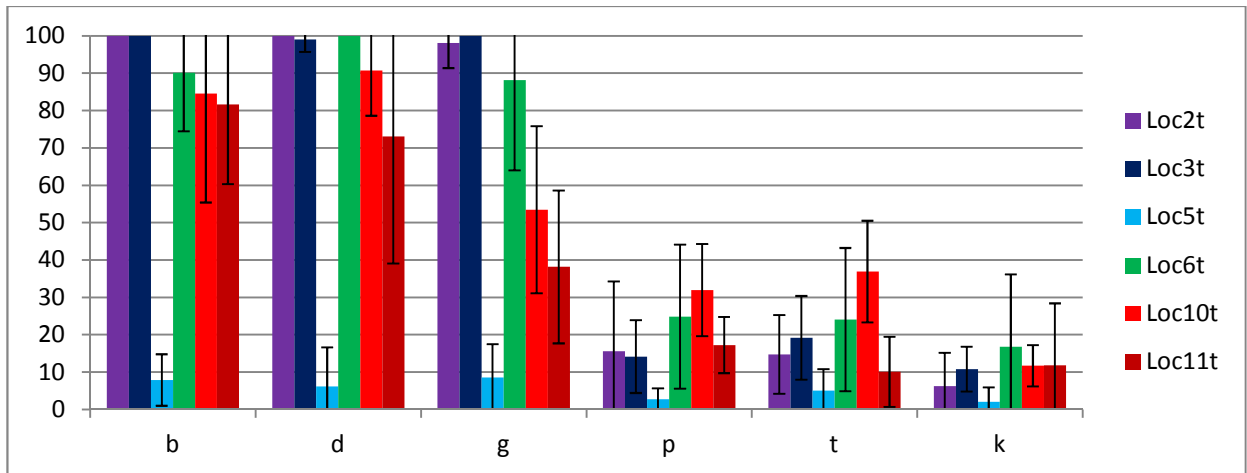
Nous allons vérifier ces différentes observations en distinguant les positions dans le logatome et les voyelles en coarticulation.

ii. *Taux de voisement et position dans le logatome : étude des productions de chaque locutrice taiwanaise*

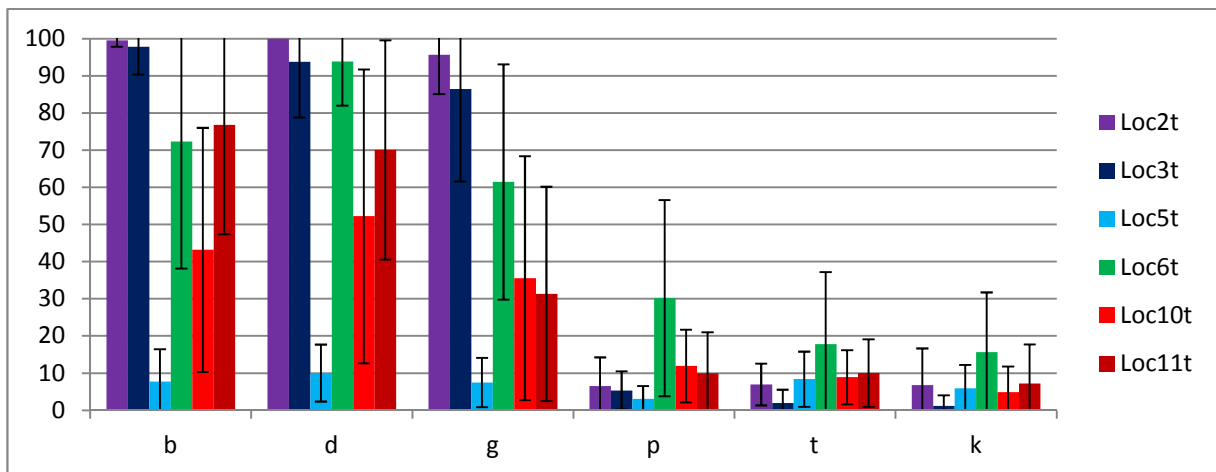
Nous observons dans cette partie le taux de voisement (V-ratio) des occlusives françaises /b d g p t k/ en fonction de la position dans le logatome (avant une voyelle non-accentuée, avant une voyelle accentuée et en position finale, respectivement pour les positions 2, 3 et 4 dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) réalisé par les locutrices taiwanaises. Les résultats peuvent respectivement être observés sur les Graphique 53, Graphique 54 et Graphique 55.



Graphique 53 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) en position 2 dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 792 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre *Procédure*, p. 217)



Graphique 54 : V-ratio (%), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 6 locutrices taiwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) en position 3 (devant une voyelle accentuée) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 432 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre *Procédure*, p. 217)



Graphique 55 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 6 locutrices taiwanaises ((Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) en position 4 (position finale) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où $C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/$ ou $/k/$ et $V = /a/, /i/$ ou $/u/$, avec 429 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre *Procédure*, p. 217)

Nous observons sur le Graphique 53 que pour les occlusives voisées /b d g/ qu'il existe des différences de moyenne très importantes entre locutrices. Les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t voient /b d/ sur environ 90% ou plus de la consonne, et de même pour /g/ excepté Loc1t. En revanche, des locutrices comme Loc5t et Loc8t ne dépassent jamais le taux moyen de 20%, pour aucune des trois consonnes. Les locutrices Loc5t, Loc7t et même Loc1t (pour /g/) obtiennent un taux moyen autour de 50% avec un écart-type supérieur à 20, attestant d'une grande variabilité, et interrogeant sur la réelle maîtrise de ce voisement, partiellement présent. Nous observons également des différences parfois importantes pour les mêmes locutrices en fonction des consonnes, notamment pour Loc1t qui voit sur sa totalité /b/, qui voit sur près de 90% /d/ et seulement à 50% /g/. Des diminutions de taux de voisement peuvent être observées sur la plupart des locutrices de /b d/ vers /g/. Sur le Graphique 54, nous retrouvons les locutrices Loc2t, Loc3t, et pour /d/ Loc6t, avec des taux de voisement proche de 100% et des écart-types faibles sinon nuls. D'un autre côté, la locutrice Loc5t ne produit en moyenne jamais plus de 10% de voisement sur une consonne voisée. Pour les autres locutrices

étudiées, nous observons ce même phénomène de diminution du taux de voisement entre /b d/ et /g/. En position finale, seule la locutrice Loc2t parvient à obtenir un v-ratio supérieur à 90% pour les 3 consonnes /b d g/. La locutrice Loc3t l'atteint pour /b d/ et diminue autour de 85% pour /g/. Comme en position 3, la locutrice Loc6t semble obtenir un meilleur taux de voisement pour /d/ que pour /b/. La locutrice Loc5t semble obtenir des résultats similaires à la position 3. Les autres locutrices Loc6t (pour /b g/), Loc10t et Loc11t obtiennent des résultats intermédiaires, avec une grande variabilité (écart-types proches de 30). Loc6t obtient des moyennes de v-ratio toujours supérieures à 60%, Loc11t voit les moyennes diminuer de /b d/ entre 70 et 80% à 30% pour /g/. Enfin Loc10t obtient des moyennes de v-ratio entre 35% et 55% pour les 3 consonnes voisées.

Pour les occlusives sourdes, nous observons sur le Graphique 53 qu'en position intervocalique (non-accentuée) le v-ratio moyen des locutrices taïwanaises ne dépasse pas 45% mais avec un écart-type pouvant atteindre 30. Seules 3 locutrices dépassent le taux de 30% pour /p/ (Loc1t, Loc6t et Loc9t) et une seule pour /t/ (Loc9t). La majorité des locutrices reste sous les 20% : Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc8t et Loc11t pour /p/ ; Loc1t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc8t et Loc11t pour /t/ ; et finalement seule Loc6t dépasse les 20% pour /k/. Dans ce dernier cas, la majorité des locutrices a un v-ratio inférieur à 10% (Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t et Loc11t).

En position intervocalique devant une voyelle accentuée, aucune des six locutrices ne dépasse les 40%, et seule la locutrice Loc10t dépasse les 30% de v-ratio. Globalement, nous retrouvons les mêmes tendances qu'en position 2 de logatome, avec une majorité de locutrices sous le taux de 20% et même proche de ou sous le taux de 10% avec /k/.

En position finale, nous observons qu'excepté la locutrice Loc6t qui atteint un v-ratio de 30% avec /p/ puis autour de 15% avec /t k/, les cinq autres locutrices analysées sont autour de 10% (Loc10t pour /p/) ou sous les 10% (dans tous les autres cas).

Pour vérifier si les écarts observés sur la production des locutrices taïwanaises sont significatifs, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les locutrices) avec 11 modalités (les locutrices Loc1t à Loc11t) en position 2 et 6 modalités (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) en positions 3 et 4 avec des tests a posteriori PLSD de Fisher, pour chaque consonne (/b d g p t k/) et pour chaque position dans le logatome (positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) (séparément). Les résultats sont transcrits dans le Tableau 98 (en annexe).

Les résultats des tests statistiques confirment que pour les locutrices taïwanaises, il n'y a aucune homogénéité dans les résultats. Nous observons des comportements différents de locutrices dans la production des occlusives, et cela quelque soit la position dans le logatome. En seconde position de logatome, les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t ne présentent aucune différence entre elles, soit un voisement sur la totalité ou la quasi-totalité de la consonne voisée /b d g/, excepté pour Loc1t qui voise significativement moins la consonne /g/. Nous retrouvons les mêmes résultats en positions 3 et 4 pour les locutrices Loc2t, Loc3t et Loc6t (Loc1t et Loc4t n'étant plus analysées ici), excepté pour Loc6t avec les consonnes /b g/ en position finale (4). D'un autre côté, nous trouvons une locutrice, ou un groupe de locutrices

(pos2) qui ne produisent pas ou peu de voisement. Il s'agit de la locutrice Loc5t (toutes positions, toutes consonnes), sans différence avec Loc8t en position 1 (cette locutrice n'est pas étudiée dans les autres positions). Les locutrices Loc7t et Loc9t obtiennent des résultats sans différence significative avec ces deux locutrices pour le /g/ en position 2 (non analysées en positions 3 et 4), mais ont des valeurs supérieures avec /b d/ de la même position. Il y a donc ici des locutrices qui ne produisent pas ou peu de voisement quelque soit la consonne et la position, ou d'autres qui en produisent un peu plus avec /b d/ mais pas avec /g/. Enfin, certaines locutrices conservent des valeurs intermédiaires de moyennes (Loc10t et Loc11t), se distinguant globalement de ces deux groupes.

Pour les occlusives sourdes, nous remarquons qu'excepté pour /k/ en position 3, il existe des différences significatives entre les locutrices taïwanaises. Si nous regardons dans le détail, nous observons que certaines locutrices se distinguent en voisant plus que les autres, mais que la plupart ne se distinguent pas dans les moyennes les plus basses de v-ratio. Ainsi, en position 2 avec /b/, les locutrices avec les moyennes les plus basses Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc11t ne se distinguent pas. Avec /t/, il s'agit des locutrices Loc1t, Loc3t, Loc5t, Loc8t et Loc11t et avec /k/ des locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t (et Loc9t ne se distingue que de Loc7t). Notons que parmi les locutrices non-citées, certaines ne se distinguent que de la ou des locutrices avec les moyennes les plus basses. En position 3, sur les 6 locutrices, la locutrice Loc5t se distingue particulièrement, puisqu'elle obtient la moyenne la plus basse avec /p/ et partage la moyenne la plus basse avec Loc2t et Loc11t avec /t/. En position finale, il n'y a pas de différence entre les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc11t et Loc10t pour les 3 consonnes /p t k/. En ce qui concerne les locutrices qui se distinguent avec des moyennes supérieures de v-ratio pour les occlusives sourdes, globalement, nous remarquons que les locutrices Loc1t, Loc6t, Loc9t et Loc10t ont tendance à voiser plus que les autres : en position 2 avec /p/, les locutrices Loc1t, Loc6t et Loc9t voisent le plus, avec /t/, il s'agit de la locutrice Loc9t, et avec /k/ de la locutrice Loc6t de laquelle Loc9t ne se distingue pas. En position 3 (où les locutrices précédemment citées Loc1t et Loc9t ne sont plus analysées) nous retrouvons les locutrices Loc10t et Loc6t qui ont le plus de voisement, avec Loc10t qui se distingue de toutes les autres avec /p t/, excepté de Loc6t avec /p/. En position finale, c'est la locutrice Loc6t qui se distingue avec le plus de voisement avec les trois consonnes. Seule Loc11t ne se distingue pas d'elle avec /t/.

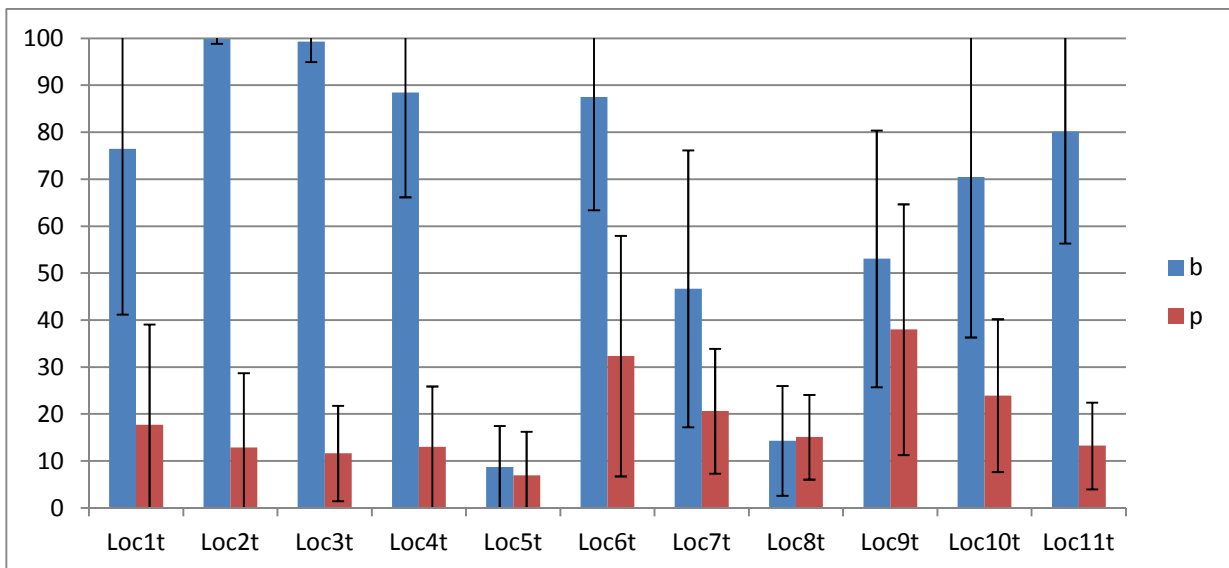
Nous observons des comportements différents des locutrices taïwanaises concernant la production de voisement. Pour les occlusives voisées, nous distinguons globalement trois types de comportements : certaines voisent sur la totalité ou presque de la consonne, certaines voisent très peu, quelque soit la consonne (Loc5t, Loc8t), et enfin, certaines obtiennent des valeurs intermédiaires, entre 30% et 85%, selon la position et la consonne. Nous observons également une tendance générale, qui s'applique moins aux locutrices obtenant les plus hautes moyennes, ou les plus basses : les moyennes de voisement diminuent entre /b d/ et /g/, et entre les positions intervocaliques et la position finale.

Pour les occlusives sourdes, globalement, la majorité des locutrices ne se distinguent pas entre elles dans les moyennes les plus basses observées. Parmi les moyennes les plus basses, une locutrice (Loc5t) produisant le moins de voisement avec les occlusives voisées se distingue en produisant également le moins de voisement avec les occlusives sourdes (notamment en position 3 avec /p/). Les locutrices Loc1t, Loc6t, Loc9t et Loc10t se distinguent en obtenant globalement un v-ratio plus haut que les autres sur les occlusives sourdes.

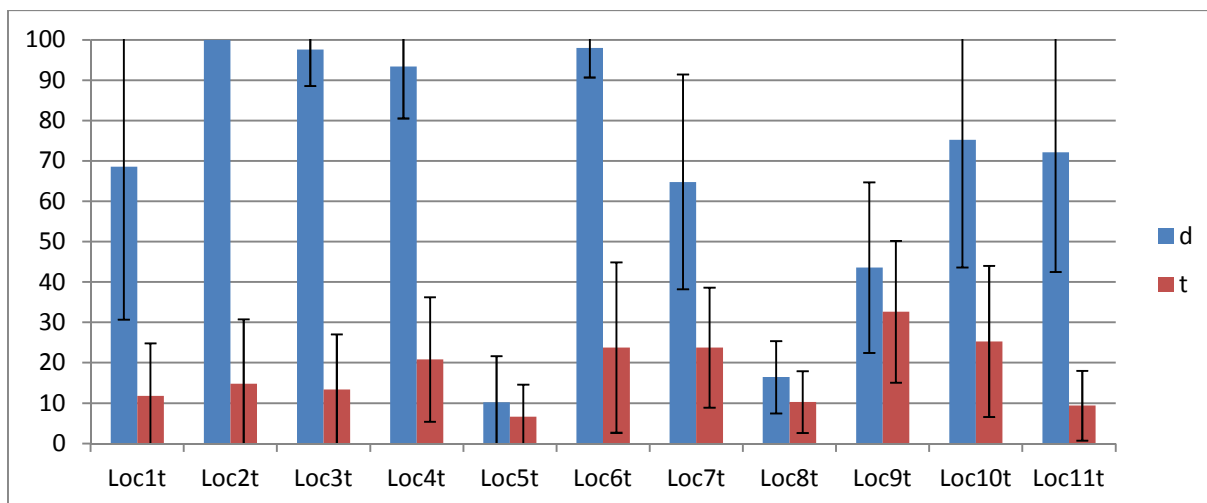
iii. *Les locutrices taiwanaïses distinguent-elles les occlusives sourdes et les occlusives sonores ?*

Dans cette partie, nous nous interrogeons sur la différence de v-ratio observée entre occlusives sourdes et occlusives voisées des locutrices taiwanaïses.

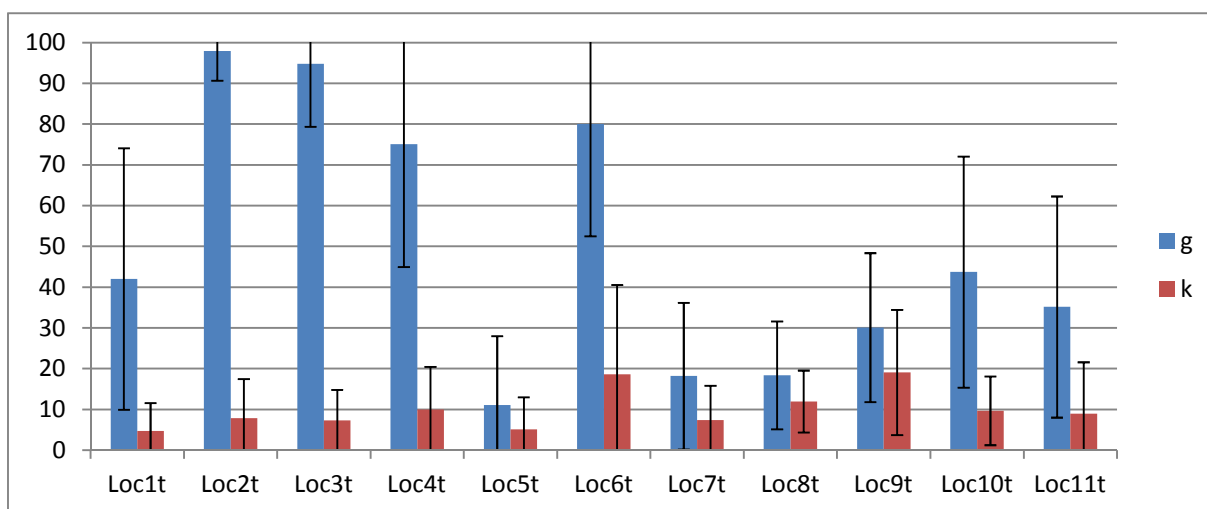
Nous effectuons ici une mesure globale du v-ratio pour chaque consonne, sans tenir compte ni de la voyelle en coarticulation (/a i u/) ni de la position prosodique (position initiale exclue). De la sorte, nous incluons exceptionnellement ici les mesures en position 3 et 4 des locutrices Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t qui n'ont été exclues des autres calculs que dans la mesure où la voyelle suivante n'était pas une voyelle accentuée pour la position 3, ou parce que ce n'était pas une position finale pour la position 4. Ceci n'étant pas ici pris en compte, nous n'avons plus de raison de les exclure. Néanmoins, comme pour les autres positions nous excluons toujours les consonnes dont la durée ne peut pas être mesurée (pour les consonnes sans relâchement et non suivies d'une voyelle qui ont été exclues, voir le Tableau 58 dans la section : *L'absence de relâchement*). Les Graphique 56, Graphique 57 et Graphique 58 illustrent le taux moyen de voisement pour chaque consonne, respectivement pour les paires /b p/, /d t/ et /g k/ et pour chaque locutrice taiwanaïse.



Graphique 56 : Taux (%) de voisement (V-ratio) moyen des consonnes françaises /b p/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) en positions 2, 3 et 4 (790 occurrences)



Graphique 57 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /d t/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en positions 2, 3 et 4 (790 occurrences)



Graphique 58 : Taux (%) de voisement moyen (v-ratio) des consonnes françaises /g k/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en positions 2, 3 et 4 (791 occurrences)

Nous observons sur les Graphique 56, Graphique 57 et Graphique 58 que s'il existe des différences de moyennes de v-ratio entre occlusives sourdes et voisées du même point d'articulation pour la majorité des locutrices taiwanaises, cette différence est cependant très réduite voire peut-être à remettre en cause pour des locutrices comme Loc5t ou Loc8t où les trois consonnes voisées ont un taux de voisement inférieur à 20%. Nous remarquons également pour la consonne /g/ des taux de voisement globalement plus réduits que pour les autres consonnes voisées. Les locutrices marquent-elles une différence entre ces consonnes par le taux de voisement ? Pour vérifier si les différences entre les occlusives voisées et sourdes du même point d'articulation : /b p/, /d t/ et /g k/ sont significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) pour chaque locutrice et chaque paire de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 99 (en annexe). Nous observons qu'excepté pour les deux locutrices Loc5t et Loc8t, les autres locutrices taiwanaises marquent toutes une différence pour les 3 paires d'occlusives entre occlusives voisées et occlusives sourdes vis-à-vis du taux de voisement sur la consonne. Ceci inclut des cas où le taux moyen de voisement

sur la consonne est inférieur, voire très inférieur à 50%, comme pour /g/ de Loc1t (42%), les /b g/ de Loc7t (47% et 18% respectivement), /d g/ de Loc8t (16% et 18%), /d g/ de Loc9t (44% et 30%), /g/ de Loc10t (44%) et /g/ de Loc11t (35%). Le fait que la différence soit marquée significativement n'implique pas nécessairement qu'elle sera bien perçue par un auditeur natif.

Pour la locutrice Loc8t, qui bien qu'elle ait des écarts de moyenne entre sourdes et sonores assez réduits a obtenu des moyennes de v-ratio significativement différentes pour les paires /d t/ et /g k/ ne semble cependant pas marquer cette différence pour la paire /b p/ ($p=0,7501$ et $t_{69}=0,320$). Enfin la locutrice Loc5t est la seule locutrice du corpus à n'avoir aucune différence de v-ratio pour les 3 paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ (avec respectivement des résultats des tests-t non appariés : $t_{70}=0,813$ et $p=0,4190$; $t_{70}=1,555$ et $p=0,1244$; $t_{70}=1,933$ et $p=0,0573$).

La comparaison des moyennes de v-ratio par paires de consonnes sourdes et sonores du même point d'articulation, locutrice par locutrice, révèle que 2 locutrices ne produisent pas de différences significatives entre toutes ou certaines de ces paires : il s'agit des locutrices Loc5t (les 3 paires) et Loc8t (pour la paire /b p/).

Certains faibles voire très faibles écarts de moyennes entre sourdes et sonores présentent cependant des différences significatives.

iv. *Répartition des occurrences de /b d g/ en fonction de leur taux de voisement pour les locutrices taiwanaises : voisement à moitié ou répartition bi- /multi-modale ?*

Nous avons constaté que certaines locutrices taiwanaises obtiennent des taux de voisement qui n'atteignent pas les 80 ou 90% pour les consonnes voisées. Nous avons voulu savoir si ces locutrices produisent des valeurs qui se répartissent autour de ces moyennes, ou bien si – au contraire – ces moyennes traduisent une certaine hétérogénéité dans le pourcentage de voisement des consonnes voisées étudiées. La moyenne observée est-elle la manifestation d'une répartition modale des valeurs de v-ratio autour de cette moyenne, ou bien s'agit-il du résultat d'une répartition aléatoire, ou multimodale des valeurs de v-ratio pour ces locutrices ? Nous avons en effet constaté dans une étude préalable que certaines locutrices taiwanaises, qui n'obtiennent pas une moyenne avoisinant les 100% de taux de voisement, ont des répartitions bimodales avec des pics autour de 0-10% et de 90-100% qui se traduisent par une moyenne globale de v-ratio autour de 50% (Landron et al., 2016).

Pour le vérifier, pour chaque locutrice nous avons comptabilisé le nombre d'occurrences par tranches de 10% entre 0 et 100% de taux de voisement pour chaque consonne /b d g/ séparément. Comme pour les locutrices françaises, nous prenons ici en compte toutes les consonnes /b d g/ dont la durée peut être mesurée : soit les consonnes dans les positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, excepté les consonnes en position finale sans relâchement et non suivies par une voyelle⁸⁴. Nous obtenons ainsi 1184 occurrences. Les résultats figurent sur les Graphiques 129 en annexe (histogrammes). Nous observons que la répartition des occurrences en fonction du taux de voisement n'est pas homogène pour les locutrices

⁸⁴ Voir le Tableau 58 pour la section : *L'absence de relâchement*

taïwanaises et varie selon la locutrice et la consonne. Ces résultats diffèrent en cela des résultats des locutrices françaises⁸⁵. Certaines locutrices semblent obtenir des résultats similaires aux natives – sinon meilleurs si l’on considère que produire toutes les occurrences de la consonne voisée dans la tranche 90-100% est ce qu’il y a de mieux –. Il s’agit des locutrices Loc2t et Loc3t qui ont un pic très net pour la tranche 90-100% et pas ou peu d’occurrences en-dehors.

Les locutrices Loc4t et Loc6t obtiennent toutes les deux des pics d’occurrences pour cette même tranche de 90-100%, mais obtiennent plus d’occurrences en-dehors que les deux précédentes. La répartition des occurrences laisse entrevoir pour Loc4t un regroupement de valeurs autour de pics quoique très réduits entre 50-60% pour /b/ et 40-50% pour /g/. Loc6t, pour sa part, obtient 5 occurrences isolées sur la tranche 20-30% de /g/. Contrairement aux deux premières, ces deux locutrices obtiennent des occurrences sur la tranche 0-10% du /b/.

Les locutrices Loc1t, Loc10t et Loc11t obtiennent également un pic d’occurrences sur la tranche 90-100% des consonnes /b d/. Néanmoins, sur ces deux consonnes, l’on observe déjà des occurrences réparties sur la quasi-totalité des tranches de v-ratio examinées (notamment sur la tranche 0-10%, avec jusqu’à 5 occurrences pour le /d/ de Loc1t). La grande différence par rapport aux locutrices précédentes est l’absence de pic très net sur la tranche 90-100% pour la consonne /g/. Pour Loc1t, les valeurs sont davantage sur la tranche 0-10% que sur les autres. L’on trouve néanmoins des valeurs réparties sur les tranches 20-30%, 40-60% et finalement 90-100%. Les résultats sont similaires pour Loc11t, avec là encore un pic sur la tranche 0-10%, mais un maximum d’occurrences dans les tranches inférieures, notamment 20-40%. Enfin, pour Loc10t, le pic semble être sur les tranches 20-40%, avec des valeurs réparties ensuite sur l’ensemble des tranches. Ces 3 locutrices parviennent globalement à voiser totalement /b d/ mais pas /g/.

Les locutrices Loc7t et Loc9t n’obtiennent plus de pics très nets sur la tranche 90-100% de /b d/, sans néanmoins le délaisser (sauf le /d/ de Loc9t qui n’a pas d’occurrence sur cette tranche, mais en conserve sur 80-90%). L’on trouve ici des pics plus petits sur cette tranche, mais également des occurrences sur la quasi-totalité des autres tranches, avec d’autres pics : 20-40% sur le /b/ de Loc7t, 60-70% pour le /d/ de Loc7t, 30-40% pour le /b/ de Loc9t et 20-30% pour le /d/ de Loc9t. Pour le /g/ de ces deux locutrices néanmoins, le pic d’occurrences s’affirme plus nettement dans les taux inférieurs, avec un pic très net pour le /g/ de Loc7t sur la tranche 0-10% et sur les tranches 20-30% pour Loc9t. Ces deux locutrices parviennent occasionnellement à bien voiser /b d/, mais ont tendance à les dévoiser et surtout elles ne voisent globalement pas /g/.

Les deux dernières locutrices, Loc5t et Loc8t obtiennent pour les 3 consonnes des pics d’occurrences dans les taux inférieurs et pas ou peu d’occurrences au-delà de 50% de taux de voisement. Loc5t tout particulièrement obtient des pics dans la tranche 0-10% pour les 3 consonnes. La locutrice Loc8t obtient ses pics d’occurrences sur les tranches 0-20% pour /b/ et

⁸⁵ Voir la partie : *Répartition des occurrences de /b d g/ en fonction de leur taux de voisement pour les locutrices françaises*

10-20% pour /d g/. Ces locutrices ne parviennent pas à voiser les occlusives voisées du français.

Les 11 locutrices enregistrées nous offrent des types de comportements différents les unes des autres quant au critère de taux de voisement, allant d'une absence de voisement sur les occlusives voisées (Loc5t et Loc8t), vers un voisement assez aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/ (Loc7t, Loc9t), puis un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/ (Loc1t, Loc10t et Loc11t), allant jusqu'à un voisement très bien maîtrisé (Loc4t et Loc6t) ou parfaitement maîtrisé (Loc2t et Loc3t) sur l'ensemble des trois consonnes.

v. *Taux de voisement : comportement des locutrices taiwanaises en fonction de la voyelle en coarticulation*

Ayant constaté de grandes différences entre locutrices taiwanaises concernant la présence de voisement sur la durée de la consonne (v-ratio), nous pouvons nous demander si le contexte vocalique n'influencerait pas une présence plus ou moins grande de ce voisement. Nous avons observé précédemment qu'il n'y avait pas de différence globale significative de v-ratio en fonction de la voyelle pour les occlusives voisées des locutrices taiwanaises. Cependant, ceci peut être remis en question par l'hétérogénéité des résultats observés chez ces locutrices : entre celles qui voisent sur la totalité de la consonne, celles qui ne voisent pas ou peu, et les locutrices ayant obtenu des moyennes intermédiaires de v-ratio, nous sommes confrontés à des comportements différents de locutrices. Aussi, nous pouvons nous demander s'il n'existerait pas une tendance, pour certaines locutrices, ou pour certains types de comportements de locutrices, à voiser plus ou moins en fonction d'une voyelle donnée.

Nous nous intéressons ici plus spécifiquement aux consonnes phonologiquement voisées /b d g/ réalisées par les locutrices taiwanaises pour lesquelles, précisément, nous avons observé le plus de variabilité. Il est en effet prévisible que pour les locutrices n'ayant que peu d'occurrences différentes de 100%, l'influence de la voyelle soit moins marquée. Nous distinguons la position intervocalique de la position finale. En effet, nous avons relevé des différences selon ces deux situations, et l'influence de la voyelle pourrait y être différente. La question est donc de savoir ici comment le v-ratio des consonnes phonologiquement voisées de chaque locutrice taiwanaise a été influencé par le contexte vocalique /a i u/. Nous nous attendons à trouver moins de voisement en coarticulation avec la voyelle ouverte /a/, telles que l'on notamment parfois révélé nos premières observations (globales)⁸⁶.

Pour cette étude, nous séparons les contextes intervocalique et final. Notre étude globale a montré qu'il n'y avait pas de différence globale entre les positions 2 et 3 des consonnes des logatomes⁸⁷ C₁VC₂VC₃VC₄, aussi nous regroupons ces deux positions. Par ailleurs, puisque nous ne prenons pas en compte si la voyelle est accentuée ou non, nous prenons en compte toutes les occurrences pour lesquelles la durée peut être mesurée. Il en va de même pour la position 4. Néanmoins, puisque pour cette position il est essentiel qu'elle soit une position

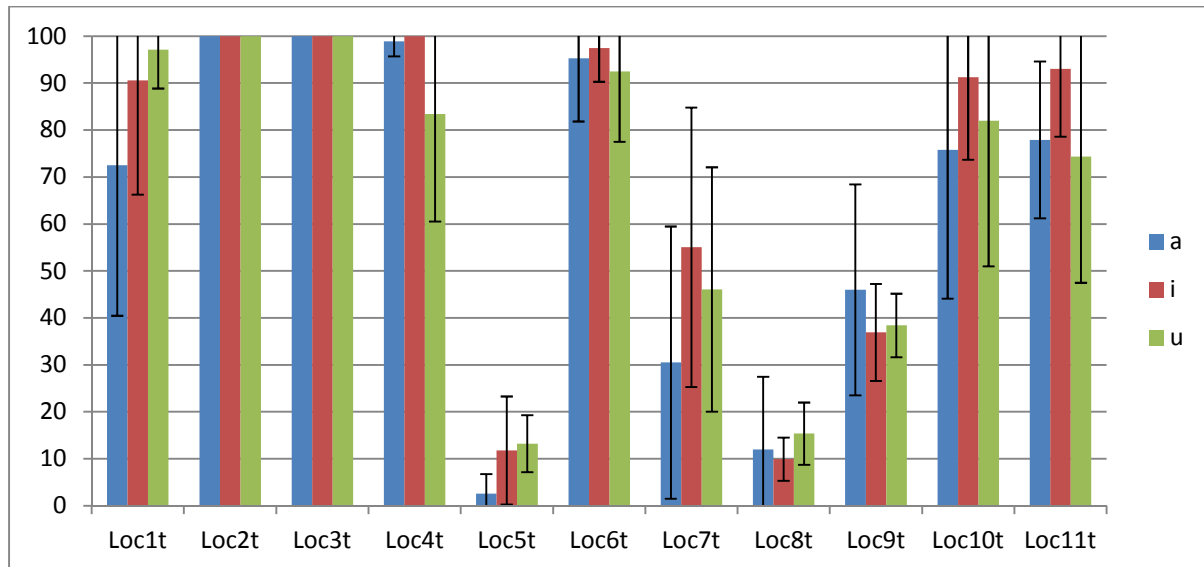
⁸⁶ Voir le chapitre *V-ratio : Influence de la voyelle en positions intervocaliques accentuée et non-accentuée, et en position finale*

⁸⁷ Voir le chapitre *V-ratio : Comparaison des taux en fonction de la position dans le logatome*

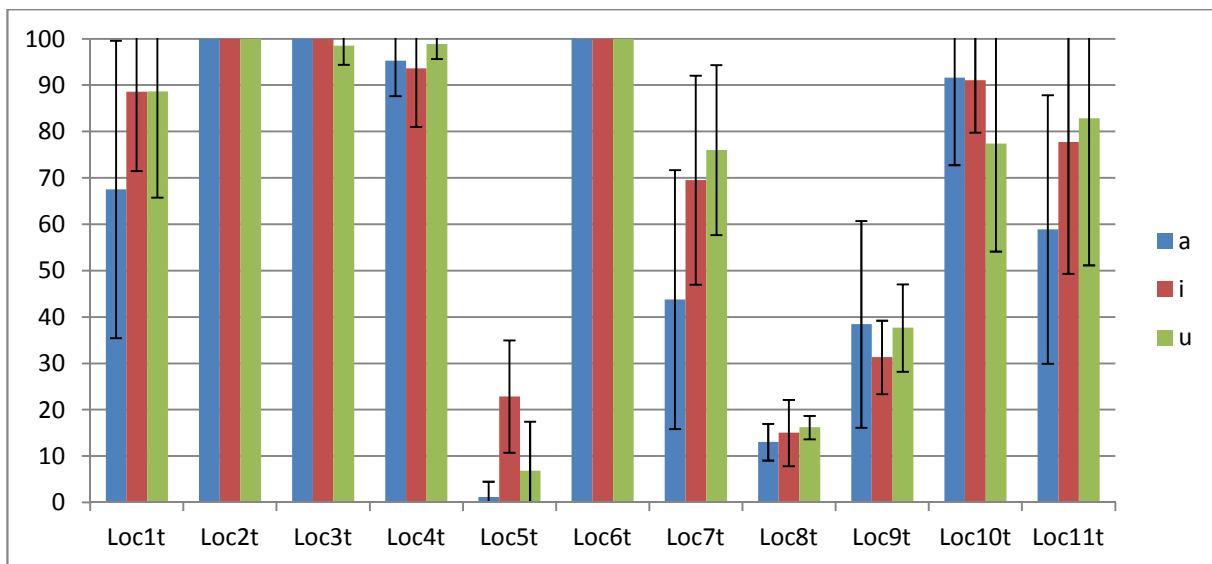
finale, nous ne prenons en considération que locutrices pour lesquelles cette position est bien finale, soit les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t⁸⁸.

- *La position intervocalique*

Les résultats en position intervocalique sont illustrés par les Graphique 59, Graphique 60 et Graphique 61, respectivement pour les consonnes /b d g/.

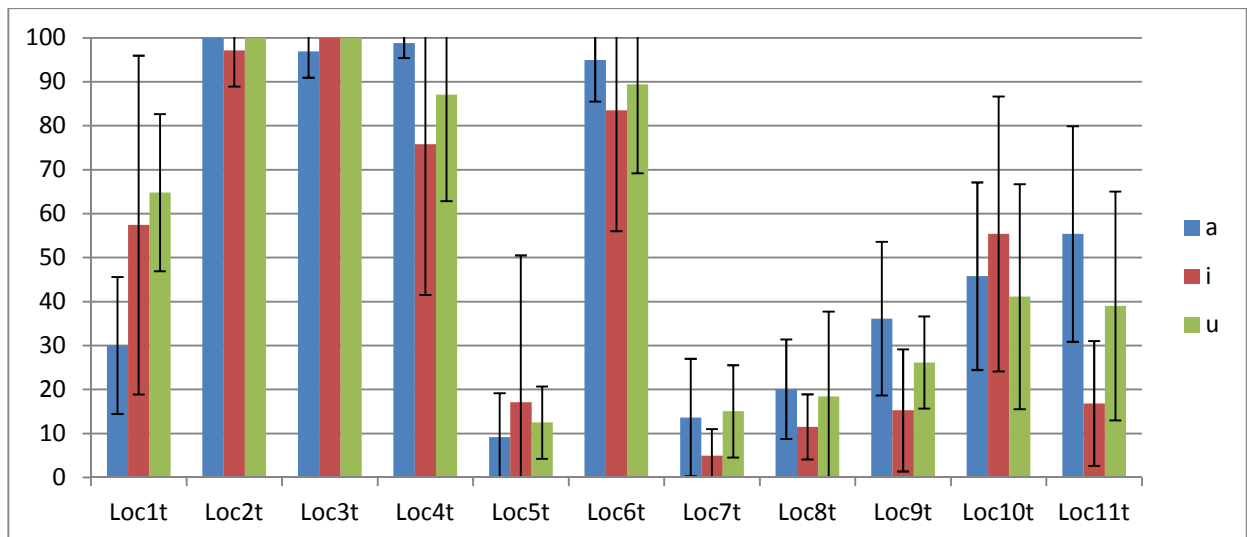


Graphique 59 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /b/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)



Graphique 60 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /d/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)

⁸⁸ Voir le Chapitre 3. Quatrième partie - Le v-ratio : Procédure



Graphique 61 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /g/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a\ i\ u/$) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)

Nous observons sur les Graphique 59, Graphique 60 et Graphique 61, des différences de v-ratio en fonction de la voyelle variables selon les locutrices et les consonnes. Dans l'ensemble, les locutrices avec les plus hauts taux de voisement semblent ne pas marquer, ou marquer assez peu de différences selon la voyelle. Il s'agit des locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t. Notons cependant que pour Loc4t, il semble y avoir des différences avec /b/ et /g/. Dans le premier cas, le v-ratio avec /u/ semble assez inférieur à celui en coarticulation avec les deux autres voyelles, mais pour /g/, c'est avec /i/ que le taux semble le plus bas.

Dans les autres cas, le taux de voisement est globalement plus bas dans les cas de coarticulation avec /a/ pour 5 locutrices : Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc10t et Loc11t. Loc11t obtient cependant un taux plus bas avec /u/ pour le /b/, de même que pour Loc10t avec /g/ (et avec /d/, les taux obtenus en coarticulation avec /a i/ semblent similaires pour cette locutrice). Pour /g/, Loc7t et Loc11t obtiennent relativement des meilleurs taux de voisement avec /a/, notamment par rapport à /i/, ce qui contraste avec leurs résultats avec /b d/. Les locutrices Loc8t et Loc9t semblent moins marquer de différences selon la voyelle en coarticulation, bien que le taux soit globalement assez bas pour ces consonnes (entre 10% et 50%).

Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les voyelles) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/) pour les occurrences de /b d g/ (séparément) et pour chaque locutrice taïwanaise séparément (Loc1t à Loc11t). Les résultats figurent dans le Tableau 100 (en annexe).

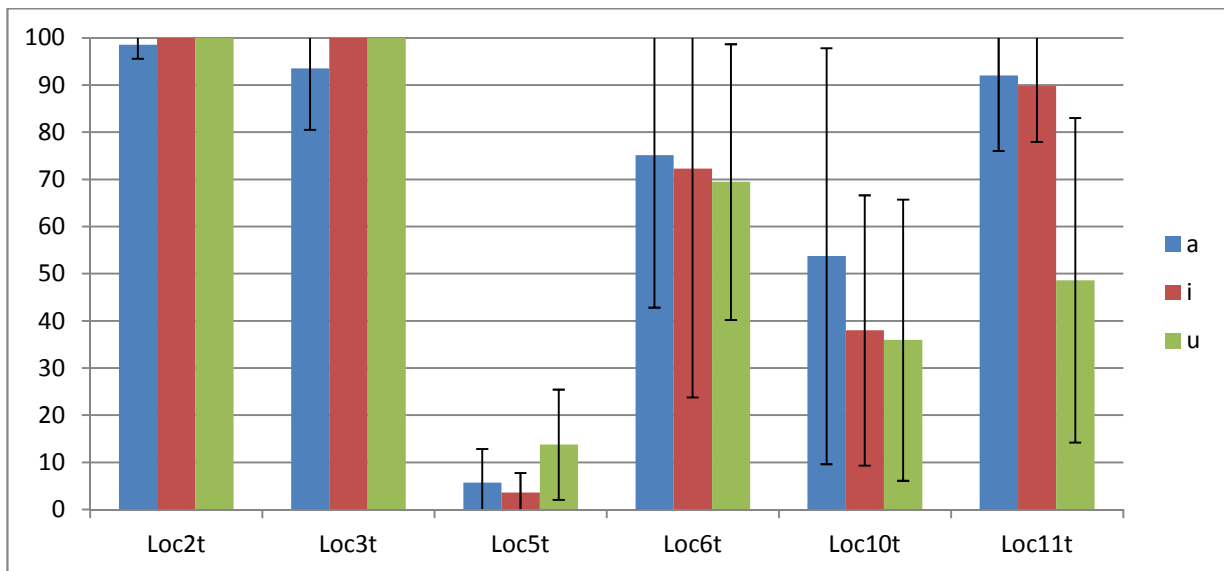
Nous n'avons pas pu effectuer d'ANOVA pour les occurrences de /b d/ de la locutrice Loc2t, de /b/ de loc3t et de /d/ de Loc6t car toutes les occurrences ont un v-ratio de 100% ; Il n'y a donc absolument aucune différence en fonction de la voyelle dans ces cas-là. Dans le plus grand nombre de cas, les mesures n'ont pas permis de mettre en évidence de différence significative du taux de voisement sur la consonne en fonction de la voyelle en coarticulation. Par ailleurs, nous n'avons trouvé pour aucune locutrice des différences significatives de v-ratio

sur les trois consonnes à la fois (voir récapitulatif sous le Tableau 100 en annexe). De plus, nous observons que lorsqu'il y a des différences, elles ne se font pas de façon régulière :

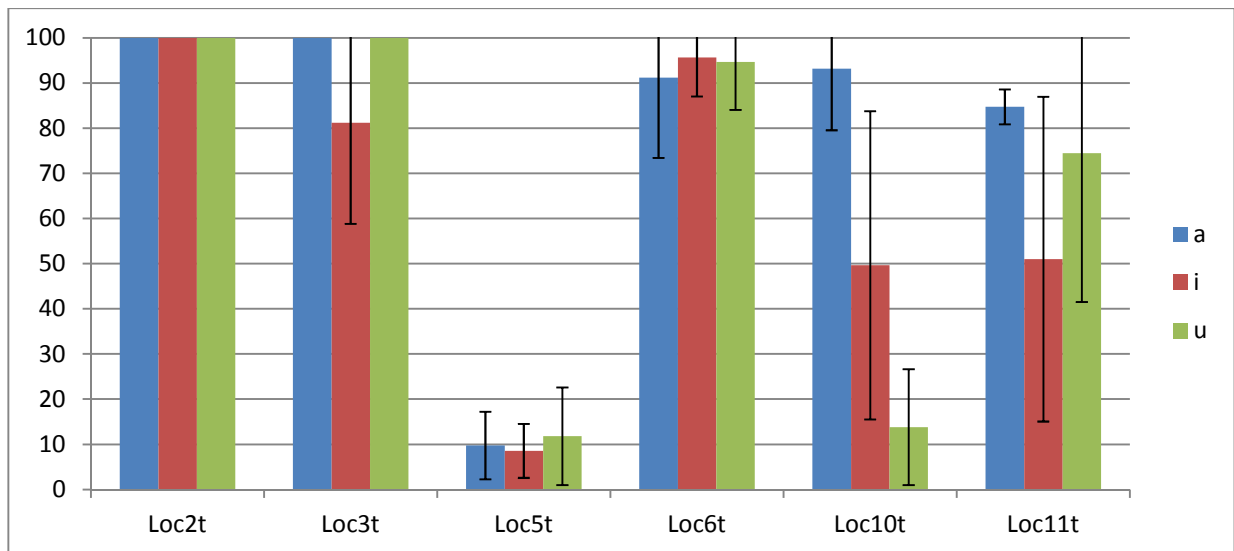
- Pour /b/, deux locutrices marquent des différences : Loc4t et Loc5t. Pour la première, il y a plus de voisement avec /a i/, et pour Loc5t avec /i u/. Notons cependant que ces deux situations sont peu comparables, car la première locutrice voise presque totalement la consonne, tandis que la seconde ne voise presque pas. Les différences observées concernent donc des échelles différentes.
- Pour /d/, nous avons là aussi deux situations : Loc5t et Loc7t. Dans le premier cas, nous observons plus de voisement avec /i/ qu'avec /a u/ et dans le second cas, nous avons plus de voisement avec /i u/ qu'avec /a/. Dans les deux cas, il y a plus de voisement avec /i/, et moins avec /a/. Néanmoins, là encore, les différences sont très relatives, avec une première locutrice qui voise peu (moins de 25%) et une seconde locutrice qui voise en moyenne sur plus de la moitié de la consonne.
- Pour /g/, nous observons trois situations : Loc1t, Loc9t et Loc11t. Dans le premier cas, il y a plus de voisement avec /i u/ et dans les deux autres cas, il y a plus de voisement avec /a/ qu'avec /i/. Cette situation est plus régulière que pour les deux autres consonnes (seul le /u/ disparaît de la différence, ne se distinguant pas des situations avec les deux autres voyelles pour les deux dernières locutrices citées), d'autant plus que nous avons cette fois-ci des taux de voisement moyens entre 10% et 60% pour les trois locutrices.

- *La position finale*

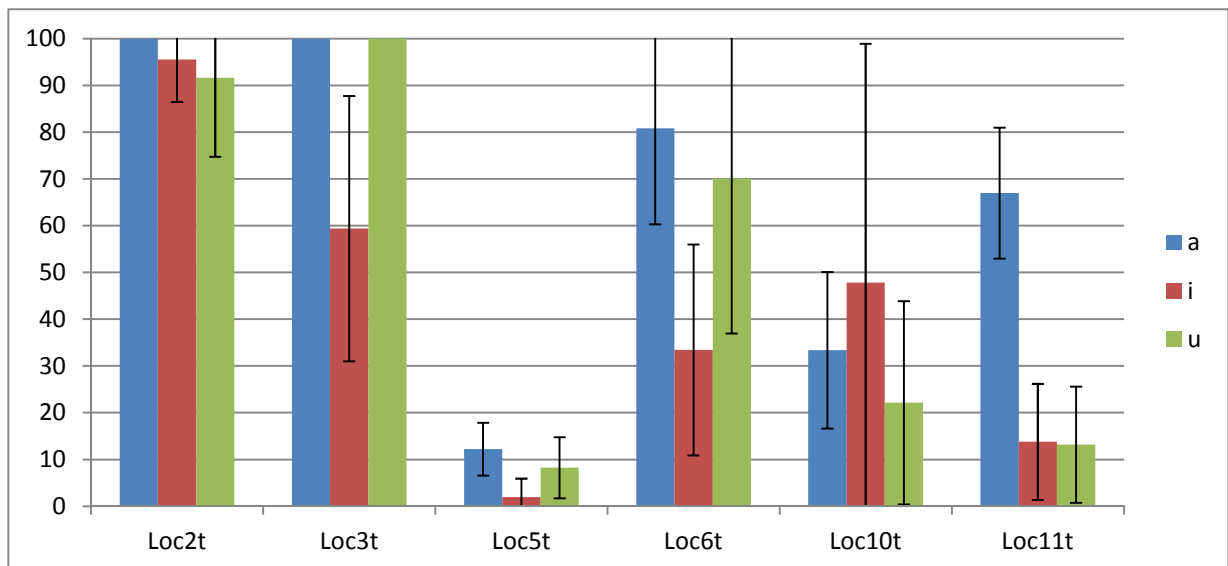
Pour la position finale, les résultats apparaissent respectivement pour les consonnes /b d g/ sur les Graphique 62, Graphique 63 et Graphique 64.



Graphique 62 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /b/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) en position 4 (finale) (total : 130 occurrences)



Graphique 63 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /d/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taiwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en position 4 (finale) (total : 131 occurrences)



Graphique 64 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /g/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taiwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) en position 4 (finale) (total : 131 occurrences)

Nous observons sur les Graphique 62, Graphique 63 et Graphique 64 que les locutrices Loc2t et Loc3t conservent un v-ratio proche de 100% pour /b/. Néanmoins, si ce taux moyen reste proche de 100% avec toutes les voyelles pour la locutrice Loc2t, il baisse par tranches de 20% d'abord pour /d/ (80%) puis pour /g/ (60%) lorsque ces consonnes sont en coarticulation avec /i/ pour la locutrice Loc3t alors qu'il reste à 100% dans les autres contextes. Loc6t ne semble pas faire de différence importante selon les voyelles pour le v-ratio de /b d/, mais avec /g/ l'on retrouve la même tendance que pour Loc3t, avec un v-ratio inférieur de 40% en coarticulation avec la voyelle /i/. On retrouve cette même tendance avec le /d/ de la locutrice Loc11t et pour les 3 consonnes /b d g/ de la locutrice Loc5t, quoiqu'étant globalement plus proche de 0, les écarts soient plus réduits. Pour les cas non-cités des locutrices Loc10t et Loc11t, l'on trouve des cas où c'est en coarticulation avec la voyelle /a/ que le taux est le plus fort, et les deux

voyelles fermées avec des taux en apparence assez proches : Loc10t avec /b/ et loc11t avec /g/. Dans un cas : Loc11t avec /b/, c'est avec la voyelle /u/ que le taux semble le plus bas, alors que les résultats avec /i a/ semblent assez similaires. Avec le /d/ de Loc10t, l'on voit une graduation de /a/ avec le taux le plus grand vers /u/ avec le taux le plus petit, et /i/ avec une valeur intermédiaire. Enfin, et c'est la situation qui contraste le plus avec nos observations en position finale, Loc10t semble voiser plus fortement le /g/ en coarticulation avec /i/ qu'avec les deux autres voyelles. La tendance globale qui semble se dégager en position finale (pour les locutrices étudiées), et avec quelques exceptions, est un voisement plus grand lorsque la coarticulation est avec la voyelle /a/ et plus faible avec la voyelle /i/. Avec la voyelle /u/, le taux est tantôt similaire à celui avec /a/, tantôt similaire au taux avec /i/, et parfois inférieur aux deux.

Ces premières observations s'opposent à nos observations sur les consonnes /b d/ en position intervocalique, mais plus similaires à ce que nous avons observé pour le /g/ en position intervocalique.

Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les voyelles) avec 3 modalités (les voyelles /a i u/) pour les occurrences de /b d g/ (séparément) et pour chaque locutrice taïwanaise séparément (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t). Les résultats des ANOVAs ont été reportés dans le Tableau 101 (en annexe).

Les résultats des ANOVAs mettent en évidence des différences de v-ratio en fonction de la voyelle en coarticulation dans quatre cas : pour le /g/ de Loc3t, le /d/ de Loc10t et les /b g/ de Loc11t. Les résultats révèlent qu'il n'y a pas de différence pour les locutrices Loc2t, Loc5t et Loc6t, soit la moitié des locutrices observées.

Il est intéressant de remarquer qu'en position finale, lorsque des différences ont été observées, le v-ratio de la consonne en coarticulation avec /a/ est toujours supérieur à au moins l'une des deux voyelles fermées (/i u/). Pour le /d/ de Loc10t et le /g/ de Loc11t, en coarticulation avec /a/ ces consonnes ont un v-ratio significativement plus grand qu'en coarticulation avec /i u/. Par contre, pour le /g/ de Loc3t, il n'y a pas de différence entre /a/ et /u/ (tous deux à 100%), alors que pour /b/ de Loc11t, c'est entre /a/ et /i/ qu'il n'y a pas de différence de v-ratio.

Alors que nous n'avons pas trouvé d'influence globale de la voyelle sur l'ensemble du groupe des locutrices taïwanaises pour les occlusives voisées⁸⁹, nous trouvons ici une certaine influence de la voyelle lorsque nous observons locutrice par locutrice. Ceci semble confirmer notre interprétation du phénomène par la grande variabilité des résultats entre les locutrices.

L'irrégularité de nos résultats en position intervocalique est difficile à interpréter. Les situations sont assez différentes : des locutrices qui voisent sur la quasi-totalité de la consonne et d'autres qui ne voisent quasiment pas. Dans ces deux groupes de locutrices, des différences en fonction de la voyelle peuvent apparaître, mais pas avec les mêmes voyelles, ni avec les mêmes consonnes, et surtout pas pour toutes, loin de là. Pour la consonne où nous avons le

⁸⁹ Voir la partie : *V-ratio : Influence de la voyelle en positions intervocaliques accentuée et non-accentuée, et en position finale*

plus de cas de différences significatives : /g/ (pour 3 locutrices), les locutrices obtiennent toutes des valeurs de v-ratio moyennes intermédiaires, soit entre 10 et 60%, et pourtant, avec une locutrice, il y a moins de voisement avec /a/, tandis qu'avec les deux autres, le v-ratio en coarticulation avec /a/ se distingue en étant significativement supérieur à celui avec /i/.

En position finale, bien qu'ici aussi il n'y ait pas systématiquement de différence de v-ratio en fonction de la voyelle, dans les quatre cas où il en apparaît une, cette différence semble suivre une tendance. Dans les quatre cas où une différence apparaît, le v-ratio est plus grand avec la voyelle /a/. Notons cependant que dans deux de ces cas, la moyenne de v-ratio ne se distingue pas de la moyenne avec /i/ (un cas) ou avec /u/ (le second cas). Ces résultats diffèrent de l'influence globale de la voyelle observée sur le voisement des occlusives sourdes⁹⁰ où nous avons observé – en position intervocalique – que le voisement était plus important en coarticulation avec les voyelles hautes, et notamment /i/. En effet, pour ces occlusives voisées en position finale, c'est avec /a/ que le voisement est parfois plus élevé. Le fait qu'ici l'objectif soit de produire du voisement peut expliquer cette différence. En effet (et nous avons alors émis cette hypothèse qui ne s'est pas vérifiée), le voisement est plus facile à (r)établir avec un /a/ dans la mesure où cette voyelle ouverte permet un rétablissement de la pression transglottique plus rapide qu'avec des voyelles fermées. Ceci semble se vérifier ici dans les quelques situations où une différence est apparue. La voyelle /a/ pourrait donc parfois faciliter l'apparition du voisement, mais dans une condition où le voisement est requis et que la position prosodique est défavorable⁹¹.

c. V-ratio : comparaison des comportements entre locutrices françaises et taïwanaises

Ayant constaté que 1) il existe globalement des différences entre natives et non-natives dans nos résultats⁹² de v-ratio et que 2) certaines locutrices taïwanaises produisent des résultats de v-ratio assez similaires en apparence aux natives, nous avons voulu vérifier si effectivement certaines locutrices taïwanaises n'auraient pas un taux de v-ratio qui ne se différencie pas des locutrices natives. Pour le vérifier, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les locutrices) avec 22 modalités (les locutrices Loc1f à Loc11f et Loc1t à Loc11t) toutes positions (positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) et toutes voyelles en coarticulation confondues (/a i u/). Le nombre d'occurrences peut varier, et notons que, comme dans la partie *V-ratio : Comparaison entre natives et non-natives*, nous ne prenons ici en compte que les occurrences en position 2 pour les locutrices Loc11f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t. Nous avons également réalisé des tests a posteriori PLSD de Fisher, pour chaque consonne (/b d g p t k/) (séparément). Le Tableau 102 (en annexe) contient les résultats globaux du test et le Tableau 103 (en annexe) répertorie les locutrices françaises dont ne se distinguent pas les locutrices françaises notées.

Nous observons tout d'abord sur le Tableau 102 (en annexe) qu'il existe une différence globale interlocutrice très significative pour les 6 consonnes /b d g p t k/ ($p < 0,0001$ dans tous les cas). Néanmoins, la valeur de F met en évidence que la variabilité interlocutrice est plus

⁹⁰ Voir la partie : *V-ratio : Influence de la voyelle en positions intervocaliques accentuée et non-accentuée, et en position finale*

⁹¹ Voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : La position finale*

⁹² Voir la partie : *V-ratio : Comparaison entre natives et non-natives*

grande dans le cas des occlusives voisées ($F > 85$) que pour les occlusives sourdes ($F < 10$). Le Tableau 103 (en annexe) révèle que, tout en rappelant qu'il s'agit des mesures dans toutes les positions prosodiques confondues (excepté pour les locutrices Loc11f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t qui n'ont pas d'occurrence en positions 3 et 4) et toutes voyelles en coarticulation confondues (/a i u/), sept locutrices taïwanaises – les mêmes pour les trois consonnes /b d g/ – se distinguent significativement de toutes les locutrices natives pour les mesures de v-ratio. Il s'agit de Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t et Loc11t. Au contraire, les locutrices Loc2t et Loc3t – qui gardent pour ces trois consonnes un v-ratio supérieur à 94% (et même supérieur à 99% avec /b/ et à 97% avec /d/) – sont les locutrices qui ne présentent globalement pas de différence significative avec le plus grand nombre de locutrices françaises pour les 3 occlusives voisées. Elles se distinguent de Loc4f avec /b/, de Loc4f et Loc8f avec /d/ et de Loc4f, Loc6f et Loc8f pour /g/ et Loc2t se distingue aussi de Loc11f avec /g/. Dans le cas de /d/, les locutrices Loc4t et Loc6t obtiennent également un v-ratio supérieur à 90%, et de la sorte, Loc6t n'obtient pas de différence significative avec les locutrices précédemment mentionnées pour Loc2t et Loc3t. Loc4t, avec un v-ratio de 93% ne se distingue d'aucune locutrice française. Avec /b/ (entre 87% et 89%) et /g/ (entre 75% et 80%), les locutrices Loc4t et Loc6t obtiennent des résultats de v-ratio non-distinguables de deux ou trois locutrices françaises à chaque fois. Globalement, nous observons que les locutrices taïwanaises qui ont obtenu un score supérieur à 90% se distinguent le moins des locutrices natives, avec un taux au-dessus de 85%, elles obtiennent encore un résultat comparable à certaines locutrices françaises pour /b/, et ce taux peut descendre jusqu'à 75% pour /g/. Néanmoins, les moyennes plus basses obtenues par ces locutrices se distinguent de toutes les natives. Nous observons aussi que les locutrices Loc4t et Loc6t, qui ont obtenu à la fois un v-ratio supérieur avec /d/ et non distinguable de la majorité des locutrices natives pour ce corpus ont, selon ces observations, plutôt mieux réussi le voisement de /d/ que de /b g/.

Pour les occlusives sourdes /p t k/, malgré les différences entre les locutrices, aucune locutrice taïwanaise ne se distingue globalement de l'ensemble des natives. Nous observons des tendances de locutrices qui pour chaque consonne sourde ne se distinguent pas des mêmes locutrices françaises (comme Loc5t avec Loc2f, Loc5f et Loc8f par exemple). Ceci peut traduire des tendances à produire plus ou moins de voisement pour les trois consonnes, tendances qui se retrouvent aussi bien chez les natives que chez les non-natives. Il ressort de cette observation générale que les locutrices taïwanaises ne se distinguent pas des locutrices natives par les mesures de v-ratio des occlusives sourdes.

Nous avons montré ici (voir aussi Tableau 145) que les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t sont les seules locutrices ayant un v-ratio non distinguable de certaines locutrices natives pour les occlusives voisées. Toutes les autres : Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t et Loc11t ont toutes un taux significativement inférieur à l'ensemble des locutrices françaises considérés individuellement pour ces mêmes consonnes. En revanche, pour les occlusives sourdes, nous trouvons pour chaque locutrice taïwanaise au moins trois locutrices natives avec lesquelles ses résultats de v-ratio ne sont pas significativement différents.

Nous avons dans cette partie défini le comportement des locutrices par rapport à la quantité de murmure de voisement produite sur les occlusives. Les analyses globales mettent en évidence un taux moyen de v-ratio plus bas pour les occlusives voisées des non-natives. Dans le détail, il existe des différences entre les locutrices : surtout pour le groupe des non-natives qui n'est pas homogène.

Nous avons pu observer quelques inégalités au sein des natives également, notamment en position finale pour les occlusives voisées, où le taux chute plus ou moins selon les locutrices. Pour les occlusives sourdes, les locutrices natives les voient plus ou moins, et nous avons pu distinguer deux ensembles de locutrices, avec celles qui les voient plus : Loc4f, Loc9f, Loc1f, Loc3f et Loc7f et celles qui voient moins : Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f et Loc10f.

Nous avons distingué des types de comportements différents pour les locutrices taïwanaises concernant le taux de voisement pour les occlusives voisées, allant d'une absence de voisement (Loc5t et Loc8t), vers un voisement assez aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/ (Loc7t, Loc9t), puis un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/ (Loc1t, Loc10t et Loc11t), allant jusqu'à un voisement très bien maîtrisé (Loc4t et Loc6t) ou parfaitement maîtrisé (Loc2t et Loc3t) sur l'ensemble des trois consonnes. Les deux locutrices avec le moins de voisement sont les seules pour lesquelles nous ne trouvons pas de différence de taux de voisement pour toutes les paires (Loc5t) ou pour la paire /b p/ (Loc8t). Les 4 locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t sont les seules à obtenir des taux de v-ratio similaires à des locutrices natives. Les autres ont toutes un taux significativement inférieur à toutes les locutrices françaises.

Nous observons moins de différences pour les occlusives sourdes : Loc5t voise moins et Loc1t, Loc6t, Loc9t et Loc10t voient le plus. Ces taux n'ont pas de différence avec ceux de certaines natives.

Chapitre 3. Cinquième partie – Mesures de v-pattern

Avec le v-pattern, qui correspond à une mesure de taux de voisement à différents moments de la consonne : début et fin (en deux moitiés) ou début, milieu et fin (en trois tiers), nous analysons la répartition du voisement sur les occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises en positions intervocaliques et finales de logatome CVCVCVC. Nous avons observé que :

Pour les locutrices natives,

/b d g/ : L'indice de v-pattern confirme que la perte de voisement que l'on peut observer sur certaines occlusives voisées se fait pour l'essentiel sur le dernier tiers de la consonne, et surtout en position finale de logatome et le plus souvent avec /g/.

/p t k/ : Pour les occlusives sourdes, les résultats confirment que la présence de voisement se concentre généralement sur le premier tiers de la consonne, en position post-vocalique, ce qui semble correspondre au V.T.T (Agnello, 1975).

Pour les locutrices non-natives,

/b d g/ : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t (groupe 1) ont une répartition du voisement similaire à celui des natives pour les sonores. Pour Loc1t, Loc10t et Loc11t (groupe 2) le murmure de voisement diminue en fin de consonne. Ce phénomène est plus important encore pour Loc7t et Loc9t (groupe 3) qui perdent presque tout le murmure de voisement en fin de consonne, ce qui ressemble au schéma des occlusives sourdes. Les locutrices Loc5t et Loc8t (groupe 4) ne produisent pas ou peu de murmure de voisement sur ces consonnes. *En position finale*, la tendance est la même pour les 4 groupes, mais de façon inégale selon la consonne et la locutrice, le taux a tendance à baisser plus vite entre le début et la fin de la consonne.

/p t k/ : Les données mettent en évidence des comportements différents selon les locutrices. Le groupe 1 a un schéma proche de celui des natives pour les sourdes (comme pour les sonores). Comme pour les natives, le voisement parfois détecté se situe pour l'essentiel en début de consonne.

Nous avons également observé la présence de la fréquence fondamentale au moment du relâchement pour les 6 occlusives /b d g p t k/. A quelques exceptions près, les natives obtiennent individuellement au moins 2/3 des occlusives voisées avec un F0 au début du relâchement. Peu d'occurrences d'occlusives sourdes en possèdent (pour les deux groupes). 4 locutrices taiwanaises ont produit un nombre d'occlusives voisées avec une F0 au début du relâchement comparable aux proportions des natives (Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t). 4 locutrices, au contraire, n'ont pas ou presque pas d'occurrences avec une F0 au début du relâchement (Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t).

L'ensemble des résultats concernant le relâchement concordent avec les mesures de v-ratio et de VOT. Il n'y a pas de compensation ou de « placement stratégique » de la F0 sur la consonne pour les locutrices qui ont produit le moins de murmure de voisement.

Le v-pattern (Hallé et Adda-Decker, 2011) est une forme de v-ratio, mais à différents moments du phone. Il s'agit du calcul de pourcentage de voisement sur une section du phone. Pour savoir comment se répartit le voisement sur la durée de la consonne, nous avons calculé le taux de voisement sur les deux moitiés du phone ou sur trois tiers successifs. Cette mesure est très utile pour les consonnes qui ne sont pas voisées sur leur totalité.

En prolongement de l'analyse du v-ratio, cette analyse nous permet donc d'observer les occlusives voisées des locutrices taiwanaises qui n'ont pas obtenu 100% de taux de v-ratio. Sur la Figure 41, par exemple, l'on voit que la mesure de v-pattern devrait nous révéler une présence forte de voisement sur la première moitié de la consonne /b/, réalisée [b], et beaucoup plus faible sur la seconde. Sur la Figure 42, nous voyons que pour la même consonne nous

aurons un v-pattern en 3 tiers indiquant une forte présence de voisement sur le premier tiers, une diminution sur le second et une quasi-absence sur le dernier. Pour les locutrices natives qui s’approchent du taux de 100% pour les occlusives voisées, cette analyse est moins intéressante, dans la mesure où le voisement est présent sur toute la consonne.

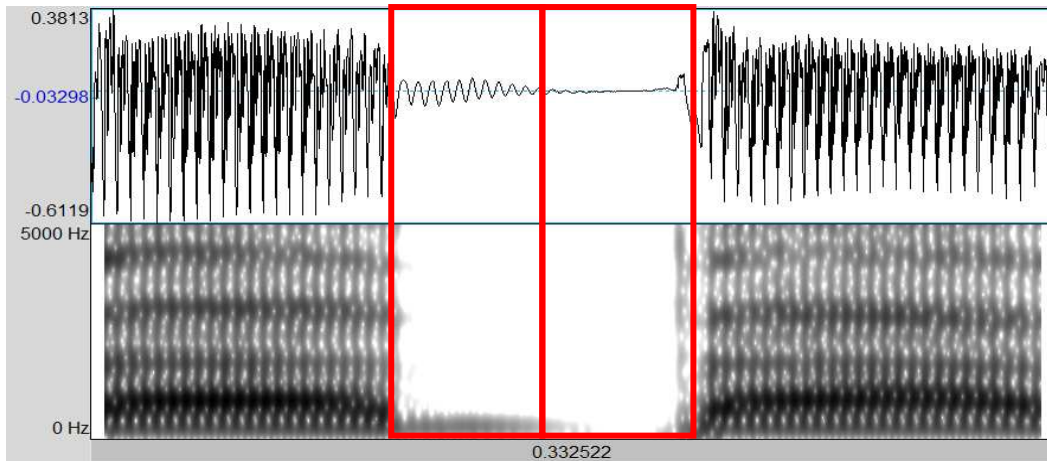


Figure 41 : Signal (haut), spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc1t et mise en évidence des deux moitiés distinctes analysées pour le v-pattern

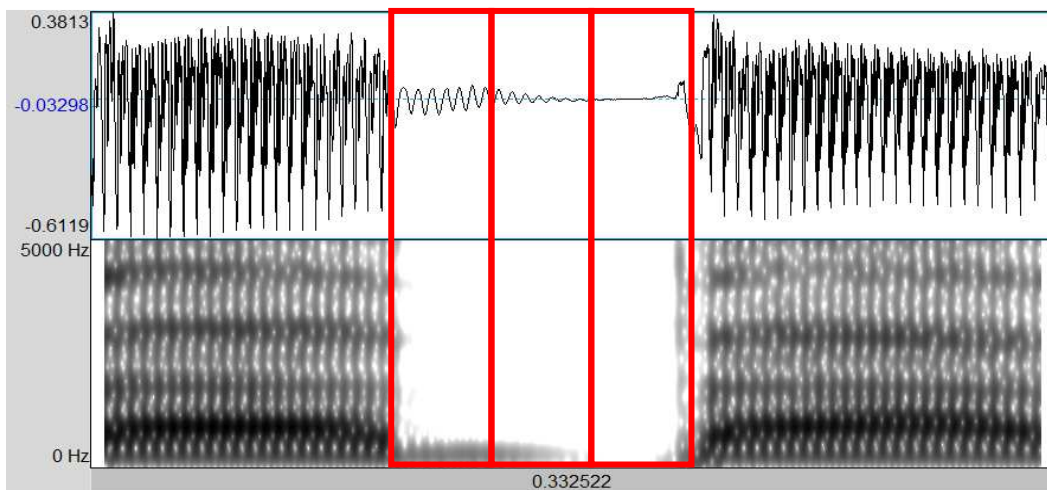


Figure 42 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc1t et mise en évidence des trois tiers distincts analysés pour le v-pattern

Pour les occlusives sourdes, lorsque du voisement est malgré tout présent, cet indice nous permet de voir sur quelle partie de la consonne il est réalisé. On peut s’attendre à le voir généralement le voisement en début de consonne comme prolongation du voisement généré sur la voyelle précédente. Il serait plus surprenant de le voir en fin de consonne où se situe la phase de relâchement. Il est important que le relâchement soit non-voisé pour que la consonne soit perçue comme une occlusive sourde⁹³. Par ailleurs, Le voisement est un phénomène difficile à tenir dans la durée en raison de la nécessité de maintenir une différence de pression trans-glottique. Aussi, sa tenue depuis la fin de la voyelle jusqu’à la fin de la consonne – alors que la consonne est phonologiquement sourde – est peu probable.

⁹³ Voir : *Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : Corrélat acoustiques du voisement*

1. Procédure

Nous présentons ici le fonctionnement du script d'analyse du v-pattern. Nous montrons également quelles consonnes ont pu être analysées pour le v-pattern, et nous spécifions celles qui n'ont pas pu l'être.

Comme pour le v-ratio, le v-pattern nécessite que l'on définisse une durée de la consonne. Il s'agit d'un v-ratio calculé sur différentes zones du phone. Aussi, nous n'avons pu le calculer qu'en deuxième, troisième et quatrième position des logatomes $C_1V_2CV_3CVC_4$. Cela signifie que nous avons exclu la position initiale des mesures. Par ailleurs, comme pour le v-ratio, certaines consonnes ont été exclues de la position finale, leur durée n'ayant pas été établie⁹⁴. Nous ne distinguons pas les positions 2 et 3 (pas de prise en compte de syllabe accentuée). En position finale, nous analysons d'abord toutes les occurrences réalisées en position 4, puis nous ferons une distinction par locutrice.

Selon la durée du phone, il n'a pas été possible d'effectuer exactement le même découpage des phones. Il faut en effet un minimum de durée de la consonne pour que ce calcul puisse être fait, le temps minimal étant 55ms. Ainsi, les mesures suivantes ont été faites en fonction de la durée de la consonne :

- Durée de la consonne supérieure à 80ms (exclu) : mesures en trois parties égales (et en deux parties également) (Figure 42)
- Durée de la consonne entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus) : mesures en deux parties égales (Figure 41)
- Durée de la consonne inférieure ou égale 55ms : pas de calcul de v-pattern possible

Nous présentons maintenant la répartition des occurrences en fonction de ce découpage nécessaire pour le script, et les particularités des occurrences non retenues.

a. Les occurrences trop courtes des locutrices taïwanaises

Pour les locutrices taïwanaises, nous obtenons en position intervocalique 10 occurrences trop courtes pour être analysées avec cet indice et 7 en position finale. Si nous analysons ces occlusives avec le v-ratio, nous obtenons en position intervocalique un taux moyen de 99,6% sur l'ensemble des occlusives voisées, soit un taux de 100% pour /b/ (2 occurrences de Loc1t), de 100% pour /d/ (3 occurrences de Loc1t et Loc6t) et 99,1% pour /g/ (4 occurrences de Loc1t, Loc5t, Loc6t et Loc10t). Une occurrence de /t/ (Loc1t) est également concernée et elle obtient un v-ratio de 0%. En position finale, le v-ratio moyen concernant ces occlusives trop courtes pour être analysées avec le v-pattern est de 83,5%. Seules les occlusives voisées sont concernées. Nous obtenons un taux moyen de 85,2 sur les 2 occurrences de /b/ (Loc7t=100% et Loc10t=70,4%), de 100% sur les 3 occurrences de /d/ (Loc3t) et de 57,1% sur les 2 occurrences de /g/ (Loc10t=100% et Loc7t=14,3%).

Le taux de 100% en position intervocalique pour les occlusives voisées indique donc une répartition égale et continue sur tous les phones. Nous pouvons faire la même remarque pour

⁹⁴ Voir la partie *L'absence de relâchement*

les /d/ de Loc3t en position finale. Pour les /b g/ de Loc7t et Loc10t, il s'agit en fait d'une occurrence à chaque fois qui n'a pas atteint les 100%, une occurrence de /b/ Loc10t à 70,4% et une occurrence de /g/ de Loc7t avec 14,3%. Aussi, en position intervocalique, les consonnes courtes ont donc logiquement été entièrement ou presque entièrement voisées, et en position finale, seules 1 occurrence de /b/, et surtout une occurrence de /g/ ont été dévoisées en partie ou presque entièrement.

Pour les occlusives les plus courtes, pour lesquelles l'analyse du v-pattern n'est pas possible, nous remarquons que les occurrences sont dans l'ensemble soit entièrement voisées, soit presque entièrement dévoisées. Une ou deux occurrences auraient cependant déjà eu de l'intérêt pour cette analyse.

b. Les occurrences trop courtes des locutrices taïwanaises pour être analysées en trois parties

Nous observons ici précisément quelles sont les occurrences trop courtes pour être analysées en trois parties (donc d'une durée inférieure ou égale à 80ms). Ces consonnes seront incluses dans notre analyse globale, néanmoins leur spécificité nous amène à les observer en détail.

Si nous souhaitons étudier les phones en trois parties égales, il y en a 136 (pour 1584 au total) de plus trop courts (entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus)) pour être analysés en position intervocalique, et 69 (pour 787 au total) en position 4 des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄. Parmi ces occurrences trop courtes, 102 en position intervocalique et 69 en position 4 sont des occlusives voisées (34 occurrences sont des occlusives sourdes en position intervocalique, et aucune en position 4). Les moyennes de v-ratio et le nombre d'occurrences par locutrice, lorsque la locutrice est concernée, sont inscrits sur le Tableau 104 (en annexe) pour la position intervocalique et dans le Tableau 105 (en annexe) pour la position finale.

Nous observons sur le Tableau 104 (en annexe) que la moyenne globale de v-ratio pour les 3 occlusives avec des occurrences entre 55ms et 80ms est assez élevée : 97% pour /b/, /92,3% pour /d/ et 79,8% pour /g/. Ces résultats sont supérieurs aux moyennes globales, puisque, position 2 et 3 des logatomes séparées, pour les locutrices taïwanaises, nous n'obtenions des moyennes globales qu'entre 71% et 78% pour /b/, entre 71% et 79% pour /d/ et entre 53% et 65% pour /g/⁹⁵. Cela cache néanmoins des irrégularités. Pour /b/ Toutes les occurrences sont en fait à 100%, excepté pour Loc5t qui a une occurrence à 32,1%. Pour /d/, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t et Loc10t ont toutes des moyennes de v-ratio à 100%. Seules Loc1t (86,2%) et surtout Loc5t (20%) ont des moyennes inférieures. Enfin, pour /g/, la moyenne globale est plus basse et moins de locutrices ont produit ces occurrences courtes à 100%. Nous retrouvons Loc2t, Loc4t et Loc10t. Loc3t (97,3%) et Loc6t (94,3%) n'en sont pourtant pas éloignées. En revanche, Loc1t (43,2%) et plus encore Loc5t (0%) et Loc9t (7,3) ont produit un taux moyen de voisement très inférieur – et même nul ou quasi-nul pour Loc5t et Loc9t – sur ces occurrences.

En position finale, nous observons sur le Tableau 105 (en annexe) que les taux moyens de ces trois occlusives sont entre 68% (/g/) et 81% (/d/). /b/ obtient un v-ratio moyen de 73,1%. Ces

⁹⁵ Voir la partie sur le v-ratio : *Résultats Globaux*

résultats semblent plus élevés que la moyenne globale⁹⁶, puisque nous avons 53,2% pour /g/, 66,6% pour /b/ et 70% pour /d/. Là aussi, nous retrouvons des inégalités entre locutrices. Pour /b/, certaines locutrices ont des occurrences à 100% : Loc2t, Loc3t, Loc6t. Au contraire, Loc1t, Loc7t et Loc11t obtiennent respectivement des moyennes de 59,8%, 49,8% et 35,2%, soit des moyennes juste supérieures à 50%, ou inférieures. Pour /d/, 4 locutrices ont ici des occurrences avec un v-ratio à 100% ou proches : Loc3t (98,1%), Loc4t, Loc6t (92,6%) et Loc10t. Loc7t et Loc9t ont des v-ratio supérieurs à 75% (respectivement 75,9% et 88,5%). Les occurrences de Loc1t ont ici une moyenne de v-ratio inférieure à celle de /b/ (43,3%). Enfin, pour /g/, une seule locutrice garde un v-ratio de 100% : Loc2t. 3 locutrices ont un taux supérieur à 80% : Loc3t (90,4%), Loc4t (81,8%) et Loc6t (89,4%). Loc7t et Loc9t obtiennent des moyennes autour de 50% (respectivement 45,7% et 50,6%). Enfin, nous retrouvons Loc1t qui produit cette fois-ci un v-ratio moyen très bas (18%).

Cette analyse du v-ratio des occurrences d'une durée inférieure à 80ms nous montre que les locutrices ayant produit les plus hauts taux de voisement⁹⁷ (Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t) et même, celles ayant un taux un peu inférieur, autour de 70% (Loc1t, Loc10t, Loc11t), obtiennent des moyennes de v-ratio proches du maximum (100%) en position intervocalique. Loc1t échappe un peu à ces observations, avec un taux inférieur à 90% pour le /d/, et surtout un taux inférieur à 50% pour /g/.

Au contraire, les locutrices ayant des taux globaux moyens de voisement plus bas ne semblent pas mieux réussir si la consonne est plus courte. Loc5t qui obtient une moyenne globale maximum à peine supérieure à 20% et Loc9t dont la plus haute moyenne dépasse tout juste les 50% de v-ratio (/b/) sont dans ce cas. Loc5t n'obtient que 32,1% de voisement avec /b/, 20% avec /d/ et aucune des deux locutrices ne dépasse 10% avec /g/ (et même 0% pour Loc5t).

En position finale, position moins favorable au voisement, la tendance reste la même. Les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t gardent des moyennes de v-ratio élevées pour toutes les consonnes voisées, quoique la moyenne diminue de /b/ vers /d/ puis /g/, atteignant juste 80% pour le /g/ de Loc4t. Pour les autres, les moyennes ne diminuent que jusqu'à 90% environ.

Pour les locutrices ayant des taux globaux moyens autour de 70% (Loc1t, Loc10t et Loc11t), l'on observe ici des différences. Pour le /d/ de Loc10t, les 100% sont atteintes. Au contraire, pour Loc1t, le taux diminue de /b/ vers /g/ de 60% à 18%. La seule occurrence de Loc11t concernée est un /b/ à 35% de v-ratio.

Loc7t et Loc9t, enfin, obtiennent des moyennes variables, entre 45% et 90%, indiquant que sur ces occurrences courtes, dans une position difficile pour produire du voisement, du voisement existe, mais pas de façon continue. L'indice du v-pattern est donc déjà intéressant sur les consonnes les plus courtes de ces locutrices pour déterminer où est produit le voisement. Contrairement aux locutrices avec les meilleurs taux, les consonnes avec une durée inférieure ne leur permettent pas encore d'obtenir des taux de 100% de v-ratio.

⁹⁶ Voir la partie sur le v-ratio : *Résultats Globaux*

⁹⁷ Voir la partie sur le v-ratio : *V-ratio : moyenne globale par consonne et par locutrice taiwanaise*

2. Mesures de v-pattern des occlusives des locutrices françaises en position intervocalique et finale du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$

Nous analysons dans cette partie les occlusives des locutrices françaises avec l'indice de v-pattern. Nous effectuons tout d'abord une analyse de v-pattern pour les occlusives voisées qui, bien qu'elles aient un taux proche de 100%, témoin d'une répartition constante à 100% sur toute la consonne, présentent aussi parfois de petites pertes de voisement que nous pouvons observer plus en détail. Au contraire des occlusives voisées es occlusives sourdes /p t k/ présentent peu de voisement. Pour celui-ci, loin d'être absent, il est intéressant d'observer sa répartition pour voir si elle se fait de la même façon que celle des occlusives phonologiquement sourdes des locutrices taïwanaises, mais aussi pour les comparer avec les occlusives phonologiquement voisées des locutrices taïwanaises ne présentant pas du voisement sur toute la consonne. Cette première analyse des locutrices françaises peut donc nous servir de référence pour observer la répartition du voisement sur les occlusives prononcées par les locutrices taïwanaises.

Nous observons rapidement dans un premier temps les occlusives voisées des locutrices françaises. Nous analysons ensuite successivement d'une part les occlusives sourdes en position intervocalique (positions 2 et 3 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) et les occlusives en position finale des locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Nous nous concentrons sur l'analyse en trois sections distinctes, qui permet d'observer la répartition avec plus de précision, mais nécessitant que les consonnes fassent plus de 80ms, donc excluant de l'analyse les consonnes plus courtes. Le nombre d'occurrences prises en compte sera indiqué à chaque section.

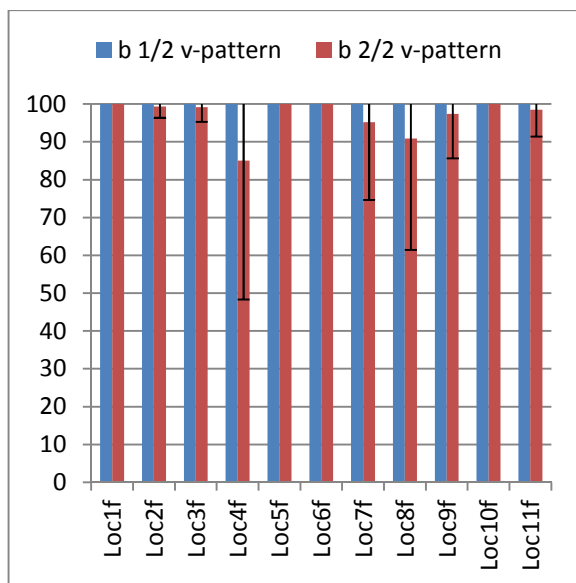
a. V-pattern – observation des occlusives voisées des locutrices françaises

Cette partie vise à observer la répartition du voisement sur les occlusives phonologiquement voisées /b d g/ réalisées par des locutrices natives. Pour la plupart des locutrices, ayant des taux à 100% ou proches de ce maximum, les résultats ne peuvent être qu'une répartition égale à 100% sur toutes les consonnes. Néanmoins, lorsqu'il y a perte de voisement, nous pourrions ainsi observer où se fait cette perte.

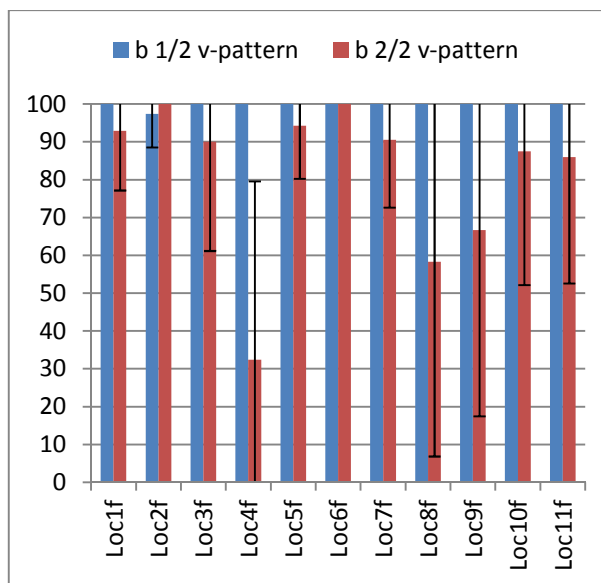
L'analyse du v-pattern des occlusives voisées des locutrices françaises pose cependant une difficulté d'analyse : les occlusives voisées des locutrices natives sont assez courtes, et pour l'analyse en trois tiers, le nombre d'occurrences est assez réduit. Pour le /d/ de la locutrice Loc1f, il n'y a d'ailleurs aucune occurrence de plus de 80ms. Devant l'absence importante d'occurrences longues, nous faisons le choix d'observer les occurrences en deux moitiés : début et fin des consonnes. Nous observons ainsi toutes les occurrences de plus de 55 ms.

i. *V-pattern - /b/ des locutrices françaises (début/fin en position intervocalique et en position finale)*

Nous observons ici les taux de voisement sur la première moitié et la deuxième moitié (V-pattern) des occlusives /b/ de plus de 55ms réalisées par 11 locutrices natives du français (Loc1f à Loc11f) en position intervocalique (Graphique 65) (244 occurrences) et en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (Graphique 66) (112 occurrences).



Graphique 65 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (244 occurrences de /b/)

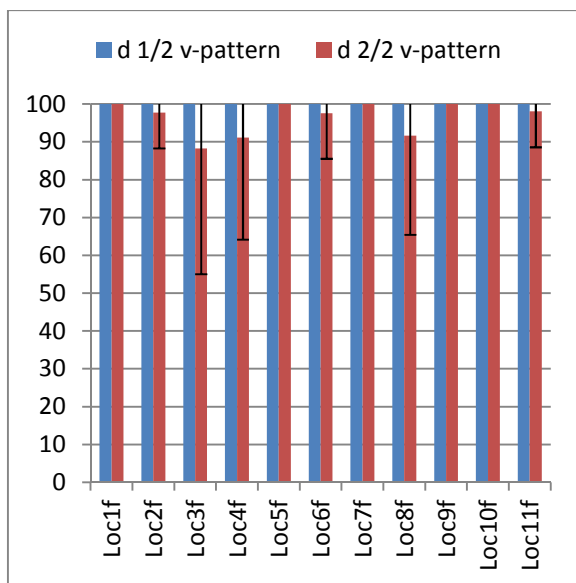


Graphique 66 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (112 occurrences de /b/)

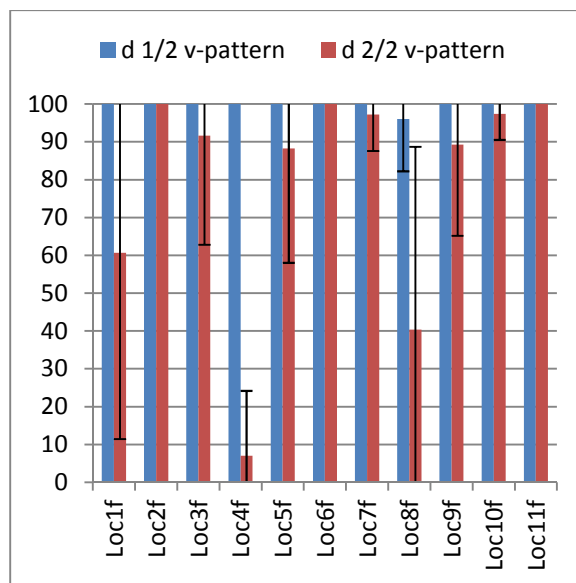
Nous observons sur les Graphique 65 et Graphique 66 que la première moitié de /b/ a toujours un taux de voisement de 100% ou très proche de 100% : seule la locutrice Loc2f en position finale obtient un taux différent de 100% mais malgré tout supérieur à 95%. Cette même locutrice, dans la même position du logatome obtient un taux de 100% sur la deuxième moitié de la consonne. La perte de voisement se fait globalement surtout en deuxième moitié de consonne. En position intervocalique, le taux le plus bas est de 85% environ. La diminution est plus importante en position finale. Loc4f obtient ainsi un taux moyen à peine supérieur à 30% sur cette deuxième moitié, tandis que Loc8f et Loc9f sont autour de 60% ou 70%.

ii. *V-pattern - /d/ des locutrices françaises (début/fin en position intervocalique et en position finale)*

Nous observons ici les taux de voisement sur la première moitié et la deuxième moitié (V-pattern) des occlusives /d/ de plus de 55ms réalisées par 11 locutrices natives du français (Loc1f à Loc11f) en position intervocalique (Graphique 67) (217 occurrences) et en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (Graphique 68) (126 occurrences).



Graphique 67 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (217 occurrences de /d/)

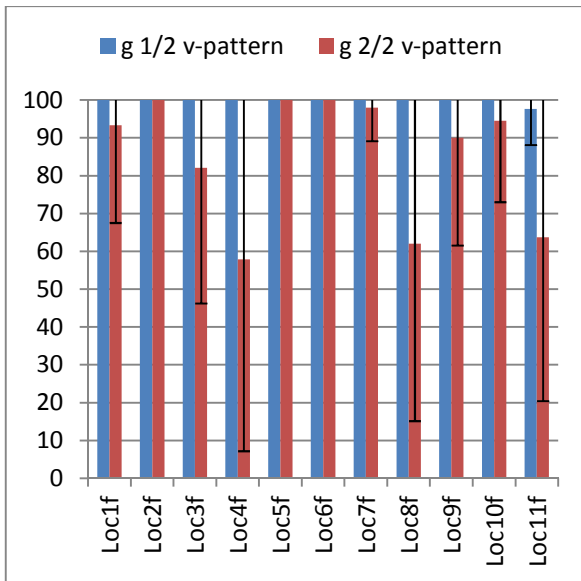


Graphique 68 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (126 occurrences de /d/)

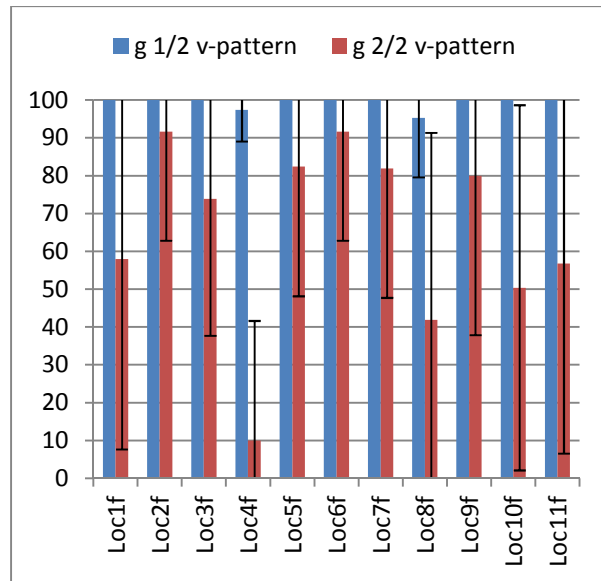
Comme pour /b/, nous observons sur les Graphique 67 et Graphique 68 que le taux de voisement sur la première moitié de la consonne /d/ reste globalement toujours à 100%. Nous n'observons une différence que pour une locutrice : Loc8f en position finale qui conserve ici encore malgré tout un taux supérieur à 95%. La perte de voisement s'effectue donc sur la deuxième moitié de la consonne. En position intervocalique, Loc3f obtient sur cette deuxième moitié le taux le plus bas, malgré tout à peine inférieur à 90%. En position finale de logatome, la diminution est plus importante puisque Loc4f y obtient même un taux inférieur à 10%. Loc4f y est autour de 40% et Loc1f autour de 60%. Pour les autres, les taux sont aux alentours de 90% ou plus hauts.

iii. *V-pattern - /g/ des locutrices françaises (début/fin en position intervocalique et en position finale)*

Nous observons ici les taux de voisement sur la première moitié et la deuxième moitié (V-pattern) des occlusives /g/ de plus de 55ms réalisées par 11 locutrices natives du français (Loc1f à Loc11f) en position intervocalique (Graphique 69) (214 occurrences) et en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (Graphique 70) (121 occurrences).



Graphique 69 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (214 occurrences de /g/)

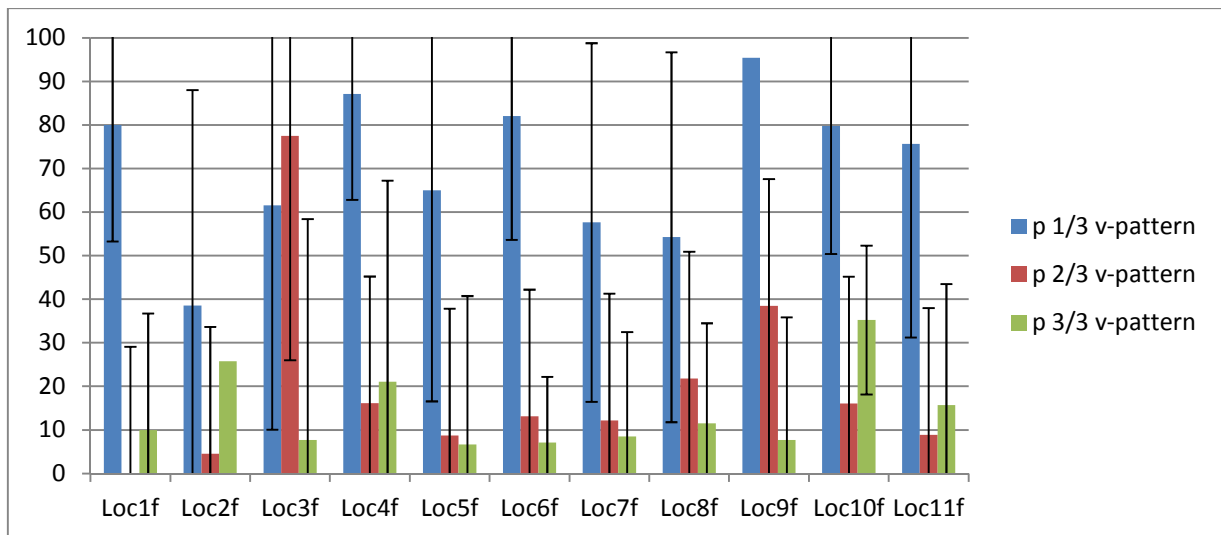


Graphique 70 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (121 occurrences de /g/)

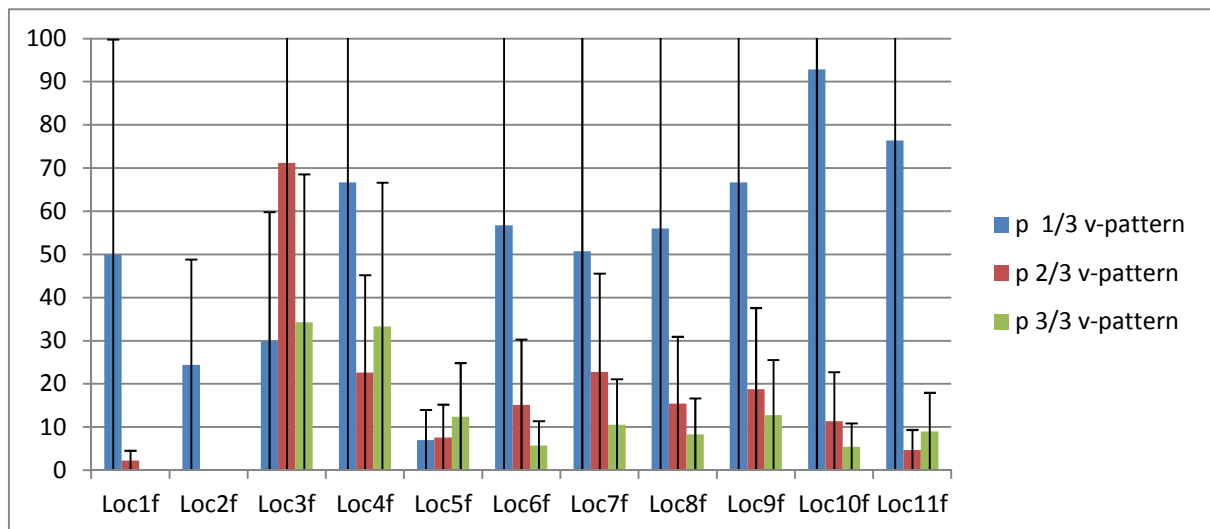
Pour /g/, encore une fois, le taux de voisement reste le plus élevé sur la première moitié de la consonne. Seules trois locutrices n'ont pas le taux maximum de 100% : Loc11f en position intervocalique, Loc4f et Loc8f en position finale du logatome. La perte de voisement se fait donc sur la deuxième moitié de la consonne, et cette fois-ci de façon plus importante que pour les deux consonnes précédentes. En position intervocalique, 3 locutrices descendent jusqu'à 60% : Loc4f, Loc8f et Loc11f. Loc3f descend jusqu'à 80%. Les autres conservent 90% ou plus de taux de voisement. En position finale, Loc4f diminue jusqu'à un taux moyen de 10%. 4 locutrices ont un taux entre 40 et 60% : Loc1f, Loc8f, Loc10f et Loc11f. Pour les autres, les taux sont entre 70% et à peine au-dessus de 90%, aucune ne conservant 100% de voisement sur cette moitié, avec cette consonne et dans cette position.

b. V-pattern – analyse de /p/ des locutrices françaises

Nous analysons dans cette partie le /p/ en positions intervocalique (1 e 2) et en position finale (4) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /p/ sont calculées en position intervocalique (Graphique 71) (221 occurrences) puis en position finale (Graphique 72) (123 occurrences) pour les 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).



Graphique 71 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (221 occurrences de /p/)



Graphique 72 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (123 occurrences de /p/)

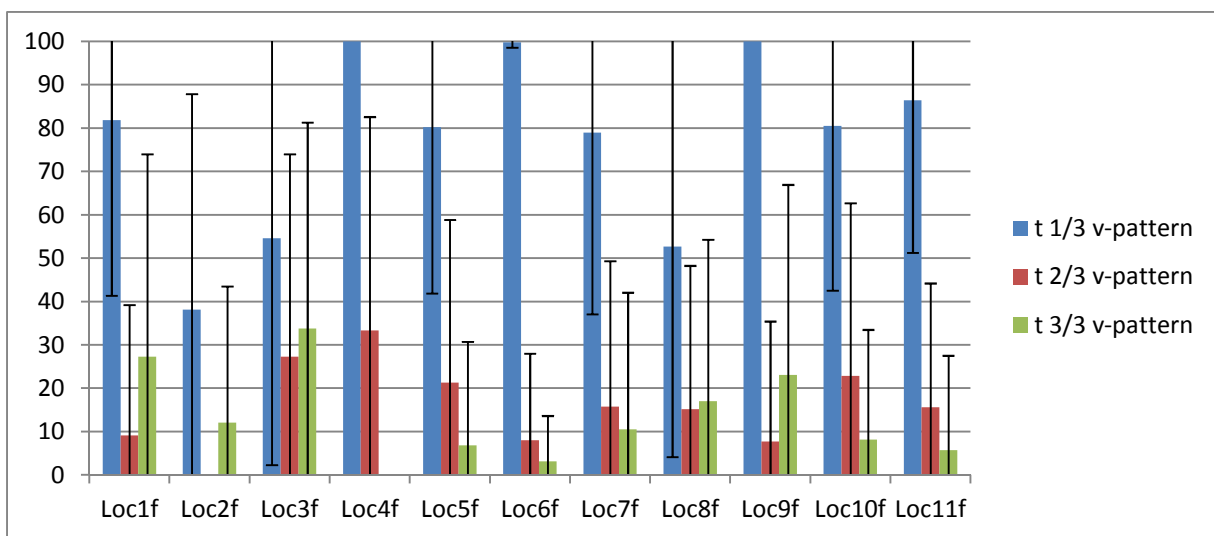
Nous observons sur les Graphique 71 et Graphique 72 que la consonne /p/ que le premier tiers de la consonne est généralement voisé, excepté pour Loc2f (40% en position intervocalique et autour de 25% en position finale), Loc3f en position finale (30%) et Loc5f en position finale (moins de 10%), le taux moyen est toujours supérieur ou égal à 50%. Il peut même dépasser les 90% pour Loc9f en position intervocalique et Loc10f en position finale. Sur le deuxième tiers, à quelques exceptions près (Loc3f et Loc9f en position intervocalique) il est inférieur à 20% ou à peine supérieur. Remarquons les curieux résultats avec Loc3f où le taux sur le deuxième tiers dépasse celui sur le premier tiers et atteint presque les 80% en position intervocalique et reste au-dessus des 70% en position finale, avant de redescendre sur le troisième tiers. Sur ce dernier tiers, excepté pour Loc10f en position intervocalique et Loc3f et Loc4f en position finale (entre 30% et 35%), le taux est toujours inférieur à 30%, et même plutôt autour de 10% et moins pour la majorité (7 locutrices en position intervocalique et 9 en position finale (dont 2 à 0%)). Ce taux ne diminue pas nécessairement entre le deuxième et le

troisième tiers même si c'est la tendance. Il augmente notamment pour Loc2f et Loc10f en position intervocalique et pour Loc4f en position finale.

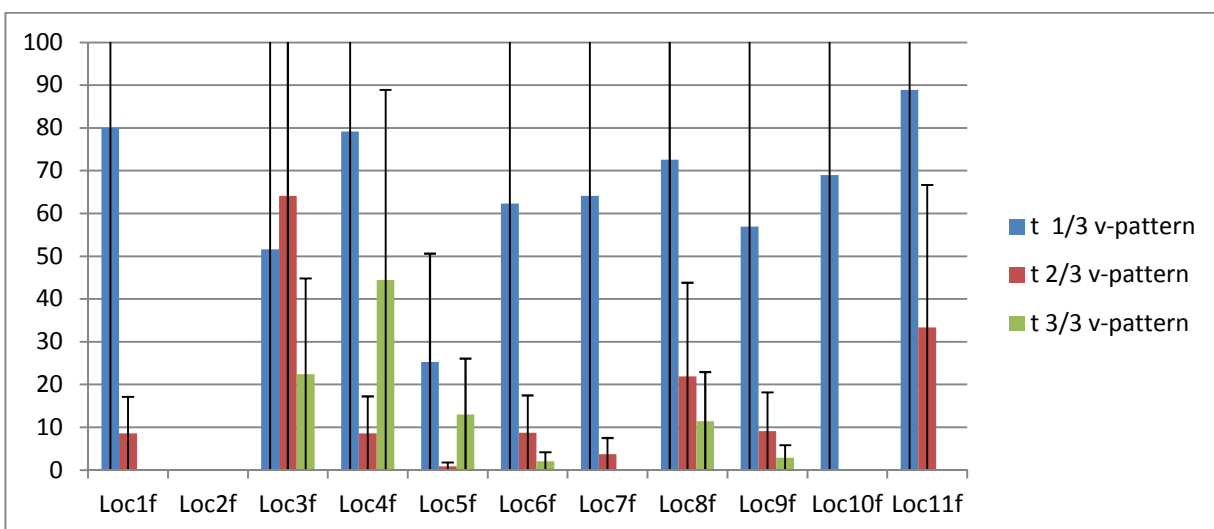
Pour le /p/, la tendance est une présence de voisement sur le premier tiers de la consonne, en position intervocalique comme en position finale, même si ce taux est plus faible dans ce dernier cas. Dès le deuxième tiers, l'on constate généralement une forte diminution, voire parfois une disparition du voisement.

c. V-pattern – analyse de /t/ des locutrices françaises

Nous analysons dans cette partie le /t/ en positions intervocalique (1 e 2) et en position finale (4) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /t/ sont calculées en position intervocalique (Graphique 73) (188 occurrences) puis en position finale (Graphique 74) (124 occurrences) pour les 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).



Graphique 73 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (188 occurrences de /t/)



Graphique 74 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en quatrième position des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (124 occurrences de /t/)

Nous observons sur les Graphique 73 et Graphique 74 qu'en position intervocalique, et généralement en position finale des logatomes, le premier tiers des occlusives sourdes /t/ est en grande partie voisée. Excepté pour Loc2t et Loc5t en position finale, ce premier tiers a un taux en moyenne toujours supérieur à 50%. En position intervocalique, il atteint même 100% pour 3 locutrices (Loc4f, Loc6f et Loc9f) et il atteint ou dépasse 80% pour 5 autres.

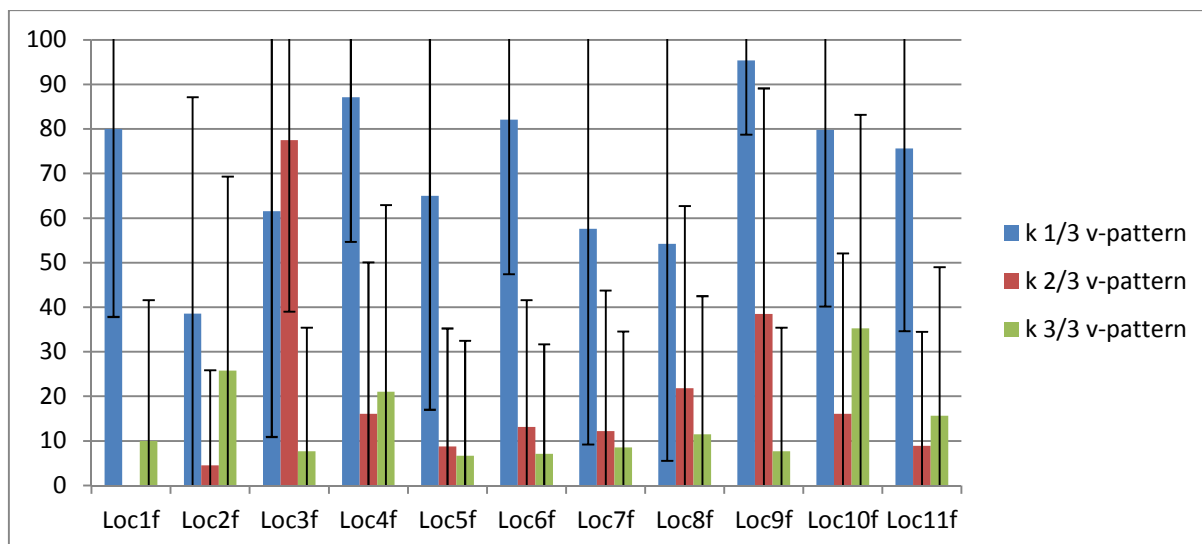
Sur le deuxième tiers, ce taux moyen chute presque toujours. Excepté pour Loc4f en position intervocalique et Loc3f et Loc11f en position finale, il ne dépasse pas les 30%. Pour 7 locutrices, il est inférieur à 20% en position intervocalique. En position finale, pour 8 locutrices, il est inférieur à 10% et pour deux d'entre elles, il est à 0%. Loc3f dépasse cependant les 60% sur ce tiers, montant ainsi plus haut que le taux moyen du premier tiers de cette locutrice.

Sur le troisième tiers de la consonne, trois tendances sont observées : ou bien le taux reste à peu près le même par rapport au deuxième tiers, ou bien il chute encore (5/11 locutrices ont moins de 10% sur le dernier tiers en position intervocalique et 7 en position finale (dont 5 à 0%)), ou bien, surtout pour Loc1f en position intervocalique et Loc4f en position finale, il remonte. Enfin, nous pouvons remarquer que les taux moyens les plus hauts en position finale sont accompagnés d'un écart-type très grand, indiquant leur très grande variabilité. Ceci diffère très largement de la position intervocalique où les taux sur le premier tiers peuvent au contraire être très stables, avec des écarts-types nuls ou quasi-nuls pour les 3 locutrices à 100%.

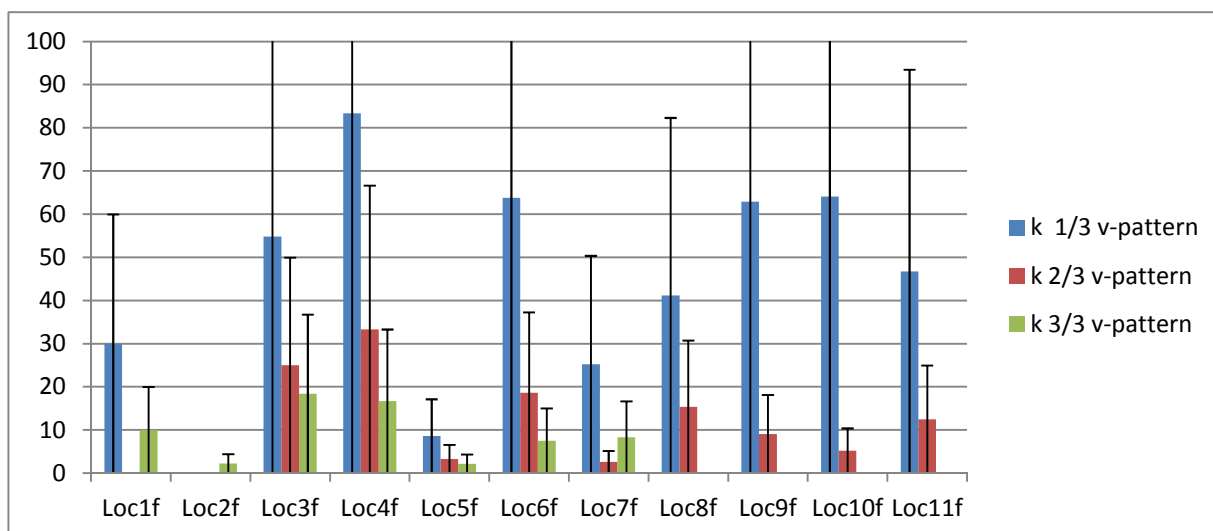
Le /t/ des locutrices françaises présentent donc un taux de voisement important sur le premier tiers de la consonne, notamment en position intervocalique. Ce taux diminue ensuite très rapidement, le plus souvent autour de ou sous la barre des 20% en position intervocalique et sous la barre des 10% en position finale, dès le deuxième tiers, jusqu'à disparaître ou presque sur le troisième tiers pour la majorité des locutrices.

d. V-pattern – analyse de /k/ des locutrices françaises

Nous analysons dans cette partie le /k/ en positions intervocalique (1 e 2) et en position finale (4) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /k/ sont calculées en position intervocalique (Graphique 75) (200 occurrences) puis en position finale (Graphique 76) (119 occurrences) pour les 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).



Graphique 75 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (200 occurrences de /k/)



Graphique 76 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (119 occurrences de /k/)

Comme pour les deux précédentes occlusives sourdes, le voisement présent sur le /k/ est très largement situé sur le premier tiers de la consonne. En position intervocalique, le taux de voisement sur le premier tiers atteint ou dépasse 80% pour 5 locutrices (et dépasse 90% pour une) : Loc4f, Loc4f, Loc6f, Loc9f et Loc10f. Il atteint 75% pour Loc11f. Pour 4 locutrices, il est entre 50% et 65%. Seule Loc2f n'atteint pas les 40%. Bien qu'étant toujours la partie de la consonne la plus voisée, ce taux est plus bas sur le premier tiers en position finale du logatome. Loc4f est la seule locutrice qui atteint les 80%, 4 sont sur la tranche 55% - 65%, 4 ont entre 25 et 45%. Pour les deux dernières, ce taux passe sous les 10% et atteint même 0% (Loc2f).

Sur le deuxième tiers de la consonne, en dehors de Loc3f qui dépasse les 75% et Loc9f qui atteint presque les 40% de taux de voisement en position intervocalique et Loc4f qui dépasse les 30% en position finale, le taux moyen de voisement est autour de ou inférieur à 20%. En position intervocalique, 4 locutrices ont même un taux moyen inférieur à 10% (une à 0%) et 6

en position finale (dont 2 à 0%). Remarquons ici le taux surprenant de 75% sur le deuxième tiers de la locutrice Loc3f en position intervocalique, taux moyen supérieur à celui du premier tiers. Cette même locutrice a cependant une chute de ce taux sur le troisième tiers jusqu'à atteindre un taux inférieur à 10%.

Sur le troisième tiers, trois locutrices seulement ont entre 20% et 35% de taux de voisement en position intervocalique (Loc2f, Loc4f et Loc10f), ce qui marque pour elles une petite augmentation du taux moyen par rapport au deuxième tiers. Pour toutes les autres, et pour toutes en position finale, le taux moyen est inférieur à 20%. Il est même inférieur à 10% pour 6 d'entre elles en position intervocalique et pour 9 en position finale. Parmi ces dernières, il descend même à 0% pour 4 d'entre elles.

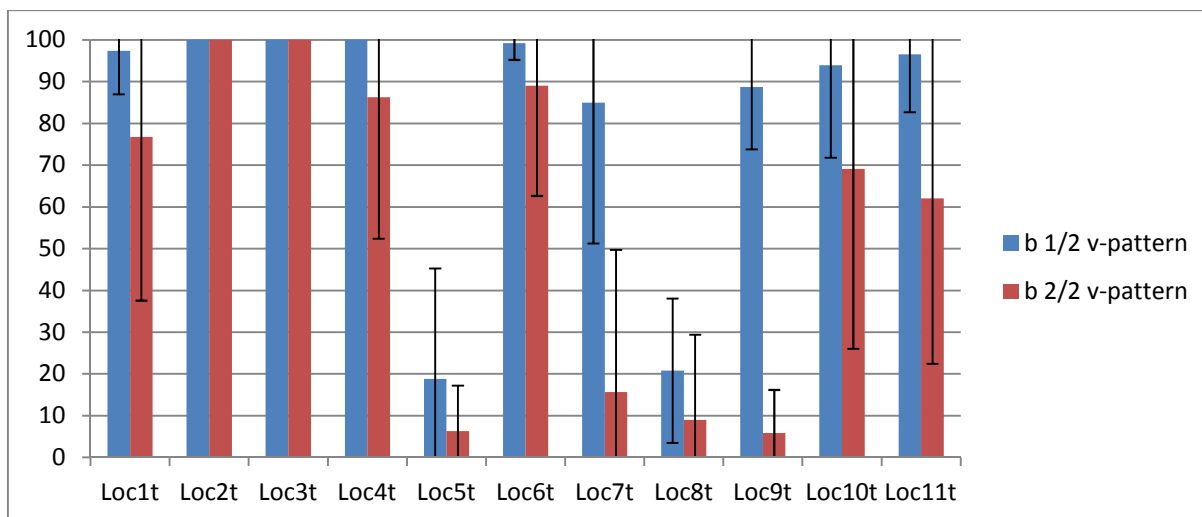
Le /k/, consonne sourde, est la consonne qui reçoit le moins de voisement parmi toutes celles étudiées. C'est la seule consonne qui n'obtient pas de taux maximal de 100% sur aucune des phases étudiées de la consonne. Aussi bien au début qu'en fin de consonne, elle obtient globalement les taux les plus bas de voisement. Il ne s'agit pas ici d'une difficulté à voiser la consonne, car les locutrices ne cherchent pas à la voiser, bien au contraire. Il s'agirait plutôt d'un résultat dû à des contraintes articulatoires de la consonne facilitant ici la non-production de voisement, attendu qu'en contrepartie, les voyelles en coarticulation tendent à introduire du voisement sur la consonne.

3. Mesures de v-pattern des occlusives voisées des locutrices taïwanaises en position intervocalique

Nous analysons dans cette partie la répartition du voisement sur la durée de la consonne. Nous utilisons pour cela l'indice de v-pattern. L'analyse est effectuée sur deux moitiés égales de la consonne pour les occurrences de plus de 55ms (262 /b/, 261 /d/ et 260 /g/) et sur trois tiers des consonnes pour les occurrences de plus de 80ms (239 /b/, 219 /d/ et 223 /g/).

a. V-pattern – analyse de /b/ des locutrices taïwanaises (intervocalique)

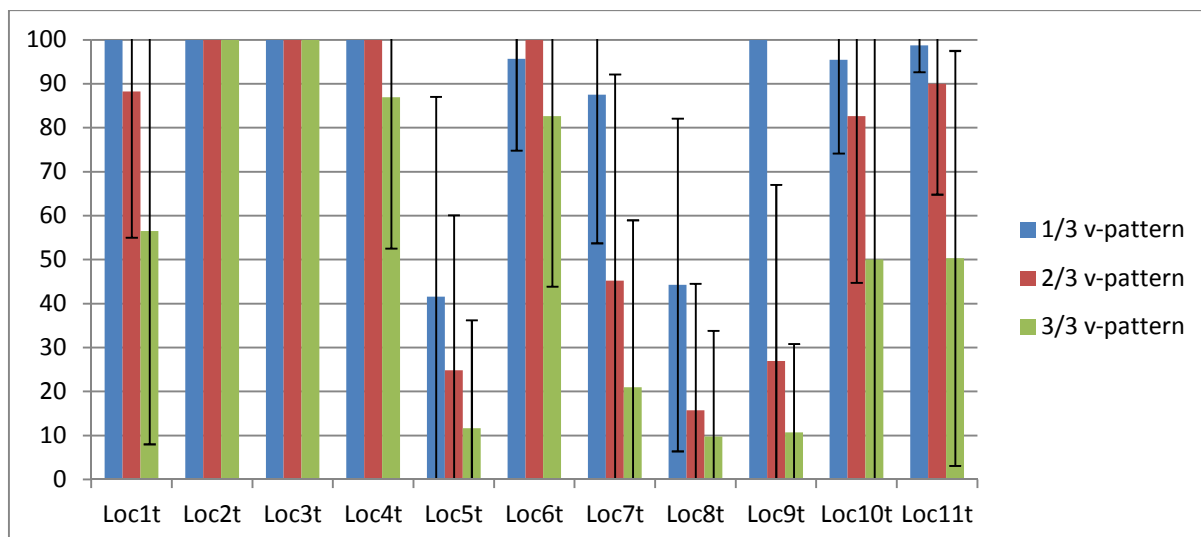
Nous analysons tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /b/ pris sur deux moitiés égales (Graphique 77) et sur trois tiers égaux (Graphique 78) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



Graphique 77 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (262 occurrences de /b/)

Nous observons sur le Graphique 77 que la répartition du voisement sur la consonne n'est pas égale. Excepté pour les locutrices Loc2t et Loc3t pour lesquelles le taux reste de façon constante à 100% jusqu'à la fin de la consonne, pour les autres locutrices l'on constate une diminution du voisement. Pour les locutrices Loc1t, Loc4t, Loc6t, Loc7t, Loc9t, Loc10t et Loc11t, le taux de voisement moyen sur la première moitié de la consonne est supérieur, à 80%, voire même à 90% ou à 95%. Pour les locutrices Loc4t et Loc6t, la diminution sur la deuxième partie de la consonne n'est que de 10 ou 15%, ce qui leur laisse des moyennes de v-ratio sur l'ensemble de la consonne assez hautes. Pour les locutrices Loc1t, Loc10t et Loc11t, atteint les 20 ou 30%. Les diminutions les plus remarquables concernent les locutrices Loc7t et Loc9t pour lesquelles le taux de voisement moyen en fin de consonne passe sous la barre des 20%, et même des 10% (Loc9t). Ces premières observations semblent indiquer que les différences entre les locutrices que nous avons observées pour le v-ratio ne proviennent pas nécessairement d'une différence de v-ratio sur l'ensemble de la consonne, mais sur la tenue du voisement sur la consonne.

Pour les locutrices loc5t et Loc8t, il y a également une perte de voisement entre le début et la fin, néanmoins, le taux de voisement en début de consonne atteint tout juste les 20%.

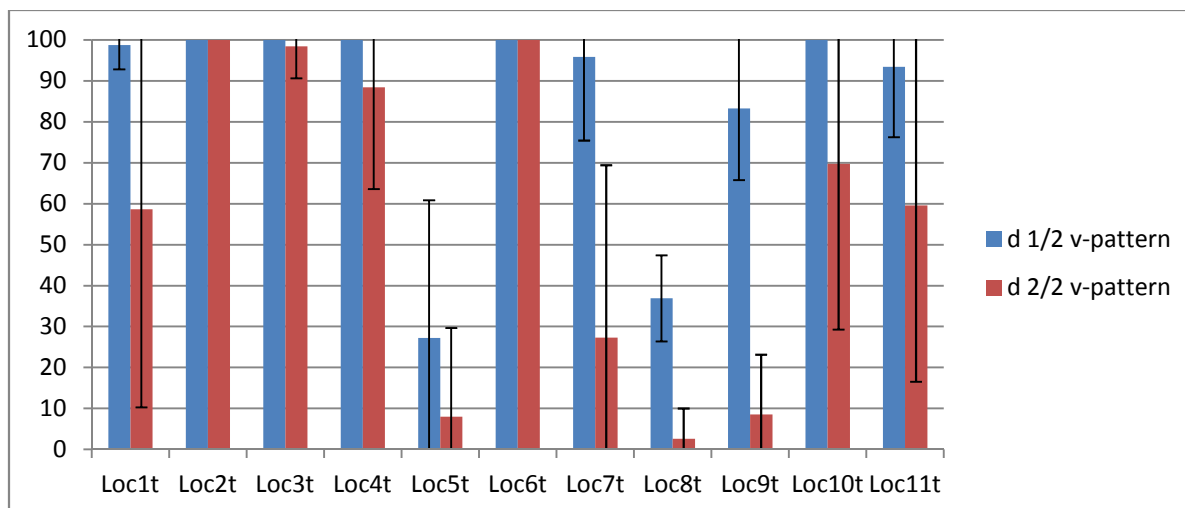


Graphique 78 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (239 occurrences de /b/)

L'observation du Graphique 78 quant au voisement de l'occlusive /b/ nous apporte encore quelque chose. Si pour les locutrices Loc2t et Loc3t, il n'y a pas de différence – le taux de 100% est maintenu du début à la fin – pour la locutrice Loc4t, déjà, nous voyons que la perte de voisement ne se fait que durant le dernier tiers de la consonne. Ensuite, pour les locutrices Loc1t et Loc9t, le premier tiers de la consonne est voisé à 100%. Mais entre ces deux locutrices, nous voyons que pour Loc1t, le taux se maintient à plus de 85% sur le deuxième tiers, alors qu'il baisse directement sous les 30% pour Loc9t. Pour Loc10t comme pour Loc11t, la baisse la plus importante du taux de voisement s'effectue sur le dernier tiers où il atteint les 50%. Pour Loc7t, nous constatons une première diminution du taux de près de 40%, puis encore de 20%. Le cas de Loc6t est intéressant, puisqu'il s'agit de la seule locutrice pour laquelle il y a une augmentation entre le premier tiers et le deuxième tiers, atteignant même le taux de 100% en milieu de consonne. Il y aurait donc pour elle une tendance à parfois interrompre un peu le voisement au début, à en reproduire de façon systématique, puis à ne pas pouvoir le maintenir jusqu'à la fin – le taux restant au-dessus de la barre des 80% sur le dernier tiers malgré tout. Enfin, pour Loc5t et Loc8t, nous observons que le taux moyen sur le premier tiers de la consonne atteint les 40%, ce qui semble indiquer – si nous comparons avec les résultats du v-pattern sur les deux moitiés de la consonne – que le voisement observé en début de consonne pourrait n'être que du V.T.T (Agnello, 1975) de la voyelle précédente.

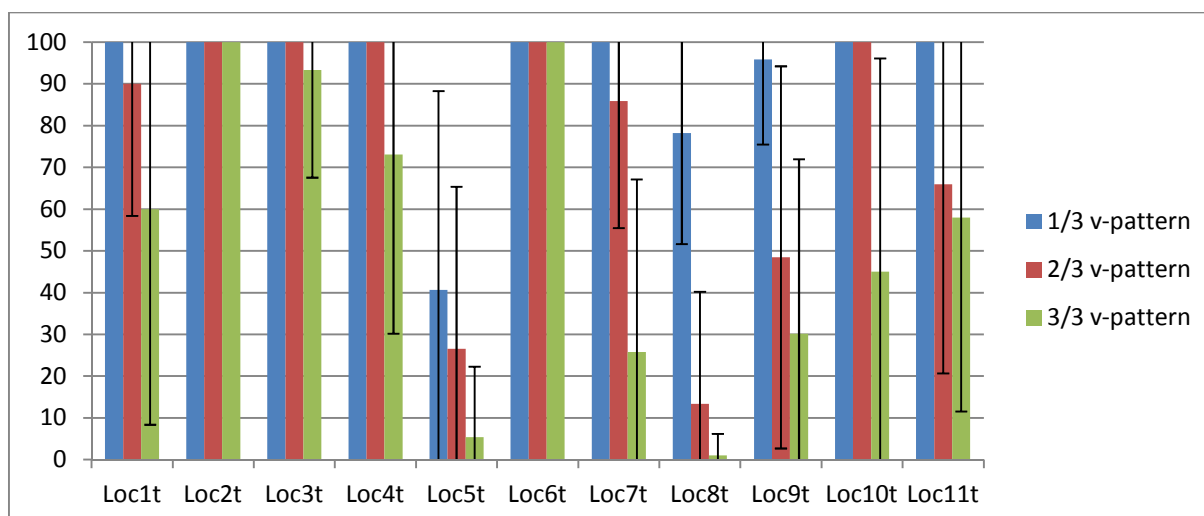
b. V-pattern – analyse de /d/ des locutrices taïwanaises (intervocalique)

Nous analysons ensuite les moyennes de taux de voisement de /d/ pris sur deux moitiés égales (Graphique 79) et sur trois tiers de durées égales (Graphique 80) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



Graphique 79 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (261 occurrences de /d/)

Quoique les taux ne soient pas tout à fait les mêmes, la tendance pour le /d/ est la même que pour le /b/. Nous constatons sur le Graphique 79, excepté pour les locutrices ayant un taux de voisement constant du début à la fin de 100%, une diminution du taux entre la première moitié et la deuxième moitié. De plus, les mêmes locutrices reproduisent les mêmes schémas. Les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t ont des taux de voisement élevés au début et en fin de consonne, Loc3t et Loc4 étant ici les locutrices ayant une petite baisse entre le début et la fin (On observe une très petite baisse pour Loc3t (inférieure à 5%) alors qu'il n'y en avait pas pour /b/ et Loc6t conserve au contraire un taux à 100% alors que l'on observait une baisse pour /b/). Les locutrices Loc1t, Loc7t, Loc10t et Loc11t obtiennent des taux en première moitié de consonne supérieurs à 90% et ont ensuite des pertes de 30% (Loc10t et Loc11t), 40% (Loc1t) et même de plus de 60% (Loc7t) sur la deuxième moitié. Ils ont rejoints en cela par Loc9t qui obtient un taux supérieur à 80% en début de consonne et inférieur à 10% en fin de consonne. Enfin, Loc5t et Loc8t obtiennent des taux autour de 30-40% en début de consonne et diminue sous la barre des 10% et même des 5% pour Loc8t en fin de consonne.

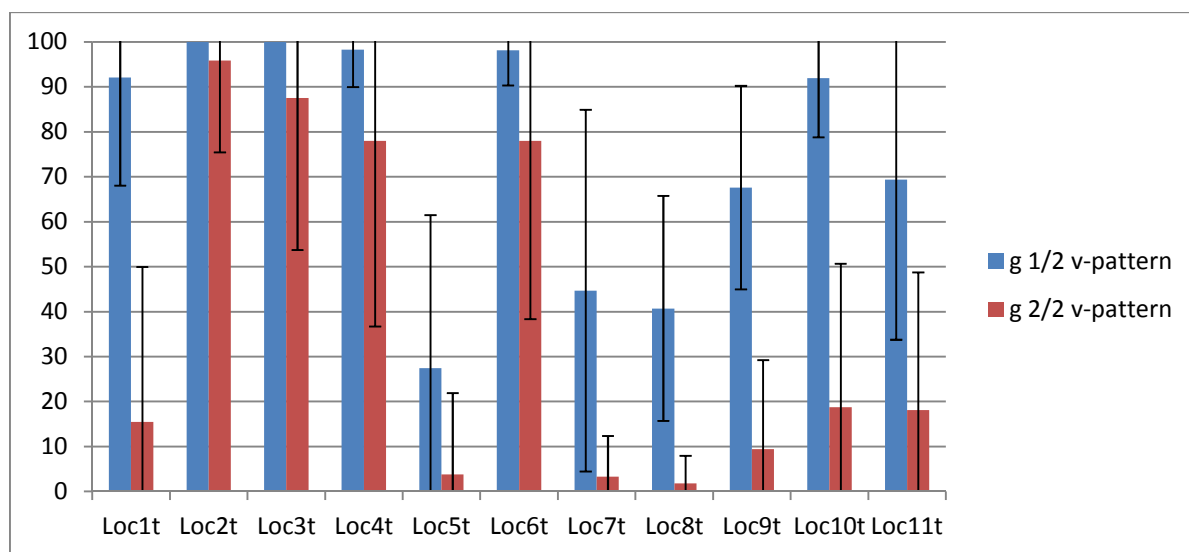


Graphique 80 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième (3/3) tiers (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (219 occurrences de /d/)

Les tendances observées avec un découpage en deux moitiés sont largement accentués avec l'observation de la consonne en trois tiers. Les locutrices Loc3t et Loc4t préservent 100% de voisement sur les 2 premiers tiers et ne perdent un peu de voisement que sur le troisième tiers. La locutrice Loc10t est dans le même cas, quoique la perte sur le troisième tiers soit plus importante et passe sous les 50%. Les locutrices Loc1t, Loc7t et Loc11t obtiennent 100% de taux de voisement sur le premier tiers. Loc9t également atteint les 95%. Les diminutions sont ensuite plus ou moins rapides, d'abord avec Loc1t et Loc7t qui perdent autour de 10-15% de voisement sur le deuxième tiers puis 30% pour la première et 60% pour la deuxième. Loc9t et Loc11t perdent plus sur le deuxième tiers (entre 30 et 40%) et moins sur le troisième (autour de 10-20%). Loc8t atteint presque les 80% de taux de voisement sur le premier tiers, mais perd presque tout dès le deuxième tiers en atteignant d'abord les 10-15% puis avoisinant les 0% sur le dernier tiers. Loc5t atteint les 40% sur le premier tiers puis diminue de 15-20% à chaque tiers.

c. V-pattern – analyse de /g/ des locutrices taïwanaises (intervocalique)

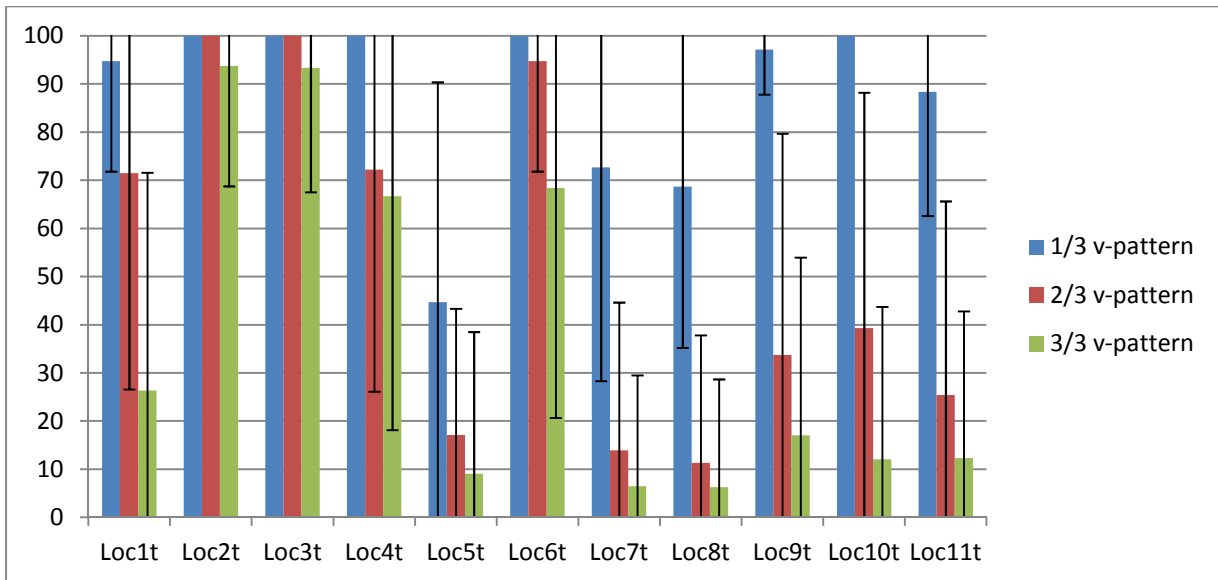
Nous analysons tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /g/ pris sur deux moitiés égales (Graphique 81) et sur trois tiers de durées égales (Graphique 82) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



Graphique 81 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (260 occurrences de /g/)

Le fait que le /g/ soit la consonne pour laquelle le voisement soit le plus difficile à conserver dans la durée se confirme sur le Graphique 81. Aucune locutrice n'a pu obtenir un taux de 100% sur la deuxième moitié de la consonne, néanmoins 4 locutrices s'en approchent : il s'agit toujours des locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t. Ces 4 locutrices ont un taux proche des 100% en première moitié de consonne, puis une baisse entre 5% et 20% sur la deuxième moitié. Deux locutrices dépassent les 90% de taux de voisement en première moitié de consonne : Loc1t et Loc10t. Néanmoins, en deuxième moitié de consonne, ce taux passe pour elles sous la barre des 20%. De la même manière Loc9t et Loc11t obtiennent un taux proche de 70% en première moitié, puis passent sous les 20% et même 10% en deuxième moitié. Le

comportement de Loc7t ressemble pour /g/ plus à celui de Loc8t, puisqu'elle atteint juste les 40% en première moitié, puis le taux avoisine les 0% en fin de consonne. Loc5t n'atteint pas les 30% en première moitié, puis comme les deux locutrices précédentes, ne dépasse pas les 5% en fin de consonne.



Graphique 82 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (223 occurrences de /g/)

A nouveau, les tendances semblent s'accroître avec un découpage de la consonne en trois tiers. Les locutrices Loc2t et Loc3t gardent le taux de 100% sur les deux premiers tiers de la consonne. Loc6t n'a qu'une perte de 5% sur le premier tiers, mais de 20% sur le dernier, tandis que pour Loc4t, l'on constate une perte de presque 30% dès le deuxième tiers, mais seulement de 5% sur le dernier par rapport au précédent. Les locutrices Loc1t, Loc9t et Loc10t atteignent, ou presque, le taux de 100% sur le premier tiers, Mais il baisse à 70% sur le deuxième tiers pour Loc1t et sous la barre des 40% pour Loc9t et Loc10t, avant d'arriver entre 10% et 25% en fin de consonne. Loc11t suit le même schéma, mais avec un taux autour de 90% sur le premier tiers. Cette analyse confirme la similitude entre Loc7t et Loc8t pour le /g/, avec un taux autour de 70% sur le premier tiers, qui passe pour les deux locutrices autour de 10%-15% sur le deuxième tiers et sous les 10% en fin de consonne. Loc5t suit un schéma similaire, mais avec un taux autour de 45% seulement en début de consonne.

L'analyse du v-pattern sur les consonnes /b d g/ en position intervocalique des locutrices taïwanaises nous révèle que le taux de voisement n'est pas régulier sur toute la consonne. Nous avons de façon générale une baisse entre le début et la fin de la consonne, baisse qui peut être considérable. Ainsi, excepté pour Loc5t d'abord, mais aussi Loc8t et Loc7t pour /g/ qui ne dépassent jamais les 50%, sinon en tout début de consonne (pour Loc8t et Loc7t), l'ensemble des autres locutrices obtient des taux de voisement en début de consonne pouvant atteindre sinon les 80%-90%, les 100% sur le premier tiers de la consonne. Les différences de v-ratio que nous avons pu observer sur les locutrices proviennent dans l'ensemble de la rapidité et de l'importance de la perte de ce voisement sur la durée de la consonne.

Ainsi, les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t préservent bien ou très bien le voisement sur la durée de la consonne. Les locutrices Loc1t, Loc10t, Loc11t obtiennent de bons taux de voisement en début de consonne et le perdent ensuite progressivement (plus vite pour Loc11t par rapport aux deux autres). Les locutrices Loc7t et Loc9t obtiennent également de bons taux au début, mais le perdent plus rapidement. Loc7t semble avoir des difficultés accrues avec le /g/. Loc8t peut obtenir des taux proches de 70-80% au début de consonne (comme Loc7t avec /g/) mais perd tout ce voisement très vite. Loc5t ne dépasse jamais les 50% de taux de voisement en début de consonne et perd également tout ou presque très vite.

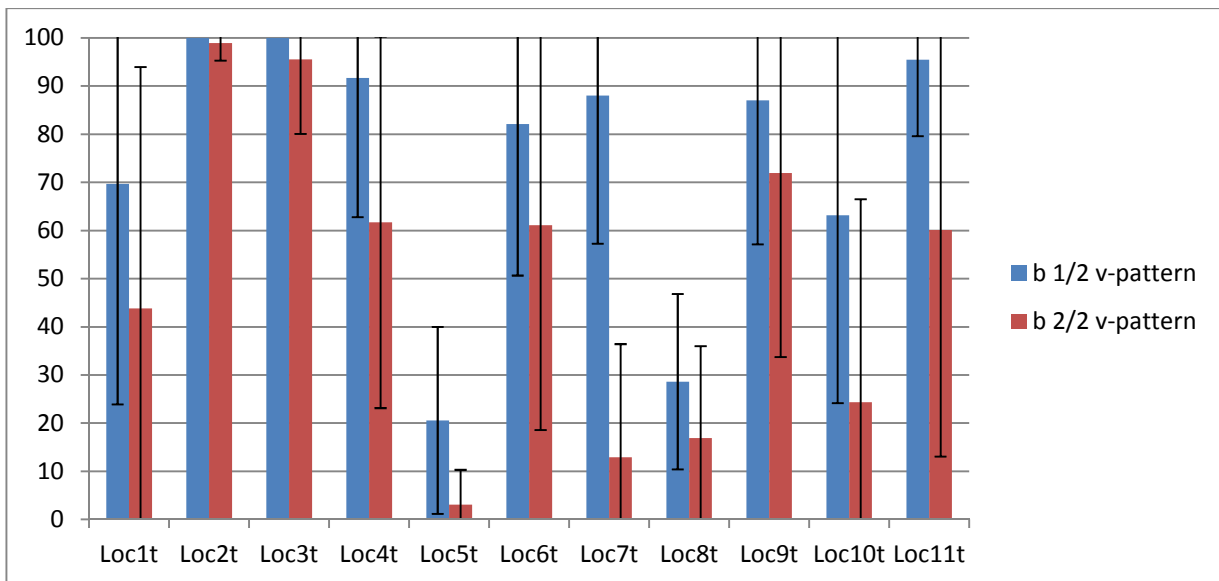
4. Mesures de v-pattern des occlusives voisées des locutrices taïwanaises en position finale du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$

Nous analysons ici les occlusives en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Nous avons relevé dans la partie : *L'enchaînement à la phrase cadre* que la locutrice Loc4t enchaîne les logatomes à la phrase cadre. De la sorte, pour cette locutrice, la position finale n'est pas prépausale. Nous avons également relevé dans la partie : *Déterminer la position finale relativement à la voyelle* que les locutrices Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t ne marquent pas de différence de durée de la dernière syllabe du logatome par rapport aux voyelles précédentes, nous interrogeant sur le fait que cette voyelle soit porteuse de l'accent de groupe – qui concerne une syllabe finale en français. Enfin, nous avons remarqué dans la partie : *La prononciation d'un schwa* que nous avons parfois segmenté une voyelle ([ə]) après les consonnes. Néanmoins, ces schwas ont une durée significativement inférieure à la voyelle précédente, n'en faisant pas une voyelle finale de groupe rythmique.

Puisque nous analysons chaque locutrice indépendamment, ces éléments seront considérés a posteriori. Ainsi, seules sont exclues de notre analyse les occurrences dont la durée ne peut être déterminée, ou les occurrences ne correspondant pas aux durées requises pour l'analyse. Les occurrences d'une durée supérieure à 55ms sont analysées en deux moitiés égales, et les occurrences avec une durée supérieure à 80 ms sont analysées en trois parties égales.

a. V-pattern – analyse de /b/ des locutrices taïwanaises (position finale)

Nous analysons maintenant le /b/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /b/ sont calculées sur deux moitiés égales (Graphique 83) (128 occurrences) puis sur trois parties de durées égales (Graphique 84) (117 occurrences) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



Graphique 83 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, par 11 locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t) (128 occurrences de /b/)

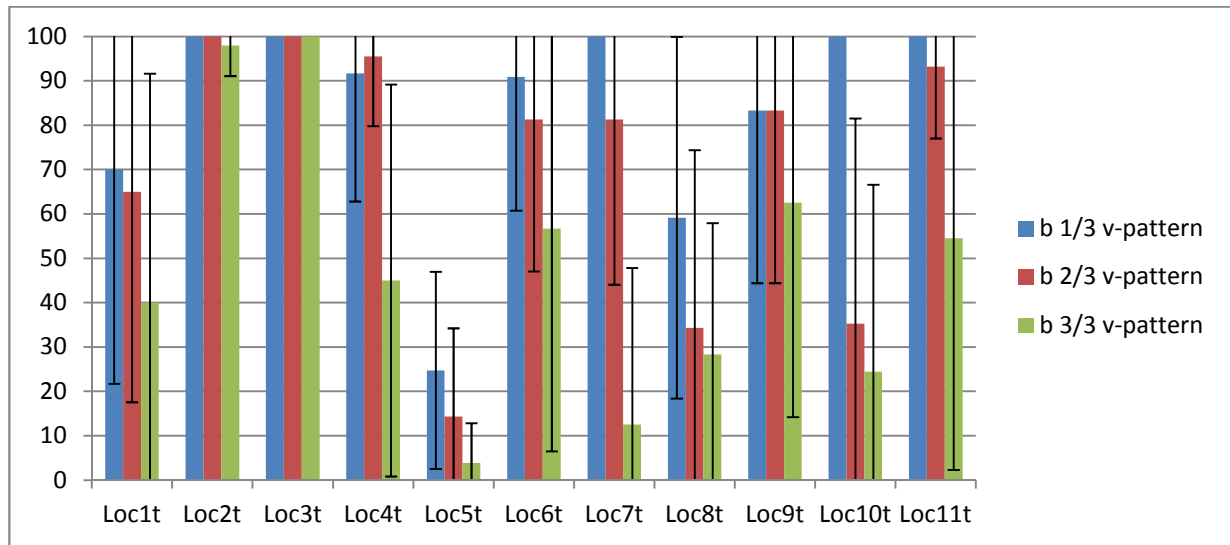
L'analyse des consonnes en position finale des logatomes confirme nos observations précédentes : le voisement est produit d'abord en début de consonne, puis il s'atténue ensuite. Il semble que dans cette position finale, la diminution soit nettement accentuée par rapport à la position intervocalique. En première moitié de consonne /b/, seules les locutrices Loc2t et Loc3t atteignent le taux de voisement de 100%. Ce sont également les deux seules locutrices qui gardent un taux supérieur à 90% sur la deuxième moitié. Sur la première moitié de la consonne, Loc4t et Loc11t dépassent les 90%, Loc6t, Loc7t et Loc9t dépassent les 80% et Loc1t et Loc10t sont entre 60% et 70% de taux de voisement. Nous retrouvons Loc5t et Loc8t avec le plus bas taux : entre 20 et 30% seulement. En deuxième moitié de consonne, en dehors des deux locutrices précédemment citées, une seule atteint tout juste les 70% (Loc9t). Loc4t, Loc6t et Loc10t atteignent tout juste les 60%. Loc7t, qui avait un taux supérieur à 80% en première moitié de consonne ne dépasse pas les 15% en deuxième moitié. Loc1t et Loc10t perdent respectivement plus de 20% et 30% (presque 40%) de voisement. Enfin, toujours en deuxième moitié de consonne, Loc8t passe sous la barre des 20% tandis que pour loc5t, le taux avoisine les 0%.

Si l'on compare ces résultats à la position intervocalique, nous obtenons quelques surprises. Certes, pour des locutrices comme Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc6t et Loc10t nous observons une petite diminution du taux, comme attendu. En fait, nous observons également une diminution avec Loc4t, alors que cette locutrice a enchaîné le logatome à la phrase cadre. De la sorte, nous nous attendions plutôt à des résultats plus similaires entre les deux positions.

Pour les locutrices Loc7t et Loc11t, il n'y a pas de différence très nette entre la position intervocalique et la position finale du logatome. Aussi bien en première moitié de consonne qu'en deuxième, les taux semblent similaires.

Au contraire, pour Loc9t, alors que le taux en deuxième moitié de consonne était inférieur à 10% en position intervocalique, il est ici supérieur à 70%. Cette locutrice semble mieux conserver

le voisement en position finale du logatome. Loc7t et Loc9t sont deux locutrices pour lesquelles nous n'avons pas relevé d'allongement de la dernière voyelle du logatome. Néanmoins, cela n'explique pas pourquoi le taux serait meilleur en position finale du logatome.



Graphique 84 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (117 occurrences de /b/)

Les résultats des taux de voisement pour le v-pattern en trois tiers égaux nous confirment le très haut score de voisement des locutrices Loc2t et Loc3t. Pour Loc2t, la perte de voisement n'apparaît que sur le troisième tiers et reste malgré tout bien au-dessus des 95%. Pour Loc3t, le score de 100% constant du début à la fin n'est possible que si la baisse observée sur le v-pattern en deux moitiés ne concernait que les occurrences de plus de 55ms mais inférieures ou égales à 80ms.

Trois locutrices atteignent un taux de 100% sur le premier tiers : Loc7t, Loc10t et Loc11t. Des différences apparaissent cependant dès le deuxième tiers avec Loc11t qui conserve un taux supérieur à 90% mais passe sous les 60% pour le troisième tiers, Loc7t qui conserve un taux autour de 80% sur le deuxième tiers mais perd presque tout sur le troisième tiers (autour de 10%) et Loc10t qui baisse d'abord à un taux autour de 35% puis à 25% sur le dernier tiers.

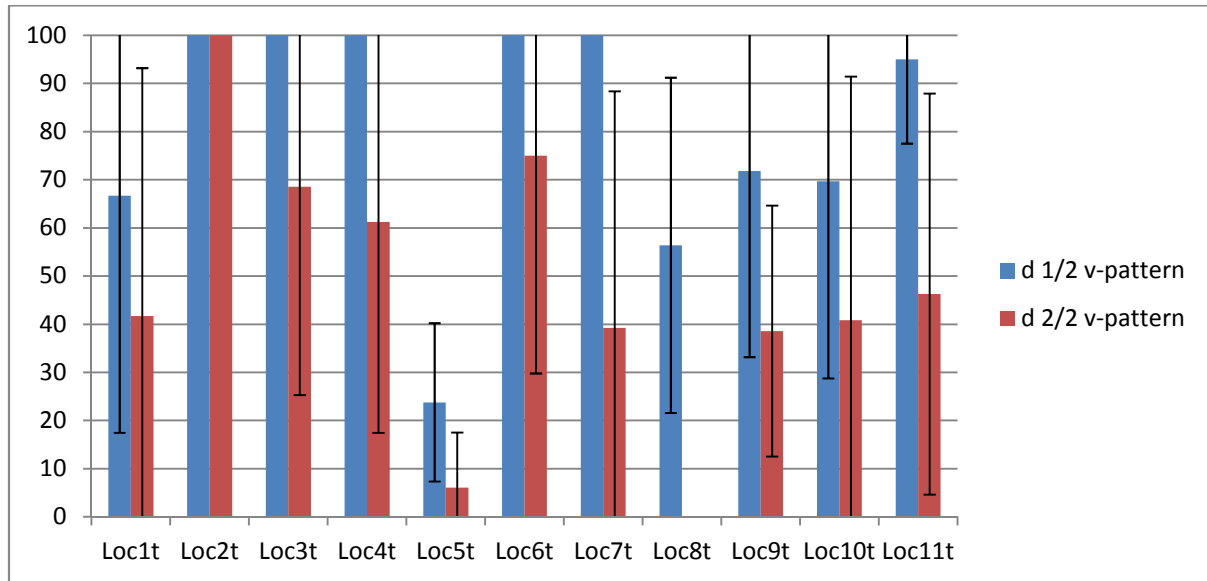
Les locutrices Loc4t, Loc6t et Loc9t n'obtiennent pas 100% mais obtiennent tout de même des taux supérieurs à 80% voire même à 90% (pour Loc4t) sur les deux premiers tiers. Une baisse n'est observable que sur le troisième tiers (autour de 60% pour Loc6t et Loc9t et autour de 45% pour Loc4t).

Loc1t ensuite obtient des taux autour de 65-70% sur les deux premiers tiers, puis ce taux chute à 40% sur le dernier tiers. Loc8t obtient 60 sur le premier tiers, puis le taux baisse autour de 40% sur les deux derniers tiers. Loc5t, enfin, ne dépasse pas en moyenne les 25%, et ce taux chute de 10% environ à chaque tiers.

b. V-pattern – analyse de /d/ des locutrices taïwanaises (position finale)

Nous analysons dans cette partie le /d/ en position finale des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /d/ sont calculées entre le début et la fin sur

deux moitiés égales (Graphique 85) (128 occurrences) puis sur trois parties de durées égales (Graphique 86) (95 occurrences) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



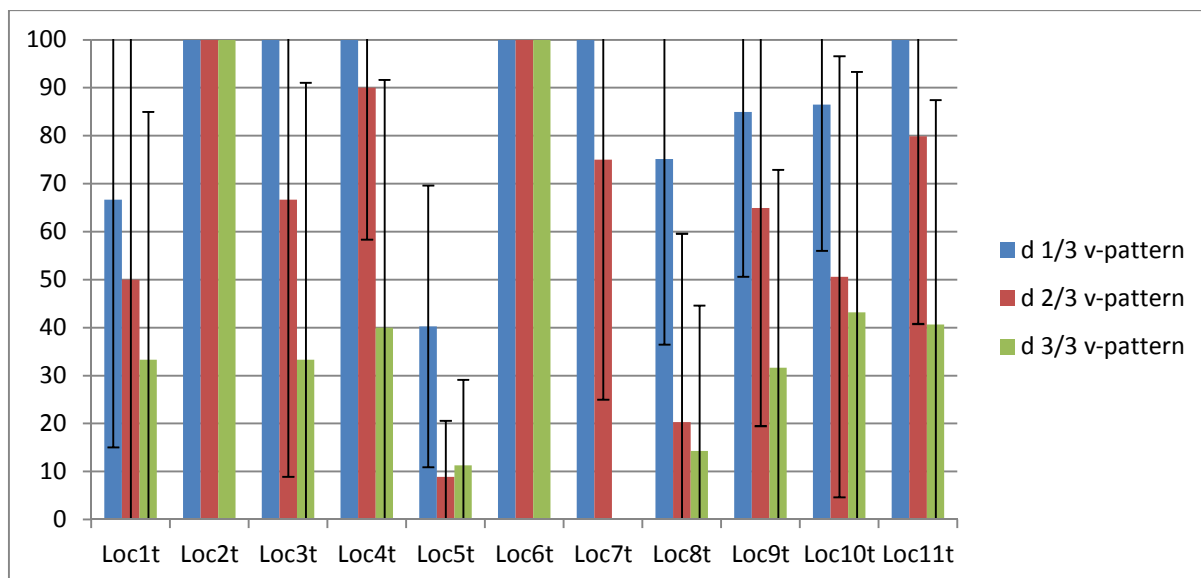
Graphique 85 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (128 occurrences de /d/)

Le taux de voisement de /d/ analysé en deux parties égales permet d'observer plus de locutrices avec un taux de 100% sur le début de la consonne. 5 locutrices ont obtenu ce taux : Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t et Loc7t. Une différence apparaît ensuite entre Loc2t qui conserve ce même taux sur la deuxième moitié, et tout d'abord Loc3t, Loc4t et Loc6t pour lesquelles ce taux diminue entre 60 et 75%, et enfin Loc7t pour laquelle il passe sous la barre des 40%. Loc11t obtient des résultats similaires, avec tout d'abord un taux autour de 95% en première moitié de consonne, puis une diminution sous la barre des 50%.

Loc1t, Loc9t et Loc10t ensuite obtiennent des résultats comparables, avec un taux autour de 70% en première moitié de consonne, puis une diminution jusqu'au taux de 40% sur la deuxième moitié.

Loc5t, comme pour les observations précédentes obtient un taux à peine supérieur à 20% en première moitié, puis une diminution jusqu'à 5% sur la deuxième moitié.

Les résultats de Loc8t sont assez inédits, avec un taux supérieur à 50% sur la première moitié, puis une absence totale de voisement sur la deuxième moitié. Une erreur de détection peut être soupçonnée, car le script a relevé du voisement sur 3 des occurrences dans l'analyse en 3 tiers alors qu'il n'en a pas relevé ici. Le taux moyen reste malgré tout très bas en fin de consonne pour cette locutrice.



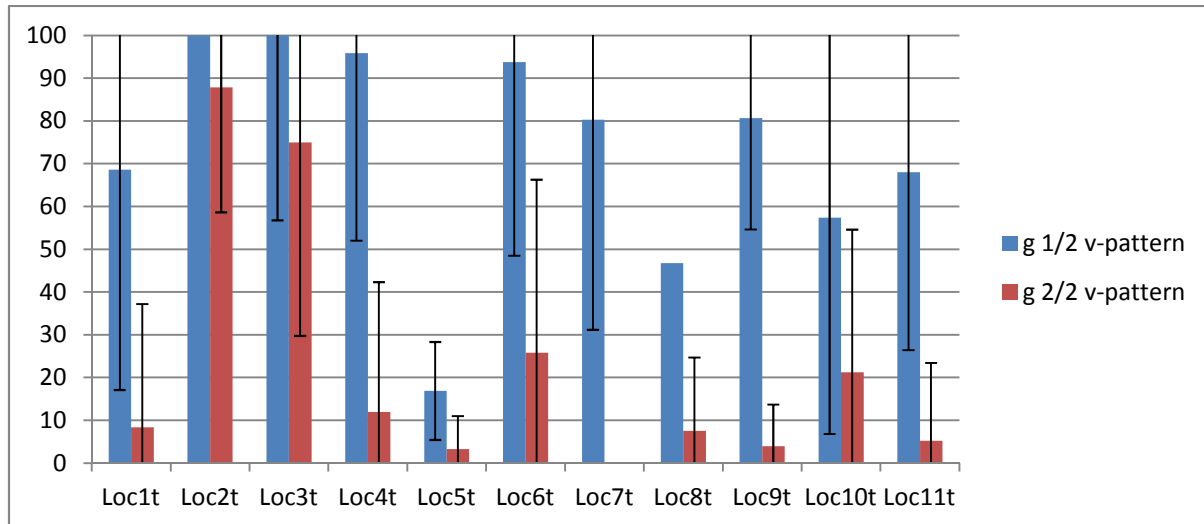
Graphique 86 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (95 occurrences de /d/)

Nous observons sur le Graphique 86 que sur le premier tiers de la consonne /d/, 6 locutrices sur les 11 ont un taux de voisement de 100% : Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t, Loc7t et Loc11t. Seules Loc2t et Loc6t conservent ce taux jusqu'à la fin. Loc4t conserve un taux de 90% sur le deuxième tiers, puis nous observons une chute jusqu'à 40% sur le dernier tiers. Pour Loc4t, Loc7t et Loc11t, le taux chute d'abord à 70% ou 80%, puis à 40% pour Loc4t e Loc11t, et à 0% pour Loc7t. Les locutrices Loc9t et Loc10t commencent avec un taux moyen entre 80% et 90%, mais ce taux chute sur le deuxième tiers respectivement un peu au-dessus de 60% et à 50%, puis à 30% pour la première, alors qu'il reste autour de 40% pour la seconde. Loc1t commence avec un taux autour de 65% et elle perd 15% à chaque tiers pour finir autour de 30-35% sur le dernier tiers. Enfin, Loc8t dépasse à nouveau les 80 sur le premier tiers, avant de presque tout perdre sur le deuxième tiers, avec un taux de 20% puis 15% sur les deux derniers tiers. Notons que le script n'avait rien détecté sur la fin des /d/ de cette locutrice en découpant la consonne en deux moitiés. L'analyse en trois tiers obtient des résultats différents sur les mêmes consonnes. Enfin, pour Loc5t, nous obtenons des résultats suivant la même tendance que Loc8t, mais avec un taux sur le premier tiers deux fois plus petit (40%) et une chute de ce taux dès le deuxième tiers pour arriver sur les deux derniers tiers autour de 10%.

Comparativement à la position intervocalique, nous remarquons qu'il n'y a pas de différence pour les locutrices Loc2t et Loc6t qui voisent totalement du début à la fin. Pour les locutrices Loc3t, Loc4t on observe que le taux reste à 100% sur le premier tiers, mais il n'y reste pas sur le deuxième tiers et diminue encore sur le troisième tiers. Le mouvement est similaire pour Loc7t qui n'avait cependant pas un taux de 100% sur le deuxième tiers en position intervocalique. Pour Loc11t, au contraire, le taux sur le deuxième tiers semble plus élevé en position finale (autour de 80%) de logatome qu'en position intervocalique (autour de 65%) (mais plus bas sur le troisième tiers en position finale). L'on observe également des taux plus bas de voisement sur les trois phases pour les locutrices Loc1t et Loc10t, qui sont d'autant plus visibles qu'elles ne conservent pas le 100% de voisement sur le premier tiers. Les différences sont moins nettes pour les locutrices Loc9t, Loc8t et Loc5t.

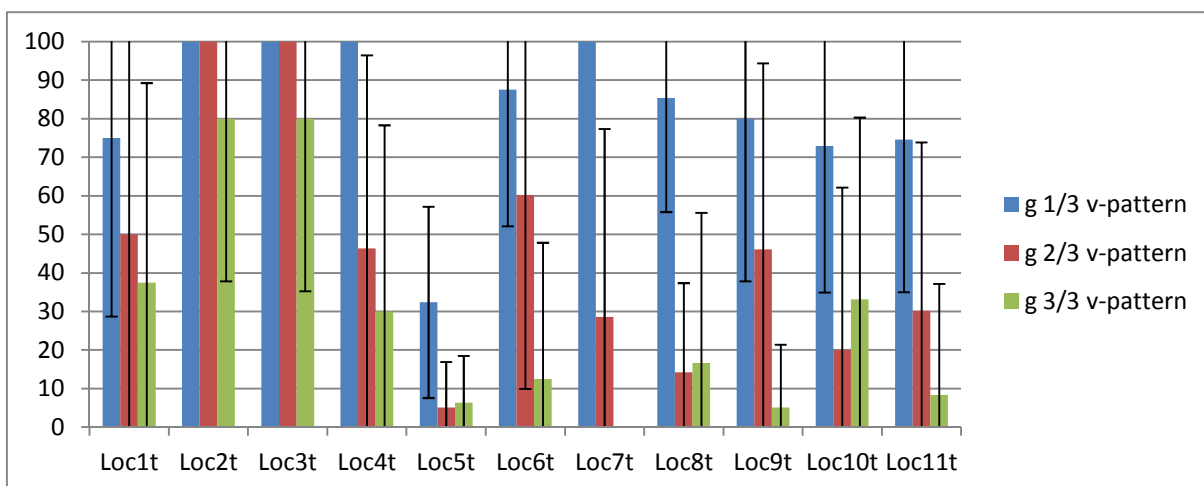
c. V-pattern – analyse de /g/ des locutrices taïwanaises (position finale)

Nous analysons dans cette partie le /g/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Tout d'abord les moyennes de taux de voisement de /g/ sont calculées entre le début et la fin sur deux moitiés égales (Graphique 87) (129 occurrences) puis sur trois parties de durées égales (Graphique 88) (104 occurrences) pour les 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).



Graphique 87 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (129 occurrences de /g/)

En position finale, 4 locutrices ont obtenu plus de 90% de taux de voisement sur la première moitié de la consonne : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t. 2 locutrices ont obtenu 80% : Loc7t et Loc9t. Loc1t et Loc11t sont sous la barre des 70%, Loc10t sous les 60%, Loc8t sous les 50% et finalement Loc5t sous les 20%. La grande particularité avec /g/ en position finale, est le peu de locutrices ayant conservé un haut taux de voisement sur la deuxième moitié de la consonne. Seules deux locutrices ont plus de 70% sur la deuxième moitié du /g/ : Loc2t (avec presque 90%) et Loc3t. L'ensemble des autres locutrices a moins de 30% sur cette deuxième moitié, et même 6 locutrices ont moins de 10%. Pour Loc7t, le script n'a relevé aucun voisement sur la fin de consonne (confirmé par les mesures en trois tiers).



Graphique 88 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (104 occurrences de /g/)

L'analyse de /g/ en trois sections nous révèle que pour les locutrices Loc2t et Loc3t, la perte de voisement se fait uniquement sur le troisième tiers. Les locutrices Loc4t et Loc7t atteignent également le taux de 100% sur le premier tiers, néanmoins, la perte sur le deuxième tiers est très importante : Loc4t ne conserve que 45% puis 30% sur la fin, et Loc7t moins de 30% sur le deuxième tiers et 0% sur le dernier. L'analyse des consonnes de plus de 80ms nous montre que seule une locutrice à moins de 70% sur le premier tiers : il s'agit de Loc5t avec environ 30%. En dehors de Loc2t et Loc3t 4 locutrices ont un taux supérieur à 40% sur le deuxième tiers : Loc1t (50%), Loc4t (environ 45%), Loc6t (60%) et Loc9t (environ 45%). Ce taux chute jusqu'à un taux entre 30% et 40% pour les deux premières, autour de 10% pour Loc6t et autour de 5% pour Loc9t sur le dernier tiers. Sur le dernier tiers, excepté Loc2t et Loc3t, toutes les locutrices ont moins de 40% de taux de voisement. Pour 5 d'entre elles, il est même inférieur à 20% ou à 10% (Loc5t, Loc9t et Loc11t pour ce dernier cas). Dans le cas de Loc10t, nous observons une hausse de plus de 10% du taux de voisement entre le deuxième tiers et le dernier tiers (de 20% à plus de 30%). Notons enfin que les taux des deuxième et troisième tiers de la locutrice Loc1t semblent indiquer (en comparaison à l'analyse en deux moitiés) que les occurrences d'une durée inférieure à 80ms portaient moins de voisement en fin de consonne que les occurrences plus longues, le taux moyen étant ici toujours supérieur à 30%.

En comparaison à la position intervocalique, il nous apparaît qu'en position finale, le voisement est moins fréquemment produit sur la totalité du premier tiers lorsque le /g/ est en quatrième position de logatome, et qu'il est perdu globalement plus vite et plus sur les deux derniers tiers pour l'ensemble des locutrices. Ceci correspond assez bien à ce qui est attendu en position finale.

5. Mesures de v-pattern des occlusives sourdes des locutrices taïwanaises en position intervocalique et en position finale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$

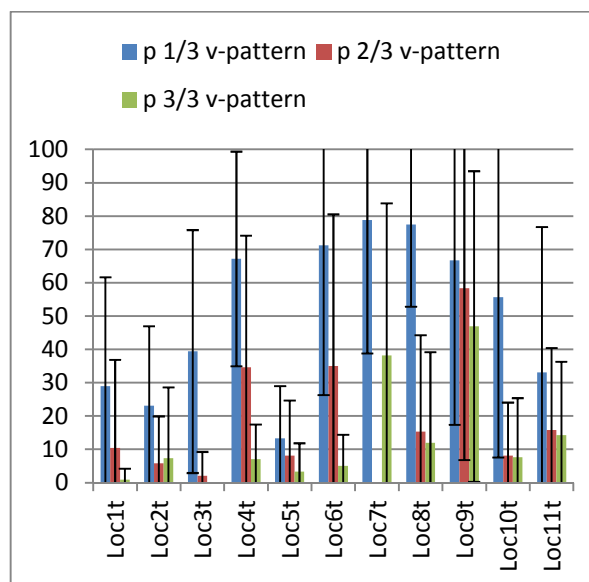
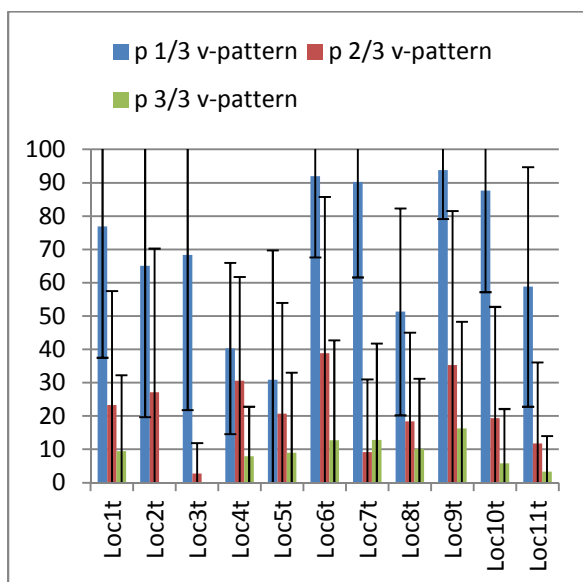
Nous analysons dans cette partie le v-pattern des occlusives phonologiquement sourdes /p t k/ réalisées en logatome par les locutrices taïwanaises. Nous effectuons une analyse sur trois parties égales des consonnes pour en mesurer le taux de voisement. Bien que ces occlusives soient phonologiquement voisées, on y trouve du voisement. Nous observons ici sa répartition sur la consonne.

Nous analysons successivement les occlusives /p t k/ en position intervocalique et en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Le nombre d'occurrence est indiqué dans chaque section. Notons cependant qu'en position finale, nous avons le maximum d'occurrences pour les 3 occlusives pour l'analyse en trois tiers, soit 132 occurrences de chaque, sauf pour /t/. Il ne manque qu'une occurrence de /t/ de Loc10t car la durée ne peut pas en être mesurée⁹⁸. Ceci signifie qu'en position finale, toutes les occurrences mesurables font plus de 80 ms.

⁹⁸ Voir la partie : *L'absence de relâchement*

a. V-pattern - /p/ des locutrices taïwanaises

Nous analysons dans cette partie /p/ réalisé par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en positions intervocalique (Graphique 89) (259 occurrences) et finale (Graphique 90) (132 occurrences) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les taux de voisement moyens de /p/ sont calculés sur trois tiers égaux de la consonne : au début (1/3) au milieu (2/3) et à la fin (3/3).



Graphique 89 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (259 occurrences de /p/)

Graphique 90 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (132 occurrences de /p/)

Comme pour les locutrices françaises, nous observons sur les Graphique 89 et Graphique 90 que le voisement présent sur les occlusives sourdes est surtout situé sur le premier tiers de la consonne. En position intervocalique, pour 4 locutrices il est situé autour de 90%, pour 4 autres, aux alentours de 60 et 80% et pour les 3 dernières, à 30%, 40% et 50%. Sur ce premier tiers, les moyennes sont plus basses en position finale, avec 6 locutrices entre 55% et 80%, 2 locutrices entre 30% et 40% et 3 locutrices sous les 30%, dont une autour de 10% (Loc5t).

Sur le deuxième tiers, la moyenne du taux de voisement chute beaucoup. En position intervocalique, la moyenne la plus haute est sous la barre des 40% (Loc6t), tandis que la plus basse avoisine les 0% (Loc3t). En position finale, excepté pour Loc9t qui atteint presque les 60% et Loc4t et Loc6t autour de 35%, sinon toutes les autres locutrices sont sous la barre des 20%, et 5 sont même sous la barre des 10%, avec une locutrice à 0% (Loc7t). La moyenne de Loc9t obtenue sur ce tiers contraste donc fortement avec le résultat des autres locutrices.

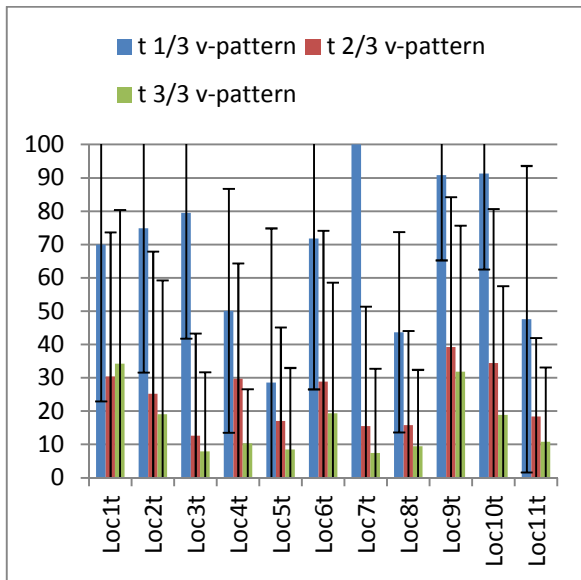
Sur le dernier tiers, le taux moyen chute encore, ou stagne, avec en position intervocalique le taux le plus élevé aux alentours de 15% et le plus bas à 0% (Loc2t et Loc3t). En position finale toutefois, il atteint presque 40% avec Loc7t, alors que cette locutrice avait un taux de 0% sur le deuxième tiers, et il atteint presque 50% avec Loc9t, ce qui marque cependant une petite

baisse par rapport au deuxième tiers pour cette locutrice. Pour les 9 autres locutrices, il est sous la barre des 15%, et pour deux locutrices (Loc1t et Loc3t), il est à 0% ou presque.

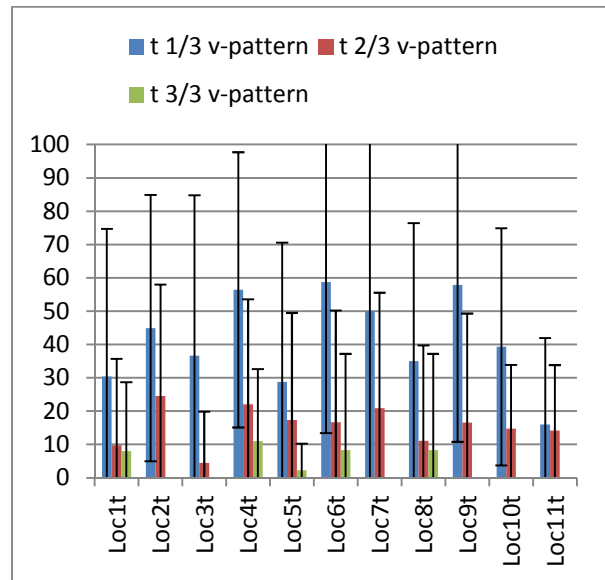
Une observation globale du v-pattern de l'occlusive /p/ des locutrices taïwanaises, par locutrice, nous révèle un schéma similaire à celui des locutrices françaises, avec une présence de voisement surtout sur le premier tiers de la consonne. Le taux de voisement un peu plus élevé sur le dernier tiers de cette occlusive par les locutrices Loc7t et surtout Loc9t nous interroge sur la possibilité que certaines de ces occlusives en position finale soient perçues – ou non – comme des voisées.

b. V-pattern - /t/ des locutrices taïwanaises

Nous analysons dans cette partie /t/ réalisé par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en positions intervocalique (Graphique 91) (247 occurrences) et finale (Graphique 92) (131 occurrences) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les taux moyens de voisement de /t/ sont calculés sur trois tiers égaux de la consonne : au début (1/3) au milieu (2/3) et à la fin (3/3).



Graphique 91 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (247 occurrences de /t/)



Graphique 92 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position finale des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (131 occurrences de /t/)

Pour le /t/ des locutrices taïwanaises, le v-pattern révèle là encore que c'est sur le premier tiers qu'est présent le voisement. En position intervocalique, pour 3 locutrices il y dépasse les 90%, et pour une (il y en avait 3 pour le /t/ par les Françaises) le taux de 100% est atteint. 4 locutrices obtiennent un taux moyen entre 70% et 80%, 3 locutrices entre 40% et 50% et Loc5t se situe là aussi sous la barre des 30%. En position finale, le taux diminue avec un taux moyen le plus élevé sous les 60%, et 4 locutrices entre 50% et 60%, 5 locutrices entre 30 et 45%, Loc5t toujours autour de 30% et Loc11t autour de 15%.

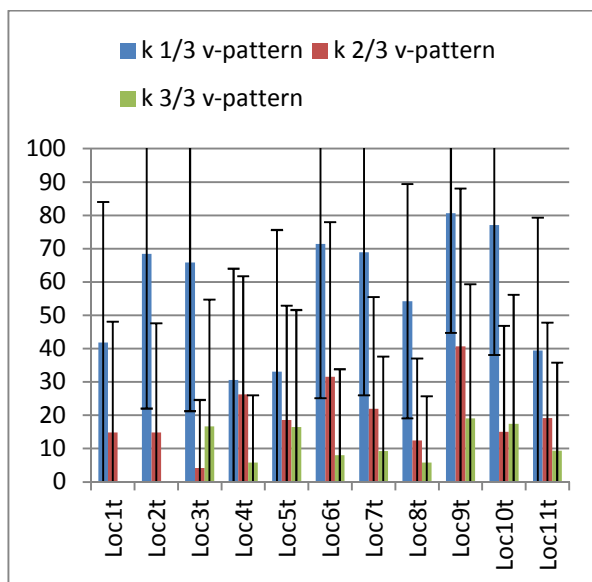
Sur le deuxième tiers, en position intervocalique, l'ensemble des moyennes est situé entre 10% et 40%, constituant à chaque fois une baisse plus ou moins importante. En position finale, toutes les moyennes sont sous la barre des 25%.

Sur le dernier tiers, la tendance générale est à une petite diminution du taux par rapport au tiers précédent. Elles sont réparties entre 5% et 35% en position intervocalique (aucune locutrice à 0%). En position finale, la moyenne dépasse un peu 10% pour Loc4t, sinon toutes les autres locutrices sont sous les 10%, et le taux atteint même 0% pour 6 d'entre elles.

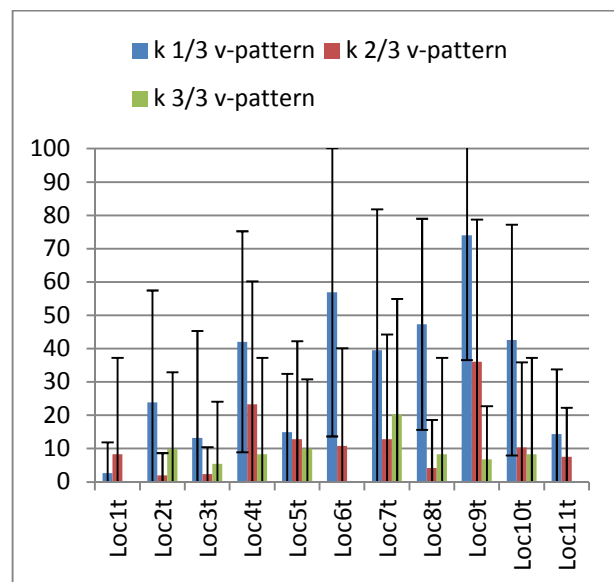
Nous observons sur le /t/ des locutrices taïwanaises qu'en dehors du premier tiers, il y a peu de voisement, sinon pas du tout, sur la consonne, et notamment en position finale.

c. V-pattern - /k/ des locutrices taïwanaises

Nous analysons dans cette partie /k/ réalisé par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en positions intervocalique (Graphique 93) (251 occurrences) et finale (Graphique 94) (132 occurrences) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les taux moyens de voisement de /k/ sont calculés sur trois tiers égaux de la consonne : au début (1/3) au milieu (2/3) et à la fin (3/3).



Graphique 93 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position intervocalique des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (251 occurrences de /k/)



Graphique 94 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position finale (4) des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (132 occurrences de /k/)

Bien que moins élevé que celui en début des autres consonnes sourdes, le voisement présent sur le /k/ des locutrices taïwanaises est une nouvelle fois surtout situé sur le premier tiers de la consonne. En position intervocalique, pour 6 locutrices, il est situé entre 60 et 80%, pour une locutrice, un peu au-dessus de 50%, pour deux autres autour de 40% et finalement pour Loc4t et Loc5t autour de 30%. Cette répartition est moins vraie en position finale, mais plus parce qu'il y a globalement moins de voisement que parce que la répartition serait différente. Une seule locutrice dépasse les 70% sur ce premier tiers : Loc9t. 5 locutrices ont entre 40% et 60%,

Loc2t dépasse tout juste les 20% et les 4 dernières locutrices sont à 15% ou moins (Loc1t, Loc3t, Loc5t et Loc11t).

Sur le deuxième tiers, en position intervocalique, en dehors de Loc9t qui atteint les 40%, les autres locutrices ont plutôt des taux autour de 30% ou moins, le taux le plus bas étant pour Loc3t, autour de 5%. En position finale, Loc9t, toujours, atteint les 35%, Loc4t dépasse un peu les 20%. Les autres locutrices ont toutes un taux inférieur à 15%.

Sur le dernier tiers, en position intervocalique, le taux moyen est toujours inférieur à 20%. Il descend jusqu'à 0% pour deux locutrices (Loc1t et Loc2t). En position finale, Loc7t atteint ici un taux de 20%. Pour les autres locutrices, le taux est autour de 10% ou inférieur, atteignant 0% pour 3 d'entre elles. Dans ces deux situations, la moyenne semble parfois un peu plus élevée que sur le deuxième tiers, mais sans que le taux final soit important malgré tout.

Pour le /k/, plus encore que pour les deux autres consonnes sourdes des locutrices taïwanaises, le voisement, lorsqu'il y en a, est pour l'essentiel situé sur le premier tiers de la consonne. Le taux sur le dernier tiers est toujours inférieur à 20% et pour l'essentiel sous les 10%.

Pour les locutrices françaises et taïwanaises, le voisement est globalement situé à gauche de la consonne lorsqu'il est partiel, ce qui est conforme aux résultats attendus (Hallé et Adda-Decker, 2011). Pour les natives cependant, le dévoisement est plutôt rare, tandis que pour les non-natives, nous observons des différences importantes entre locutrices, avec Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t assez similaires aux natives, Loc1t, Loc10t et Loc11t avec du dévoisement fréquent en fin de consonne, Loc7t et Loc9t avec du voisement surtout en début de consonne et Loc5t et Loc9t peu ou pas de voisement sur les occlusives voisées (voir aussi Tableau 145). La position finale creuse encore les différences avec des pertes de voisement plus importantes pour presque toutes les locutrices non-natives. Le voisement sur les occlusives sourdes est rare pour les deux groupes de locutrices et se cantonne en début de consonne.

6. Mesure complémentaire du placement de la F0 : présence et absence de voisement sur le relâchement

Nous quantifions ici globalement et individuellement les occurrences des occlusives phonologiquement voisées (/b d g/) et phonologiquement sourdes (/p t k/) présentant du voisement au début du relâchement. Puisqu'il est important en français qu'il y ait du voisement au moment du relâchement, cette quantification permet de préciser nos mesures de v-ratio et de v-pattern pour établir la fréquence avec laquelle les locutrices ont réellement produit du voisement à ce moment essentiel qu'est le relâchement. Nous nous attendons à observer une forte proportion d'occlusives phonologiquement voisées avec cette présence de F0 au début du relâchement pour les occlusives natives, et vraisemblablement moins pour les non-natives. Au contraire, pour les occlusives phonologiquement sourdes nous devrions observer une très faible proportion avec une F0 au début du relâchement pour les natives, et probablement plus pour les non-natives, certaines d'entre elles étant moins attentives à cette distinction (Figure 43).

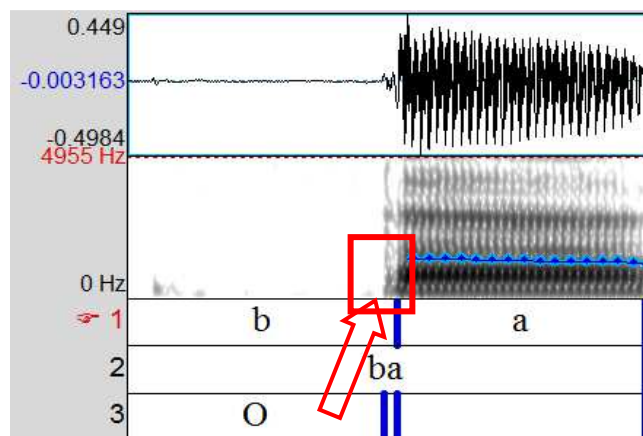
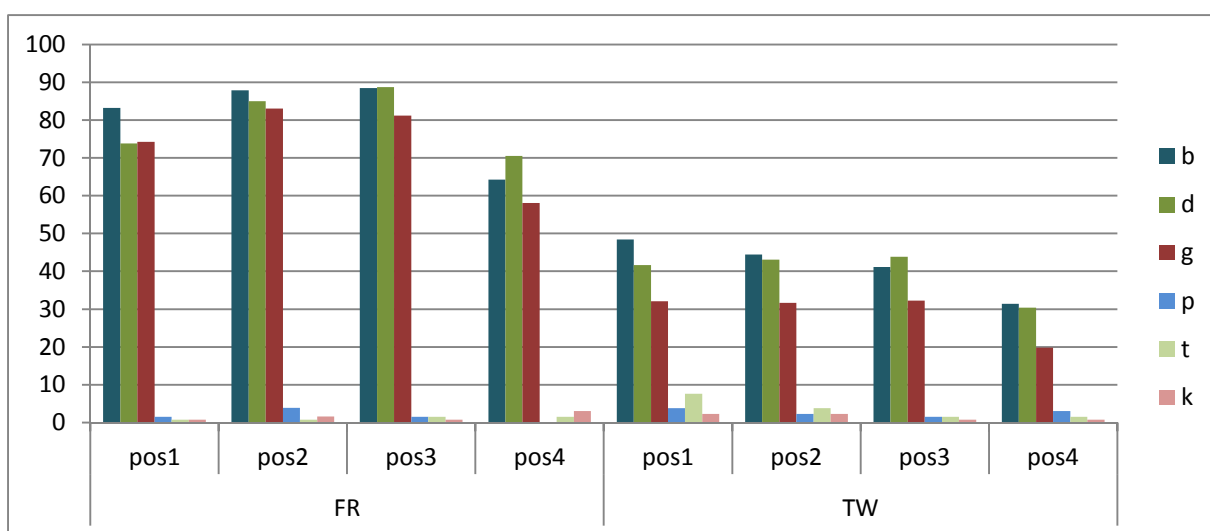


Figure 43 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) avec visualisation de la F0 et TextGrid (bas) de la syllabe cible /ba/ réalisée [ba] en position initiale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc8t avec mise en évidence de l'absence de voisement au début du relâchement de la consonne

Nous analysons d'abord globalement le nombre d'occlusives, puis nous observons les locutrices françaises et taïwanaises individuellement pour identifier d'éventuelles différences entre elles.

a. Quantification du nombre total d'occurrences d'occlusives avec présence de F0 au début du relâchement

Nous observons dans cette partie le nombre total d'occurrences des occlusives voisées et sourdes /b d g p t k/, avec présence de fréquence fondamentale (F0) au début du relâchement pour les natives et les non-natives. Le nombre exact d'occurrences avec une F0 au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences avec un relâchement pour chaque groupe de locutrices : françaises (FR) et taïwanaises (TW) pour chaque position de consonne dans le logatome C₁VC₂VC₃VC₄ est transcrit sur le Tableau 106 (en annexe). Le Graphique 95 illustre le pourcentage d'occurrences de chaque consonne dans chaque position de consonne de ce logatome par rapport au nombre d'occurrences avec présence de relâchement, pour chaque groupe de locutrices (FR et TW).



Graphique 95 : Pourcentage d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ avec détection de fréquence fondamentale au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences de cette même occlusive avec présence d'un relâchement pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) selon la position 1 (pos1), 2 (pos2), 3 (pos3) ou 4 (pos4) dans le logatome C₁VC₂VC₃VC₄

Nous observons sur le Tableau 106 (en annexe) et le Graphique 95 que globalement, pour les locutrices françaises, pour plus de la moitié des occlusives phonologiquement voisées, nous détectons la présence de fréquence fondamentale au début du relâchement, toutes positions confondues. Le pourcentage dépasse même les 80% en positions 2 et 3 (positions intervocaliques). /b/ en position 1 dépasse aussi les 80% et /d g/ les 70% dans cette même position. C'est en position 4 qu'il est le plus bas, entre 60% et 70% pour /b d/ et inférieur à 60% pour /g/.

Les résultats sont différents pour les occlusives phonologiquement voisées des locutrices taïwanaises. Pour commencer, nous pouvons remarquer que globalement, sur l'ensemble des locutrices, le pourcentage d'occlusives phonologiquement voisées avec détection de fréquence fondamentale au début du relâchement ne dépasse jamais les 50%. Ensuite, le pourcentage le plus haut est obtenu pour /b/ en position 1 de logatome (juste sous la barre des 50%). Ensuite, en position intervocalique, excepté pour /b/ où le pourcentage semble baisser légèrement, il paraît relativement similaire entre les positions 1, 2 et 3 du logatome, soit avec /b/ autour de 40% en positions 2 et 3, /d/ également autour de 40% pour les 3 positions et autour de 30% pour /g/. Le pourcentage d'occlusives phonologiquement voisées avec présence de fréquence fondamentale au début du relâchement chute en position 4 de logatome, avec un pourcentage autour de 30% pour /b d/ et autour de 20% pour /g/.

En ce qui concerne les occlusives phonologiquement sourdes, il existe des occurrences avec présence de F0 au début du relâchement, mais elles sont assez rares. Pour les locutrices natives, le pourcentage ne dépasse pas les 2%, excepté pour /p/ en position 2 (intervocalique) où avec 5 occurrences, nous avons un pourcentage de presque 4% et /k/ en position 4 où avec 4 occurrences, il atteint les 3%.

Nous observons plus d'occurrences avec les non-natives, malgré tout les pourcentages restent peu élevés. Le plus grand nombre d'occurrences est obtenu en position 1, avec 5 occurrences de /p/ avec une F0 au début du relâchement (3,8%) et 10 occurrences pour /t/ (7,6%). Le pourcentage est le plus faible en position 3 (qui est la position précédant la dernière voyelle (parfois accentuée)), avec 1,5% d'occurrences pour /p t/ et 0,8% pour /k/.

Ainsi, nous avons observé ici que les natives n'ont pas toujours de la fréquence fondamentale au début du relâchement pour les occlusives voisées, néanmoins, il y en a dans la majorité des cas, notamment en position intervocalique. Pour les locutrices non-natives ce taux ne dépasse pas les 50%. Ces résultats globaux peuvent cependant cacher des différences plus importantes entre les locutrices. Pour les occlusives phonologiquement sourdes, le pourcentage d'occurrences d'occlusives avec présence de F0 au début du relâchement est faible, toujours inférieur à 4% pour les natives, et inférieur à 8% pour les non-natives, ce qui indique malgré tout que les non-natives en produisent globalement plus.

b. Quantification du nombre d'occurrences d'occlusives avec présence de F0 au début du relâchement par locutrice

Nous observons dans cette partie le nombre d'occurrences des occlusives voisées /b d g/ et sourdes /p t k/ réalisées par nos 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices

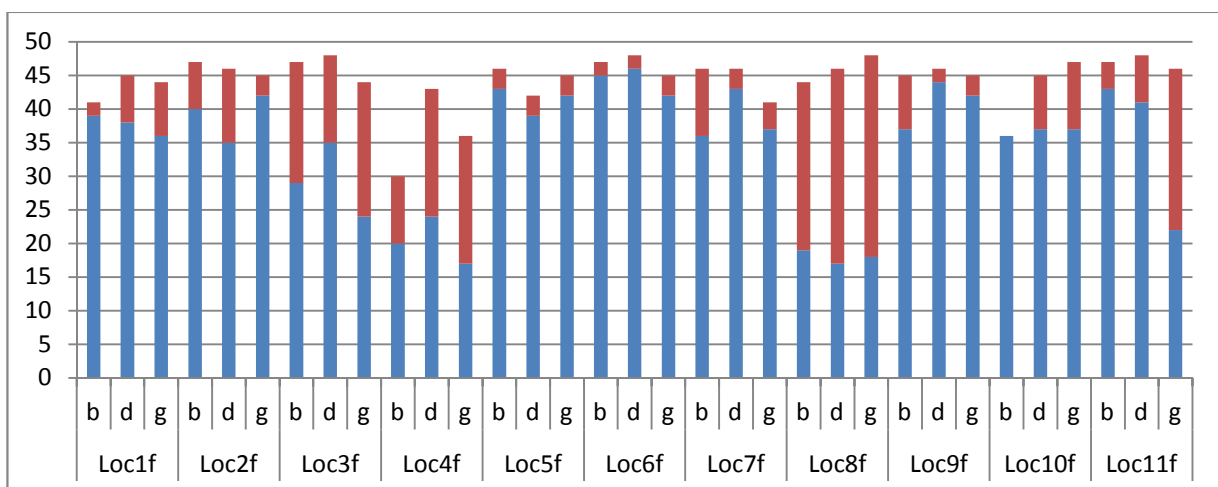
taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans les logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour lesquelles nous avons pu mesurer un F0 au début du relâchement. Nous comptabilisons ces occurrences locutrice par locutrice et consonne par consonne. Toutefois, les quatre positions du logatome sont observées en même temps (sans distinction).

Nous cherchons ainsi à voir s'il existe des différences importantes entre les locutrices quant à la production de fréquence fondamentale à ce moment précis qu'est le début du relâchement, moment généralement important pour distinguer si la consonne est sourde ou sonore.

Nous nous attendons à ne trouver que très peu de différences entre les locutrices natives, et au contraire des différences manifestes entre les locutrices taïwanaises. En effet, pour les locutrices françaises, il devrait y avoir globalement une majorité d'occurrence avec un F0 au début du relâchement des occlusives voisées, et au contraire peu ou pas d'occurrences avec un F0 au début du relâchement pour les occlusives sourdes. Pour les locutrices taïwanaises, nous pouvons nous attendre à observer la présence de F0 au début du relâchement pour les locutrices qui produisent le mieux le voisement sur les occlusives voisées : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t et au contraire peu ou pas de F0 pour les locutrices Loc5t et Loc8t. Pour les occlusives sourdes, nous pensons ne trouver que peu ou pas de F0 au début du relâchement de façon égale pour l'ensemble des locutrices, natives ou non.

i. *Locutrices françaises – quantification des occlusives avec F0 au début du relâchement*

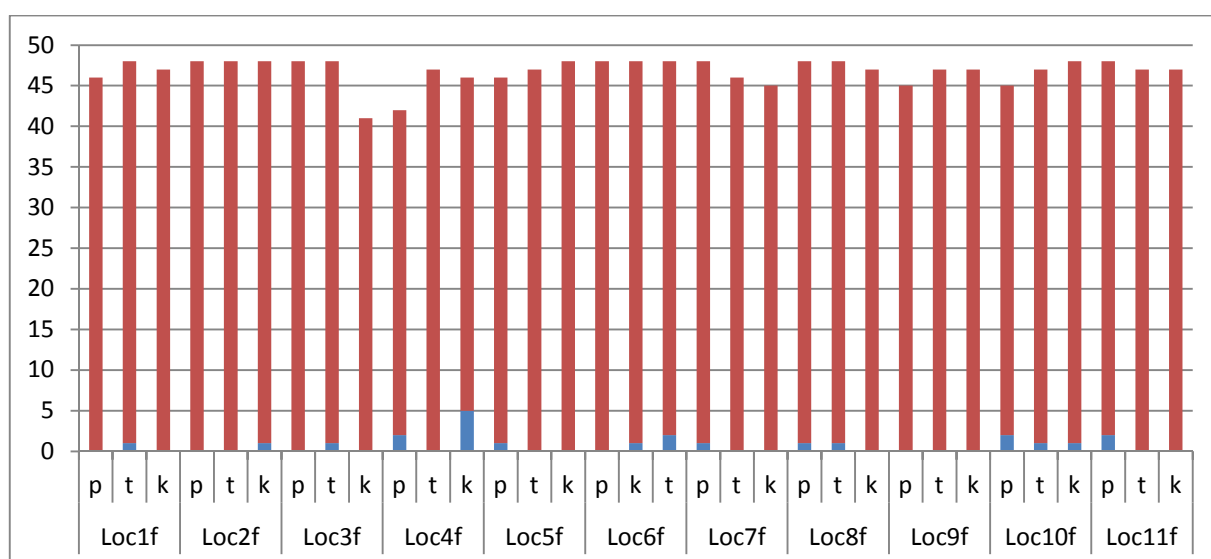
Nous commençons nos observations par les locutrices natives, avec d'abord une quantification des occurrences d'occlusives voisées /b d g/ (Graphique 96) par rapport au nombre total d'occurrences produites avec un relâchement, et cela pour chaque locutrice (Loc1f à Loc11f). Le Graphique 97 présente de la même façon le nombre d'occurrences de /p t k/ pour chaque locutrice avec présence de fréquence fondamentale au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences avec un relâchement. Les occurrences avec une F0 détectée sont comptabilisées dans la partie inférieure du graphique, puis chaque ensemble est complété par le nombre d'occurrences sans F0 détecté (pour arriver au nombre total d'occurrences avec un relâchement, de chaque consonne pour chaque locutrice).



Graphique 96 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement voisées /b d g/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

Nous observons sur le Graphique 96 que sur un maximum de 48 occurrences de la consonne par locutrice (4 consonnes dans le logatome, 3 voyelles différentes et 4 répétitions), avec quelques occurrences sans relâchement, la majorité des locutrices ont produit la quasi-totalité des occurrences avec une présence de F0 au début du relâchement : Loc1f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f et Loc11f (sauf pour /g/) ont plus de 35 occurrences sur 48 avec une F0 au début du relâchement. Il y a cependant quelques inégalités, et Loc4f et Loc8f ont un total d'occurrences avec une F0 à ce moment précis inférieur ou égal à la moitié des occurrences possibles (48). Dans le cas de Loc4f, nous remarquons qu'une grande partie des occurrences n'a pas eu de relâchement, ce qui conduit au fait qu'en réalité, sur plus de la moitié des occurrences avec relâchement, nous avons détecté une F0. Ajoutons à ces deux locutrices Loc3f, pour laquelle nous observons pour chaque consonne plus d'une quinzaine d'occurrences sans F0 au début du relâchement, notamment pour /g/, et Loc11f où pour le /g/ également, plus de la moitié des occurrences sont sans F0 au début du relâchement, alors que pour cette locutrice /b d/ ont chacune respectivement 4 et 7 occurrences dans ce cas.

Pour les occlusives voisées des locutrices françaises, nous observons une tendance générale où environ deux tiers des occlusives ou plus ont une F0 au début du relâchement. Cependant, nous trouvons des locutrices pour lesquelles plus de la moitié des occurrences n'ont pas cette présence de F0 à ce moment précis. Ceci est plus fréquent pour le /g/.

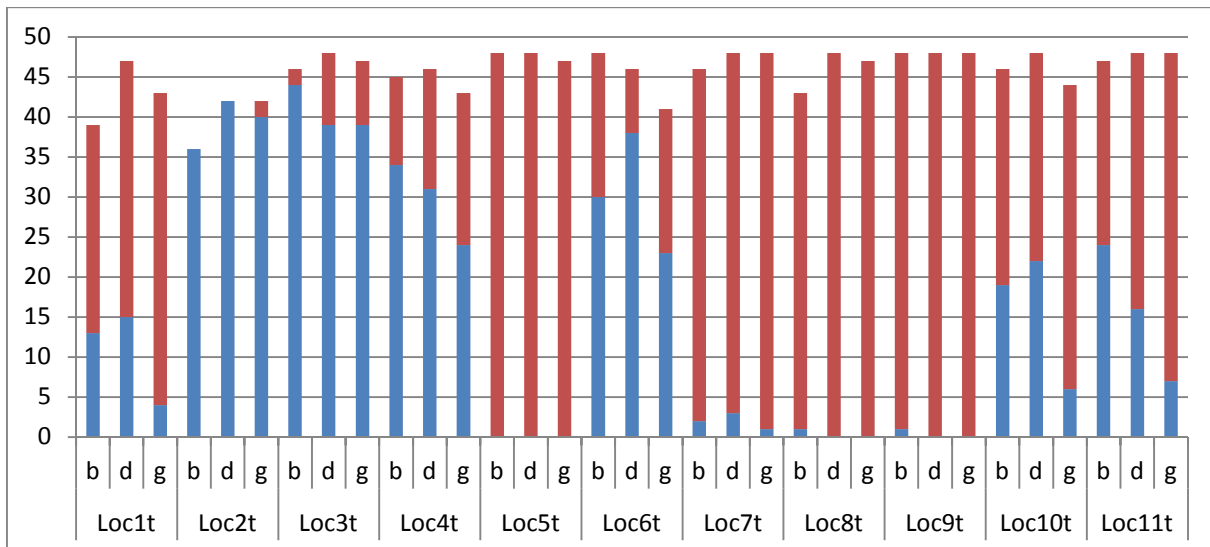


Graphique 97 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement sourdes /p t k/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

En ce qui concerne les occlusives sourdes /p t k/, les résultats illustrés sur le Graphique 97 montrent que, en dehors de Loc4f qui a produit jusqu'à 5 occurrences de /k/ avec présence de voisement au début du relâchement, aucune locutrice n'a produit plus de 2 occurrences d'une occlusive voisée avec du voisement au début du relâchement. Ce phénomène – bien qu'existant – est donc resté marginal pour les natives.

ii. *Locutrices taïwanaises – quantification des occlusives avec F0 au début du relâchement*

Nous observons maintenant les occurrences des occlusives sonores (Graphique 98) et sourdes (Graphique 99) produites par les locutrices taïwanaises individuellement. Sur ces graphiques, pour chaque consonne /b d g p t k/ nous avons compté le nombre d'occurrences avec présence de fréquence fondamentale au début du relâchement, et nous avons ajouté le nombre d'occurrences avec relâchement qui en sont dépourvu pour arriver au nombre total d'occurrences avec relâchement pour chaque consonne et chaque locutrice. Les positions des consonnes dans les logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ sont ici confondues. Nous ne tenons pas non plus compte des voyelles /a i u/ en coarticulation.



Graphique 98 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement voisées /b d g/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)

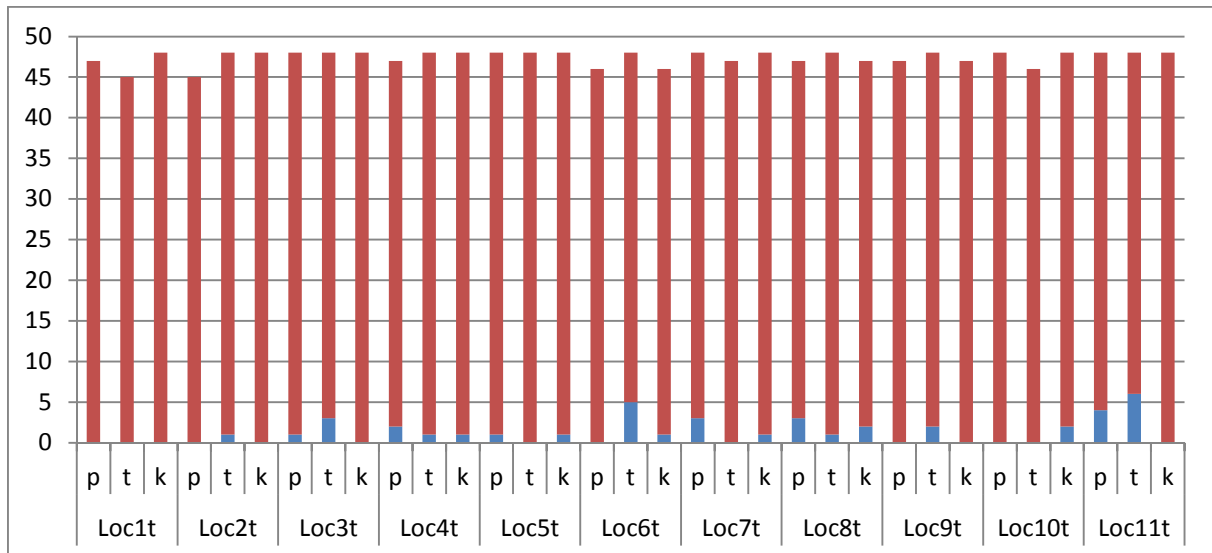
Nous observons sur le Graphique 98 que les résultats pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises sont assez inégaux. Sur les 48 occurrences maximum de chaque consonne, seulement deux ou trois locutrices ont plus de 35 occurrences avec présence de voisement au début du relâchement : Loc2t pour les trois consonnes /b d g/, où nous observons même que pour les occlusives /b d/, il n'y a pas eu d'occurrence avec un relâchement sans présence de voisement au début de la consonne, et seulement 2 pour /g/, Loc3t également pour les 3 consonnes /b d g/ et Loc6t, mais seulement pour /d/.

Nous pouvons remarquer que Loc4t et Loc6t ont cependant 30 occurrences ou plus de /b d/ avec une F0 au début du relâchement, et en ce qui concerne /g/, ces deux locutrices sont proches de la moitié des occurrences possibles, avec respectivement 24 et 23 occurrences. Ces résultats correspondent à ce que nous avons pu observer pour des natives.

Les locutrices Loc10t et Loc11t ont entre 15 et 25 occurrences avec présence de F0 au début du relâchement pour /b d/, néanmoins, ce chiffre tombe sous les 10 occurrences pour /g/. Loc1t est assez proche de ces derniers résultats avec près de 15 occurrences de /b d/ avec un F0 au début du relâchement, mais moins de 5 pour /g/.

Enfin 4 locutrices ont peu ou pas d'occurrence avec présence de F0 au début du relâchement : il s'agit de Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t. Loc5t n'en a aucune occurrence, tandis que pour Loc8t et Loc9t, elles n'ont chacune qu'une occurrence de /b/. Loc7t obtient tout au plus 3 occurrences avec présence de F0 au début du relâchement pour /d/.

Ces résultats suivent tout à fait nos résultats de v-ratio, avec des locutrices obtenant les plus hauts taux voisant toutes les occurrences ou majoritairement au début du relâchement : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t ; des locutrices avec des taux intermédiaires obtiennent ici une minorité d'occurrences avec une F0 au début du relâchement – mais plus que s'il s'agissait d'occlusives sourdes – Loc10t, Loc11t et Loc1t ; et finalement des locutrices avec des taux de voisement intermédiaires ou très bas qui finalement n'ont pas ou très peu d'occurrences avec une F0 au début du relâchement : Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t. Notons toutefois que d'après nos résultats de v-ratio, nous nous attendions plutôt à trouver des résultats avec Loc9t (voire Loc7t) plus proches de Loc1t, Loc10t et Loc11t.



Graphique 99 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement sourdes /p t k/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)

Nous observons sur le Graphique 99 que pour les occlusives sourdes produites par des locutrices taïwanaises, chaque locutrice n'a produit que très peu d'occurrences avec une F0 au début du relâchement. Le plus d'occurrences de ce type obtenues pour une consonne par locutrice est de 5 ou 6. Il s'agit de Loc6t et Loc11t, et cela concerne la consonne /t/ à chaque fois. Ce chiffre est à peine supérieur au plus haut nombre pour les mêmes occlusives produites par les natives (une locutrice française avait 5 occurrences de /t/ avec présence de F0 au début du relâchement). Dans l'ensemble, sur les logatomes, les locutrices non-natives ne voient pas vraiment plus que les natives au moment du relâchement.

Nous avons observé que la plus grande différence entre locutrices natives et locutrices taïwanaises à propos du nombre d'occurrences avec présence de F0 au début du relâchement concernait les occlusives voisées. Parmi les 11 locutrices taïwanaises, seulement 4 ont comme les Françaises produit 2/3 ou plus des occlusives avec cette F0 à ce moment. A l'opposé, 4 locutrices n'ont pas ou quasiment pas d'occurrences avec cette F0 à ce moment-là. Pour les occlusives sourdes, le peu de voisement se situe en début de consonne.

Nous avons observé dans cette partie la répartition du voisement sur les occlusives voisées /b d g/ et sourdes /p t k/ des locutrices françaises et taïwanaises en position intervocalique et finale des logatomes étudiés.

Pour les locutrices françaises, nous avons observé que les occlusives voisées qui ne présentent pas 100% de voisement pour le v-ratio perdent en fait ce voisement quasi-exclusivement sur le dernier tiers de la consonne, les deux premiers tiers étant toujours à 100% ou très proches de ce taux. La perte de voisement sur le dernier tiers est plus importante en position finale, et avec le /g/, comme attendu.

Pour les occlusives sourdes /p t k/, la présence de voisement se fait surtout sur le premier tiers de la consonne où il peut atteindre 100%. A l'exception notable de Loc3f, il y a dès le deuxième tiers une chute importante du taux. Les locutrices ne dépassent pas les 40% de taux de voisement, et la plupart sont même sous le taux de 20%. Loc3f, qui obtient des moyennes de voisement supérieures sur le deuxième tiers perd cependant comme la majorité des autres l'essentiel de ce voisement sur le dernier tiers. Les moyennes sont globalement inférieures en position finale et avec le /k/.

Pour les occlusives voisées /b d g/ des locutrices taïwanaises, nous remarquons en position intervocalique une certaine similitude entre les occlusives /b d/. Les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t ont des schémas qui ressemblent à celui des locutrices françaises. Les locutrices Loc1t, Loc10t et Loc11t ont tendance à perdre du voisement sur la fin de la consonne. Les locutrices Loc7t et Loc9t ont bien du voisement au début de la consonne, mais perdent ensuite la plus grande partie de celui-ci sur la fin, produisant ainsi un schéma de v-pattern assez similaire à celui des occlusives sourdes. Enfin, Loc5t et Loc8t semblent ne pas vraiment produire de voisement sur ces consonnes.

En position finale de logatome, ce schéma est un peu différent. Pour /b/, Loc2t et Loc3t conservent un haut taux de voisement tout au long de la consonne. Néanmoins, Loc4t et Loc6t, tout comme Loc9t et Loc11t perdent plus de voisement en fin de consonne. Loc1t et Loc10t et Loc7t, quoiqu'ayant des schémas un peu différents, ont tendance à avoir peu de voisement sur la fin de consonne (plus équilibré avec Loc1t, juste sur le dernier tiers avec Loc7t et sur les deux derniers tiers avec Loc10t). Loc5t et Loc8t ont toujours des taux très bas.

Pour le /d/, Loc2t, Loc6t gardent des taux très hauts. Loc3t et Loc4t perdent un peu plus en fin de consonne, et Loc7t (surtout en fin) et Loc11t plus encore. Loc1t, Loc9t et Loc10t perdent le voisement plus rapidement encore. Loc5t et Loc8t n'ont toujours pas de voisement important sur cette consonne (un peu plus pour Loc8t en début de consonne, comme pour une sourde).

Pour le /g/ en position intervocalique, nous retrouvons les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t qui produisent le plus de voisement de façon continue sur la consonne. Ensuite, les locutrices Loc1t, Loc9t, Loc10t et Loc11t commencent la consonne avec un taux de voisement élevé, mais ce taux chute brusquement ensuite, donnant à cette consonne voisée un schéma de v-pattern proche d'une occlusive sourde. Les locutrices Loc5t, Loc7t et Loc8t conservent un taux bas sur toute la consonne.

En position finale, seules les locutrices Loc2t et Loc3t conservent un taux assez élevé de voisement sur toute la consonne. Les locutrices Loc1t, Loc4t, Loc6t, Loc7t, Loc9t, Loc10t et Loc11t, et un peu aussi Loc8t commencent la consonne avec du voisement, mais le taux chute ensuite, comme pour une occlusive sourde. Loc5t garde un taux bas sur toute la consonne. La position finale avec le /g/ est donc celle où le voisement est le moins bien conservé.

Pour les occlusives sourdes /p t k/ des locutrices taïwanaises, comme pour les locutrices françaises, le voisement se situe essentiellement sur le premier tiers de la consonne. Le taux chute ensuite de façon importante, jusqu'à disparaître ou presque. Seule la locutrice Loc9t pour le /p/ en position finale semble conserver un taux moyen supérieur, atteignant presque 50% en fin de consonne.

La présence de fréquence fondamentale au moment du relâchement a également été observée pour l'ensemble des locutrices. Nous avons distingué deux groupes extrêmes de locutrices taïwanaises : celles qui ont produit du voisement au début du relâchement dans des proportions comparables aux natives : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t et celles qui n'ont pas ou peu d'occurrences avec une F0 au début du relâchement : Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t. Ces observations sont en adéquation avec nos résultats de v-ratio et de VOT et montrent également que les locutrices qui produisent le moins de murmure glottal n'ont pas de stratégie pour le placer et compenser le manque de cette façon (voir aussi Tableau 145 en annexe).

Chapitre 3. Sixième partie – Durée de la voyelle précédant les occlusives /b d g p t k/

Nous avons mesuré la durée des voyelles qui précèdent les occlusives [b d g] et les avons comparées à la durée des voyelles qui précèdent les occlusives [p t k] du français, pour les deux groupes de locutrices : les Françaises et les Taïwanaises. Les résultats confirment que globalement, pour les locutrices françaises et taïwanaises, la durée des voyelles devant les occlusives voisées est plus longue que devant les occlusives sourdes, comme attendu.

En observant les locutrices individuellement, nous remarquons des différences. Pour les natives, elle est effectuée presque systématiquement, avec seulement deux locutrices qui n'opposent ainsi que deux paires sur trois de consonnes. Cinq locutrices taïwanaises le font également sur toutes les paires. Une autre locutrice, comme deux natives, ne la fait que sur deux paires. Enfin, les cinq dernières locutrices ne font pas la distinction, ou pour une, inverse le rapport, avec une voyelle plus longue devant l'occlusive sourde.

Si la tendance reste à ce que les locutrices avec les plus hauts taux de voisement fassent bien la différence ici, nous observons individuellement des locutrices qui ne suivent pas cette tendance. Excepté dans ces derniers cas, donc, la durée de la voyelle qui précède semble être le plus souvent un indice redondant lié à la présence de voisement. Ces quelques exceptions cependant nous intéressent, car ils semblent indiquer 1) que cet indice n'est pas nécessairement lié à la présence de voisement, 2) qu'il peut être absent alors que la locutrice peut voiser ses consonnes phonologiquement voisées et 3) qu'il pourrait être un indice pour remplacer l'absence de voisement sur la consonne.

Nous nous intéressons dans cette partie à un paramètre associé au voisement de la consonne : la durée de la voyelle qui précède la consonne. Comme nous l'avons présenté dans la partie théorique, les voyelles qui précèdent les consonnes voisées sont généralement plus longues que les voyelles qui précèdent les consonnes sourdes. Nous allons vérifier si cela s'applique à nos deux groupes de locutrices, d'abord globalement, puis pour chaque locutrice taïwanaise ; notamment pour celles qui n'ont pas distingué les consonnes sourdes et les consonnes voisées dans nos mesures de v-ratio. Nous vérifions ainsi s'il existe une différence de durée des voyelles selon qu'elles précèdent une consonne sourde ou une consonne sonore.

1. Procédure

Pour cette étude, nous prenons en compte les voyelles qui précèdent des consonnes dans les positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ produites par *Le corpus PhoDiFLE*. La Figure 44 illustre la segmentation des voyelles dont nous mesurons la durée.

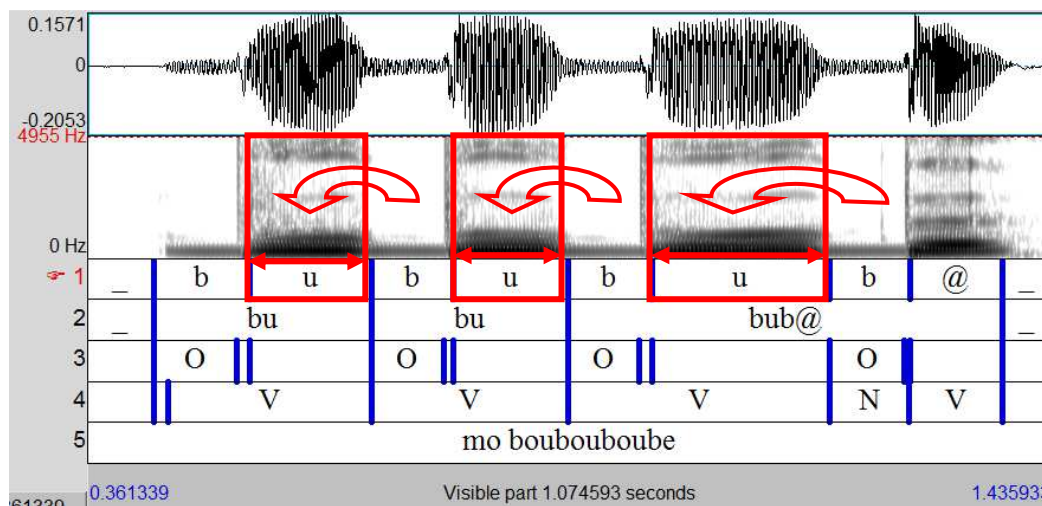
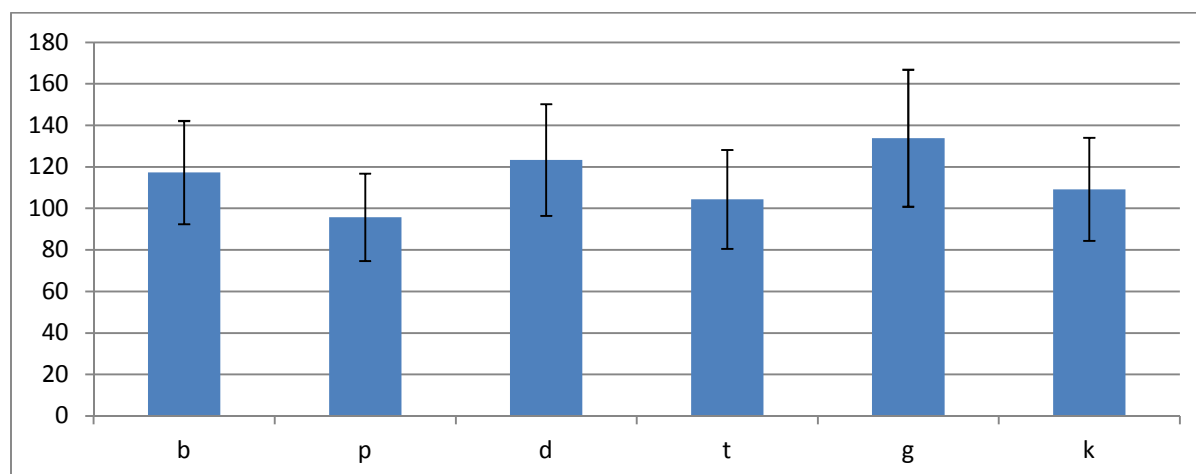


Figure 44 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « boubouboue » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot boubouboue peut bien coller » avec mise en évidence de la durée des voyelles devant /b/ en deuxième, troisième et quatrième positions

2. Etude des deux groupes de locutrices : mesure de la durée des voyelles entre celles qui précèdent une consonne sourde ou celles qui précèdent une consonne voisée

a. Les locutrices françaises

Nous nous intéressons dans cette partie à la durée des voyelles qui précèdent les occlusives sourdes ou voisées des locutrices françaises. Le Graphique 100 illustre la durée moyenne des voyelles (/a i u/ confondues) précédant les occlusives /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$.



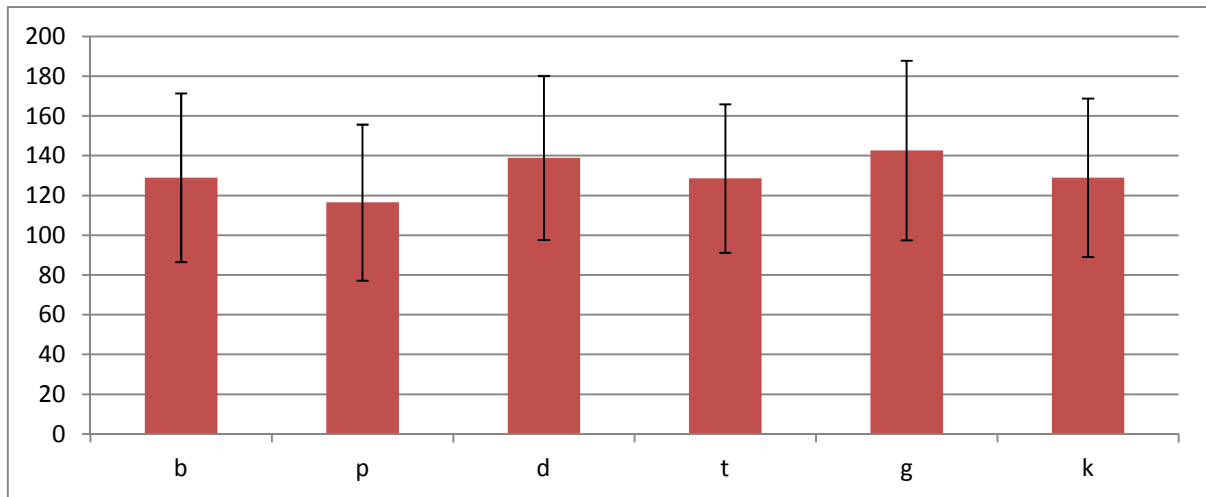
Graphique 100 : Durée moyenne (avec un écart-type) des voyelles (V) /a i u/ confondues précédant les consonnes /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ produites par 11 locutrices françaises (2376 occurrences)

Nous voyons que pour les locutrices natives, les voyelles précédant les occlusives voisées /b d g/ sont en moyenne plus longues que celles précédant les occlusives sourdes /p t k/. Pour vérifier ces observations, nous avons effectué séparément pour chaque paire de consonnes (/b p/, /d t/ et /g k/) un test-t non apparié. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 107 (en annexe). Les différences de moyenne observées (entre 19 et 25 ms) sont toutes fortement

significatives ($p < 0,0001$ dans les trois cas avec respectivement $t_{790} = 13,270$, $t_{790} = 10,521$ et $t_{790} = 11,856$). Les locutrices françaises produisent globalement des voyelles plus longues avant des consonnes voisées qu'avant des consonnes sourdes.

b. Les locutrices taïwanaises

Nous avons effectué la même procédure pour comparer la durée des voyelles précédant les occlusives sourdes et sonores des locutrices taïwanaises. Les résultats sont illustrés sur les histogrammes du Graphique 101.



Graphique 101 : Durée moyenne (avec un écart-type) des voyelles (V) /a i u/ confondues précédant les consonnes /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ produites par 11 locutrices taïwanaises (2375 occurrences)

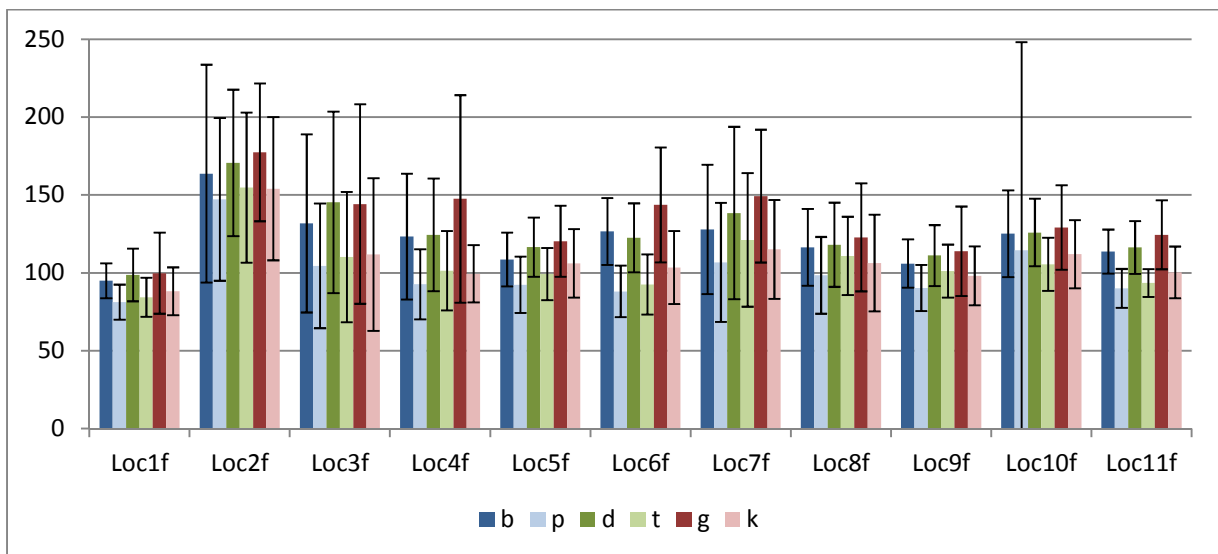
Nous voyons que pour les locutrices taïwanaises, les voyelles précédant les occlusives voisées /b d g/ sont en moyenne plus longues que celles précédant les occlusives sourdes /p t k/. Pour vérifier ces observations, nous avons effectué séparément pour chaque paire de consonnes (/b p/, /d t/ et /g k/) un test-t non apparié. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 108 (en annexe). Les différences moyennes observées (entre 10ms et 14 ms) sont toutes fortement significatives (avec $p < 0,0001$ pour les paires /b p/ et /g k/ et $p = 0,0002$ pour la paire /d t/ et respectivement $t_{790} = 4,306$, $t_{790} = 4,506$ et $t_{789} = 3,709$). Les locutrices taïwanaises marquent donc bien globalement une différence significative dans la durée des voyelles qui précèdent les occlusives voisées ou les occlusives sourdes.

3. Comportement des locutrices taïwanaises : produisent-elles des voyelles de durées différentes selon le type de consonne qui la suit (voisée/non-voisée) ?

Nous avons trouvé des différences globales significatives pour les deux groupes de locutrices : françaises et taïwanaises dans la durée des voyelles selon qu'elles précèdent une consonne voisée ou une consonne sourde. Pour autant, le fait que toutes les locutrices taïwanaises ne fassent pas une différence nette au niveau de la quantité de voisement sur la durée de la consonne nous interroge sur les différences éventuelles qui pourraient apparaître entre les locutrices. Nous nous intéressons donc maintenant aux différences de durée des voyelles précédant les consonnes sourdes ou voisées pour chaque locutrice. Deux possibilités s'offrent

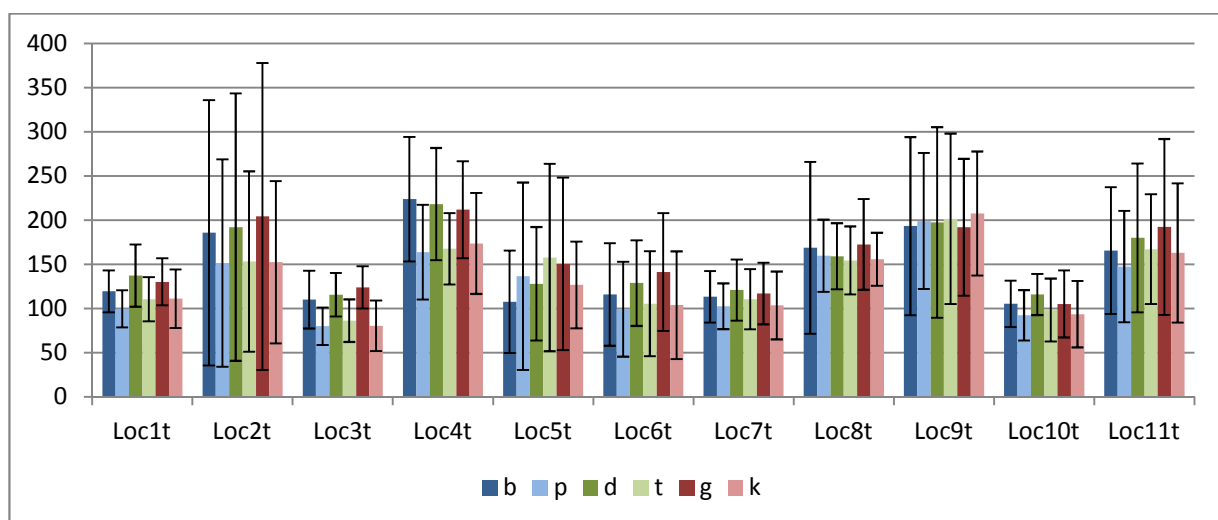
à nous : soit effectivement les locutrices qui ne distinguent pas les consonnes sourdes et voisées par la quantité de voisement produisent des voyelles les précédant sans distinction de durée, dans quel cas cela confirmerait pour cet aspect également qu'il n'y a pas de différence entre ces consonnes, soit elles font malgré tout une différence de durée pour les voyelles qui les précèdent, dans quel cas il apparaîtrait une distinction entre consonnes voisées et sourdes qui ne se ferait pas toujours pas un indice primaire du voisement.

Les Graphique 102 et Graphique 103 illustrent les moyennes de durée des voyelles (toutes voyelles confondues) qui précèdent les occlusives /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 des logotomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, pour les locutrices françaises et taïwanaises, respectivement.



Graphique 102 : durée moyenne (ms) des voyelles produites avant les occlusives /b p d t g k/ par 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logotomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2376 occurrences)

Nous observons sur le Graphique 102 que pour toutes les locutrices françaises, la moyenne de durée des voyelles précédant des occlusives voisées est plus longue que celle précédant l'occlusive sourde correspondante. Nous remarquons cependant que l'écart-type peut être assez grand, notamment pour les voyelles précédant le /p/ de la locutrice Loc10f.



Graphique 103 : durée moyenne (ms) des voyelles produites avant les occlusives /b p d t g k/ par 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logotomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2375 occurrences)

Pour les locutrices taiwanaises, nous observons que les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t, Loc7t, Loc8t, Loc10t et Loc11t obtiennent également des moyennes de durée de voyelles précédant les occlusives voisées supérieures aux moyennes de durée des voyelles précédant des occlusives sourdes. Comme nous l'avions remarqué plus tôt, la durée des voyelles des locutrices taiwanaises est plus grande en moyenne que celle des locutrices françaises. Nous remarquons également que globalement, la variabilité semble globalement un peu supérieure aussi. Pour les autres locutrices : Loc5t et Loc9t, la durée moyenne des voyelles précédant les occlusives voisées semble au contraire plus courte que pour celles précédant des occlusives sourdes, à l'exception des voyelles précédant la paire de consonnes /g k/ de Loc5t. Pour ces deux locutrices, il semble donc que, globalement, il se produise le phénomène inverse sur la durée des voyelles en fonction du type de consonne qui suit (voisée ou sourde) par rapport à l'ensemble des autres locutrices.

Pour vérifier nos observations, nous avons effectué des tests-t non appariés pour les voyelles devant les consonnes de chaque paire voisée/non-voisée de chaque locutrice. Les résultats sont transcrits en annexe dans les Tableau 109 (Françaises) et Tableau 110 (Taiwanaises).

Les tests-t non appariés révèlent que pour l'ensemble des locutrices françaises, et pour toutes les paires de consonnes, il y a une différence significative entre la durée des voyelles précédant des occlusives voisées des voyelles précédant les occlusives sourdes, ces premières étant donc plus longues que ces dernières, à l'exception des voyelles précédant les consonnes /d t/ des locutrices Loc7f et Loc8f avec respectivement des résultats de $t_{70}=1,494$ et $p=0,1398$ et $t_{70}=1,651$ et $p=0,1032$. Ces mêmes locutrices opposent cependant toutes les deux les voyelles précédant les paires /b p/ et /g k/, et même de façon très significative dans le cas de Loc7t ($p<0,0001$).

Les résultats des tests-t non appariés effectués pour comparer la durée des voyelles précédant les occlusives sourdes ou sonores produites par les locutrices taiwanaises nous montrent tout d'abord que comme pour les locutrices françaises, les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc7t produisent des voyelles significativement plus longues devant des occlusives voisées que devant des occlusives sourdes. Par ailleurs, comme les locutrices Loc7f et Loc8f, la locutrice Loc11t produit des voyelles plus longues devant les occlusives voisées des paires /b p/ et /g k/, mais les produit avec une durée égale devant les consonnes de la paire /d t/. Il est intéressant de constater que cette situation (où la seule paire non-opposée est /d t/), qui concerne une paire de consonnes spécifique, en minorité chez les locutrices françaises (2/11), se retrouve chez les locutrices taiwanaises. En effet, pour l'ensemble des dernières locutrices taiwanaises : Loc5t, Loc6t, Loc8t, Loc9t et Loc10t, la voyelle précédant l'occlusive voisée n'est pas plus longue que celle précédant l'occlusive sourde – quelle que soit la paire de consonne considérée. Dans la quasi-totalité de ces cas, il n'y a pas de différence de durée entre ces voyelles. La locutrice Loc9t fait exception : il y a une différence significative de durée entre les voyelles selon qu'elles soient devant /g/ ou /k/ : les voyelles précédant l'occlusive sourde sont globalement significativement plus longues. La situation est donc inversée.

4. Comparaison entre le rapport de durée des voyelles selon qu'elles précèdent une occlusive voisée ou sourde et les résultats de v-ratio

Si nous comparons les résultats précédents au comportement des locutrices concernant le taux de voisement sur la consonne, nous voyons que ces résultats n'étaient pas tous attendus. Si dans l'ensemble, les locutrices semblent plus faire une différence de durée quand elles produisent du voisement sur la plus grande partie de la consonne voisée et moins quand elles n'en produisent presque pas, nous trouvons des exceptions à ce principe. Nous mettons en rapport ces données dans le Tableau 111 (en annexe).

Parmi les résultats attendus, nous observons que les locutrices Loc2t, Loc3t et Loc4t qui produisent du voisement sur plus de 75% de la consonne ont des voyelles qui précèdent les occlusives voisées plus longues que celles qui précèdent les occlusives sourdes. D'un autre côté, les locutrices Loc5t et Loc8t, qui produisent moins du voisement en moyenne sur moins de 20% de la consonne phonologiquement voisée ne font pas de différence dans la durée des voyelles qui précèdent des occlusives, qu'elles soient sourdes ou voisées.

Parmi les locutrices qui produisent un taux de voisement moyen entre 30% et 80%, les résultats varient selon les locutrices : les locutrices Loc1t et Loc7t font une différence, comme les natives et les locutrices taïwanaises avec le plus de voisement, avec une durée supérieure pour les voyelles qui précèdent les occlusives voisées. Au contraire, les locutrices Loc9t et Loc10t ne font pas de différence, ou, pour la locutrice Loc9t, le rapport entre la durée des voyelles devant les deux catégories de consonnes est inversé (voyelles plus longues devant les occlusives sourdes). Nous remarquons que ce dernier cas a lieu pour la paire /g k/ où le taux de voisement moyen pour le /g/ est de 30% seulement.

Les résultats les plus surprenants concernent finalement la locutrice Loc6t, qui bien qu'elle obtienne pour les trois occlusives voisées des taux entre 80 et 100% (jusqu'à 97,9% pour le /d/), ne marque pas de différence dans la durée des voyelles qui précèdent les occlusives voisées ou sourdes (dans aucun cas).

Dans le cas de Loc11t, la surprise vient du fait que cette locutrice ne marque pas de différence dans la durée des voyelles devant la paire /d t/, où /d/ obtient un taux moyen de 72,1%. En revanche, elle marque une différence devant la paire /g k/ alors que le /g/ n'obtient un taux de voisement que de 35,2%. Cet indice pourrait être exploité de manière inégale par cette locutrice, et demeurer lorsque le voisement est le plus difficile à produire (pour le /g/).

Nos résultats indiquent que les locutrices étudiées ici qui ne dépassent pas en moyenne les 20% de voisement sur les occlusives voisées ne différencient pas la durée des voyelles selon qu'elles précèdent des occlusives sourdes ou voisées (récapitulait des locutrices dans le Tableau 147 en annexe). Cependant, si avec une meilleure maîtrise du voisement une différence de durée devant ces deux types de consonnes tend à apparaître, elle n'est pas systématique. Enfin, nous avons pu observer des différences de durée des voyelles selon le type de consonne qui suivaient jusqu'à des taux moyen de voisement de 18,2% et de 35,2%, mais devant des paires /g k/ seulement, et seulement pour des locutrices ayant obtenu des taux de voisement sur les autres consonnes très supérieurs à ceux-ci (jusqu'à 65 et 80%).

Nous avons observé dans cette partie que globalement, pour les locutrices françaises et taïwanaises, la durée des voyelles devant les occlusives voisées est plus longue que devant les occlusives sourdes. Dans le détail, toutes les locutrices françaises distinguent la durée sur au moins deux paires (seules deux locutrices ne distinguent pas devant la paire /d t/). Pour les locutrices taïwanaises, 5 locutrices opposent systématiquement la durée des voyelles en fonction du type de consonne qui suit. Nous trouvons des différences significatives pour Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc7t. Une autre locutrice (Loc11t), comme pour les natives, oppose la durée des voyelles devant les paires /b p/ et /g k/ mais pas /d t/. Les autres locutrices ne font pas la distinction : Loc5t, Loc6t, Loc8t, Loc9t et Loc10t, excepté pour Loc9t devant /g k/ où la voyelle est plus longue devant l'occlusive sourde.

Ces résultats ne suivent pas strictement les résultats de v-ratio, avec par exemple une locutrice comme Loc6t qui obtient un taux assez bon de v-ratio mais qui ne fait pas la distinction ici. Au contraire, Loc1t et Loc7t font la distinction ici, avec des taux de v-ratio moins réguliers. Malgré tout, il y a tendance à ce que les locutrices avec les taux de v-ratio les plus élevés fassent plus souvent la distinction de durée de la voyelle qui précède l'occlusive en fonction du type de consonne dont il s'agit (sourde ou sonore).

Pour les locutrices françaises, la distinction de durée de la voyelle qui précède en fonction du type de consonne qui suit est donc un indice presque systématique présent. Six locutrices taïwanaises le produisent ainsi de façon appropriée. Trois locutrices taïwanaises nous révèlent cependant que cet indice n'est pas directement lié à la présence de voisement. Une locutrice qui prévoit ses occlusives voisées ne l'utilise pas : il est donc possible de négliger cet indice. Deux locutrices, obtenant des taux variables de voisement (mais pas absent) utilisent systématiquement la distinction de la durée de la voyelle précédente. Cet indice est donc présent en complément pour ces locutrices qui peuvent opposer ces consonnes, mais qui ont des difficultés à réaliser systématiquement le prévoisement. Les locutrices avec les taux les plus bas de voisement ne produisent pas cet indice non plus.

Chapitre 3. Septième partie – Mesure de la fréquence fondamentale au début de la voyelle suivante, en coarticulation avec la consonne

Nous avons mesuré la fréquence fondamentale au début de la voyelle qui suit une occlusive et avons comparé les résultats en fonction de la consonne qui précède : sourde ou voisée pour le même point d’articulation. Les voyelles fermées étant souvent dévoisées après une occlusive sourde, nous avons quantifié le nombre d’occurrences inexploitable pour cette analyse. Nous avons observé qu’il y a une corrélation entre la quantité de voyelles dévoisées en début de voyelle après une occlusive voisée et le taux de v-ratio pour les locutrices taïwanaises (celles qui voisent le moins les occlusives dévoisent le plus le début des voyelles).

Nous avons montré que la F0 est globalement et individuellement (à l’exception d’une paire de consonne pour une locutrice native) toujours plus élevée après une occlusive sourde qu’après une occlusive voisée, ce qui correspond à nos attentes.

Pour les locutrices taïwanaises, s’il existe bien une différence globale significative de F0 au début de la voyelle en fonction de la consonne qui précède, celle-ci n’existe pas pour toutes les locutrices. Individuellement, cet indice semble lié à la présence de voisement : les locutrices ayant un taux de voisement élevé faisant une différence, les locutrices avec un taux intermédiaire ne distinguant qu’occasionnellement, et les locutrices avec les taux de voisement les plus bas ne le faisant globalement pas.

La locutrice Loc6t ayant un taux de voisement relativement élevé, mais n’opposant déjà pas systématiquement la durée des voyelles précédant les occlusives sourdes ou voisées, ne distingue pas non plus ici systématiquement la F0 au début de la voyelle suivante en fonction de ces deux types de consonnes. En dehors de la présence de voisement elle-même, cette locutrice atypique ne semble pas produire les autres indices associés au voisement.

Nous allons comparer dans cette partie les valeurs de fréquence fondamentale (F0) au début des voyelles (Figure 45) en fonction du type de consonnes qui les précède : occlusives voisées /b d g/ ou occlusives sourdes /p t k/. Comme nous l’avons expliqué dans la partie théorique⁹⁹, la fréquence fondamentale est en principe plus haute au début d’une voyelle qui suit une consonne sourde qu’au début d’une voyelle qui suit une consonne voisée.

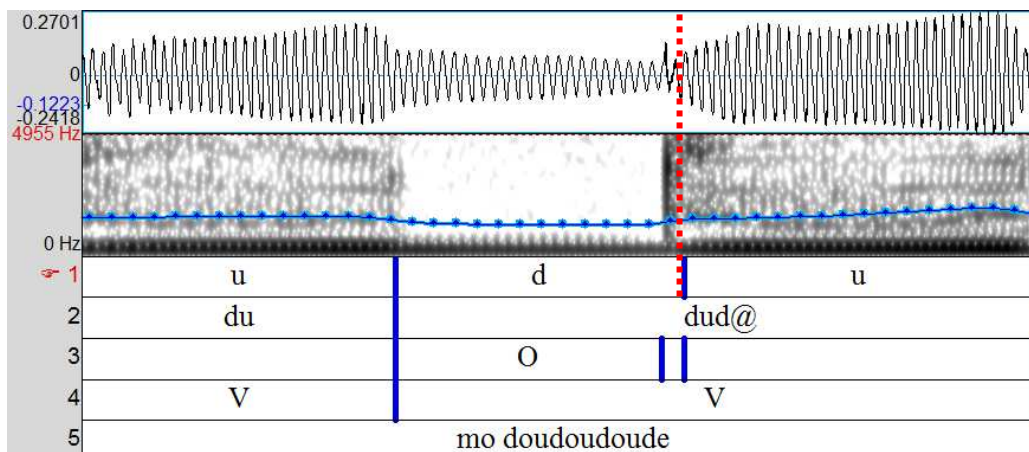


Figure 45 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [udu] dans le logatome « doudoudoude » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot doudoudoude peut bien coller » avec mise en évidence du début de la voyelle suivante (pour mesurer la F0)

⁹⁹ Voir : Chapitre 1. Première partie - Le voisement, notions générales : Les variations de F0

Le début de la voyelle qui suit une occlusive peut très souvent être dévoisé (Figure 46), notamment si la consonne est sourde.

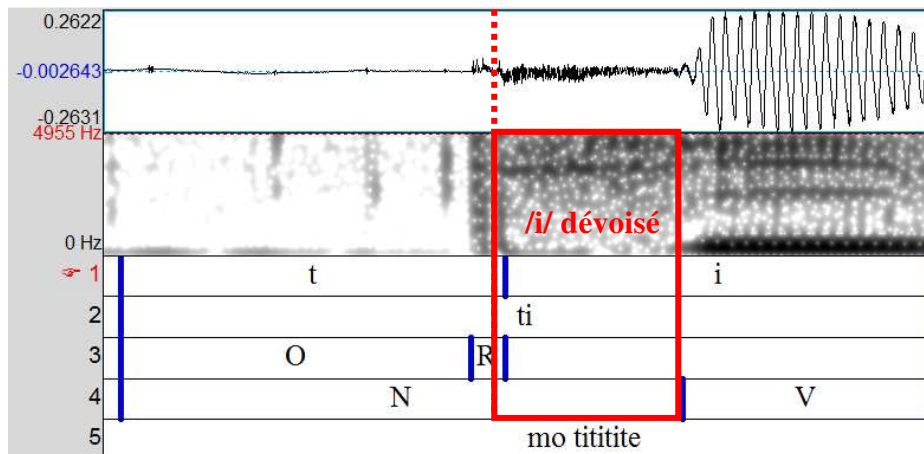


Figure 46 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) de la séquence [ti] dans le logatome « tititite » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence du début de la voyelle suivante (pour mesurer la F0) et la zone où le début du /i/ est dévoisé

La perte de voisement existe aussi sur les occlusives voisées.

1. Quantification des occurrences exploitables

Pour cette étude, nous prenons en compte les voyelles /a i u/ qui suivent des occlusives. Le maximum d'occurrences de chaque voyelle concernée par cette étude produites par une locutrice est de 36 (= 3 voyelles par logatome x 4 répétitions x 3 voyelles (/a i u/)).

Les Tableau 112 et Tableau 113 (en annexes) recensent le nombre de voyelles avec présence de F0 après les occlusives /b d g p t k/ produites respectivement par chaque locutrice française et taïwanaise. Nous observons la très forte inégalité des occurrences exploitables pour cette étude entre les voyelles qui suivent des occlusives voisées et celles qui suivent des occlusives sourdes. Nous obtenons un total de 1077 occlusives voisées pour les locutrices françaises (sur un total possible de 1188 soit 111 manquantes = 9,3% du total) et 917 occurrences pour les locutrices taïwanaises (soit 271 manquantes = 22,8% du total). Pour les voyelles dont la F0 a été mesurée, devant une occlusive sourde, nous obtenons 366 occurrences pour les locutrices françaises (soit 822 manquantes = 69,2% du total) et 502 occurrences pour les locutrices taïwanaises (soit 686 manquantes = 57,8% du total). Pour un maximum de 36 occurrences, nous obtenons en moyenne 33,4 occurrences de voyelles après un /b/ pour les locutrices françaises, 31,3 après /d/, 33,3 après /g/, 12,4 après /p/, 9,2 après /t/ et 11,7 après /k/. Pour les locutrices taïwanaises, nous obtenons en moyenne 29,8 occurrences après /b/, 26,2 après /d/, 27,4 après /g/, 21,1 après /p/, 12,0 après /t/ et 12,5 après /k/.

L'observation du nombre d'occurrences exploitables permet de mettre en évidence que globalement les locutrices françaises ont moins d'occurrences de voyelles dévoisées après les occlusives voisées que les locutrices taïwanaises, ces dernières ayant 13,5% d'occurrences exploitables en moins dans ces cas. Néanmoins, modérons cela par le fait que les locutrices taïwanaises produisent des consonnes plus longues que les locutrices françaises, ce qui

précisément peut influencer sur ce phénomène. Pour les voyelles précédées d'occlusives sourdes cependant, nous observons le contraire : les locutrices taïwanaises ont plus d'occurrences exploitables pour cette étude, et notamment pour le /p/. Ce phénomène semble indiquer que toutes les locutrices taïwanaises étudiées ne font pas bien la différence entre les occlusives voisées et les occlusives sourdes.

Dans le détail, nous observons pour les locutrices françaises que pour les occlusives voisées, la locutrice Loc8f n'obtient que 22 occurrences exploitables pour le /b/ et 14 pour le /d/. Rappelons que pour cette même locutrice, nous avons observé qu'il n'y a pas de différence de durée des voyelles précédant /d t/. Cette nouvelle observation semble indiquer des productions atypiques de /d/ de cette locutrice. Cependant, Loc7f était dans le même cas pour la durée des voyelles devant /d t/ et obtient ici 35 occurrences exploitables de voyelles après le /d/ (une seule non exploitable). Par ailleurs, Loc8f est aussi la locutrice qui obtient le moins d'occurrences de /t/ exploitables : 3 seulement. Le même phénomène de dévoisement sur la voyelle s'applique donc plus fréquemment pour cette locutrice que pour les autres, que la consonne qui précède soit voisée ou non.

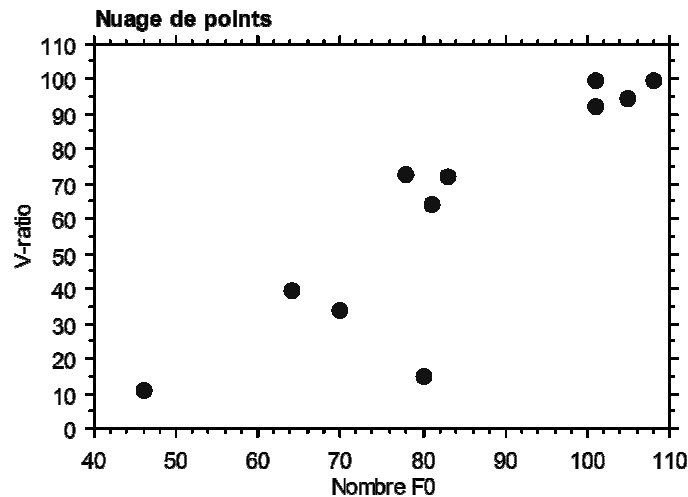
Pour les locutrices taïwanaises, l'absence d'occurrences de voyelles exploitables après les consonnes voisées n'est pas régulièrement distribuée entre toutes les locutrices. Les locutrices Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t ont entre 30 et 36 occurrences exploitables après chaque consonne. Ce sont précisément les 4 locutrices qui ont obtenu les plus hauts taux de v-ratio sur les occlusives voisées. Au contraire Loc5t qui est parmi celles à produire le moins de voisement sur les occlusives voisées obtient également le moins d'occurrences exploitables de voyelles les suivant (moins de 20 pour chacune). Elle obtient cependant encore moins de voyelles avec une F0 au début de la voyelle après les occlusives sourdes (11, 6 et 5 pour /p t k/ respectivement). Loc8t, cependant, qui voise également peu ses consonnes phonologiquement voisées, obtient plus d'occurrences exploitables (33, 25 et 22 respectivement pour /b d g/). Cependant, cette locutrice ne dévoise pas non plus beaucoup plus le début des voyelles qui suivent les occlusives sourdes (31, 17 et 20 occurrences respectivement pour /p t k/).

Ainsi, la différence entre le nombre de voyelles dévoisées après une occlusive sourde ou sonore est plus importante pour les locutrices taïwanaises qui ont un v-ratio plus élevé (avec un plus grand nombre de voyelles avec un F0 au début de la voyelle après les occlusives voisées). Au contraire, les locutrices qui ont un v-ratio plus bas semblent dévoiser plus souvent les voyelles. L'inventaire de ces occurrences semble confirmer une distinction plus faible entre occlusives sourdes et voisées des locutrices qui ont les taux de v-ratio les plus bas pour les occlusives phonologiquement voisées.

Pour modérer nos conclusions, ajoutons cependant qu'il se pourrait que la plus grande quantité de voyelles présentant du voisement à leur début après une occlusive sourde pour les locutrices taïwanaises (par rapport aux locutrices françaises), bien que nous ayons observé en position initiale un VOT plus long dans ces cas-là pour les locutrices taïwanaises (donc un départ de voisement plus tardif), soit dû un départ plus tardif de la voyelle (et donc du F2 ou du F3 (pour le /i/)) pour les locutrices taïwanaises. Avec une consonne plus longue, la différence de pression trans-glottique peut se rétablir pour le début de la voyelle et permettre

plus fréquemment ce départ de voisement. Néanmoins, avec un VOT négatif plus court (en position initiale) pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises, les ruptures de voisement devraient être plus rares. Le paramètre de la durée n'explique pas tout.

De plus, nous constatons que les locutrices qui voisent (V-ratio) le plus les consonnes voisées ont aussi le plus grand nombre d'occurrences (Graphique 104). L'absence de voisement au début des voyelles suivant les occlusives voisées pour les locutrices taïwanaises serait donc plutôt liée aux difficultés de voisement, et donc au même procédé qui amène à une absence de voisement après une occlusive sourde. Pour vérifier qu'il existe effectivement une corrélation entre le taux de voisement et le nombre d'occurrences de voyelles après cette consonne avec présence de voisement au début de la voyelle, nous avons effectué un test de corrélation de Pearson entre la moyenne de v-ratio des occlusives voisées /b d g/ en position intervocalique (car il n'est pas mesurable en position initiale et il n'y a pas de voyelle après la consonne finale) et le nombre total d'occurrences de voyelles avec présence de F0 en début de voyelle pour les 11 locutrices taïwanaises. Pour chaque locutrice, nous avons rapporté la moyenne de v-ratio au nombre total d'occurrences de voyelles avec présence de F0 sur le Graphique 104.



Graphique 104 : Moyennes de v-ratio (%) des occlusives /b d g/ produites en positions intervocaliques par rapport au nombre d'occurrences de voyelles (Nombre F0) suivant ces occlusives avec présence de F0 en début de voyelle pour 11 locutrices taïwanaises

Nous obtenons un coefficient de corrélation $r=0,879$ et $p=0,0001$, soit une corrélation significativement différente de 0 et un excellent coefficient témoignant de la très grande liaison entre les deux phénomènes. Plus les locutrices voisent les consonnes phonologiquement voisées, plus il y a d'occurrences de voyelles avec une F0 au début. Ceci semble indiquer que la perte de voisement en début de voyelle après une occlusive voisée correspond pour les locutrices taïwanaises au phénomène de dévoisement de la voyelle après une occlusive sourde.

L'étude du nombre d'occurrences de voyelles suivant des occlusives sourdes ou voisées est donc révélatrice des écarts de prononciation des locutrices taïwanaises. L'absence de voisement au début de la voyelle est corrélée à la fréquence d'absence de voisement sur la consonne voisée. Pour les occlusives sourdes, la différence avec les natives pourrait reposer sur la durée plus longue de relâchement de la consonne.

2. Les voyelles concernées

Tous les logatomes analysés sont construits sur une structure $C_1VC_2VC_3VC_4$ où C représente une des consonnes /b d g p t k/ et V une des voyelles /a i u/. Nous avons vu dans la partie précédente que dans un très grand nombre de cas, le début de la voyelle qui suit ces consonnes est dévoisé, notamment dans les cas où cette consonne est sourde. Nous évaluons ici quelles sont les voyelles qui ont été dévoisées et quelles sont les voyelles présentant un F_0 au début de la voyelle. Les Tableau 114 et Tableau 115 (en annexes) présentent le nombre d'occurrences de chaque voyelle dont la F_0 a été détectée en fonction de la consonne qui précède et de la locutrice respectivement pour les 11 locutrices françaises et les 11 locutrices taiwanaises.

Pour les locutrices françaises, nous obtenons un total de 359 /a/, 363 /i/ et 355 /u/ avec les occlusives voisées et 230 /a/, 40 /i/ et 96 /u/ avec les occlusives sourdes. Il y a donc un nombre assez proche de voyelles avec les occlusives voisées (un écart de 8 occurrences tout au plus), alors qu'avec les occlusives sourdes, le nombre d'occurrences varie beaucoup. La voyelle la plus représentée est la voyelle /a/. Pour 5 locutrices, elle est la seule voyelle représentée avec /t/, et pour deux locutrices également avec /k/. Au contraire, /i/ est totalement absent des occurrences de 1 locutrice avec /p/, 8 locutrices avec /t/ et 5 locutrices avec /k/. /u/, avec un nombre intermédiaire d'occurrences, est absent pour 7 locutrices avec /t/ et 4 locutrices avec /k/. Au contraire cependant, /u/ est la voyelle la plus fréquente pour 6 locutrices avec /p/. Il y a d'ailleurs avec /p/ plus de /u/ que de /a/, alors qu'avec /t k/, le nombre d'occurrences de /a/ est largement supérieur (plus de dix fois plus de /a/ que de /u/ ou de /i/ avec /t/ et entre 3,6 fois plus de /a/ que de /u/ et 7 fois plus que de /i/).

La fréquence plus importante de dévoisement au début des voyelles fermées /i u/ par rapport à /a/ s'explique précisément par le degré d'ouverture de la bouche. En effet, avec une voyelle fermée, l'air s'échappe moins vite de la bouche et la pression intra-orale diminue aussi moins vite, générant un délai plus long à l'établissement du voisement. De ce fait, l'absence de voisement se prolonge au début de la voyelle. Avec une voyelle plus ouverte comme le /a/, la pression intra-orale diminue plus vite et le voisement peut débiter plus tôt.

Les résultats avec la combinaison de la consonne /p/ avec la voyelle /u/ sont surprenants. Tout d'abord, le fait qu'il y ait moins d'occurrences de voyelles dévoisées en coarticulation avec /u/ qu'avec /a/ est très inattendu. Comme nous venons de l'expliquer, nous devrions assister au phénomène inverse (comme pour /t k/). En ce qui concerne la différence du nombre d'occurrences de voyelles dévoisées au début avec les combinaisons /p/ et les voyelles /i/ ou /u/, la différence ne peut que venir de la spécificité des voyelles : /i/ voyelle antérieure et /u/ voyelle postérieure. Cependant, au moment du relâchement et pour le voisement au début de la voyelle après l'occlusive, ce qui compte le plus est l'aperture de la bouche, et ces deux voyelles sont fermées. Une si grande différence ne s'explique pas ainsi.

Pour les locutrices taiwanaises, nous obtenons 321 occurrences de /a/, 270 occurrences de /i/ et 326 occurrences de /u/ avec les occlusives voisées et 232 occurrences de /a/, 71 occurrences de /i/ et 199 occurrences de /u/ avec les occlusives sourdes. Il y a globalement plus d'occurrences

de la voyelle /a/, excepté avec /b p/ où c'est le nombre d'occurrences de /u/ qui est le plus grand. Nous observons également que la locutrice Loc5t (qui a obtenu les résultats de v-ratio parmi les deux plus bas) n'a pas d'occurrence de /u/ avec /d/ et pas d'occurrence de /i/ avec /g/, ce qui confirme en partie que le moins grand nombre d'occurrences observé pour les occlusives voisées des locutrices taïwanaises pourrait être corrélée à la diminution du taux de voisement des consonnes chez ces mêmes locutrices. L'absence d'occurrences de voyelles avec certaines consonnes est plus fréquente avec les occlusives sourdes : il n'y a pas de /i/ pour une locutrice avec /p/, 5 avec /t/ et 4 avec /k/. /u/ est absent pour une locutrice avec /t/ et 2 locutrices avec /k/. Enfin, /a/ est absent chez une locutrice avec /k/. Sur l'ensemble des occurrences avec les consonnes sourdes, /a/ reste la voyelle la plus représentée, mais suivie de peu par /u/. /i/ a 3,3 fois moins d'occurrences que /a/.

Pour les locutrices taïwanaises, la voyelle /i/ est la moins représentée pour la mesure de F0 au début de la voyelle. Comme pour les locutrices françaises, ceci peut être imputé à la difficulté du départ de voisement avec cette voyelle fermée. Dans la mesure où les locutrices taïwanaises ne voient pas autant les consonnes phonologiquement voisées que les locutrices françaises, la diminution du nombre d'occurrences de voyelles, notamment avec /i/, n'est pas une surprise. Le même phénomène que pour les occlusives sourdes peut alors s'appliquer aux occlusives phonologiquement voisées, mais phonétiquement dévoisées – ou sourdes. Le plus grand nombre d'occurrences de voyelles pour les locutrices taïwanaises avec les occlusives voisées, par rapport aux locutrices françaises ne vient pas d'un plus grand nombre de /a/, puisque le nombre est quasiment le même (230 pour les Françaises et 232 pour les Taïwanaises). Il vient des /i/ (avec 31 de plus, soit presque le double) et surtout des /u/ (avec 103 de plus, soit plus du double). Une explication possible provient de la durée des consonnes, plus longue pour les locutrices taïwanaises, ce qui permet un rétablissement de la possibilité du voisement plus fréquent au début de la voyelle. Avec une durée de la phase de relâchement plus longue, la différence de pression trans-glottique pourrait être suffisante avant le début de la voyelle. Les voyelles /i u/ seraient plus concernées que /a/, ayant plus besoin de temps que cette dernière à ce rétablissement.

3. Mesures de F0 en début de voyelle, après les occlusives sourdes ou voisées

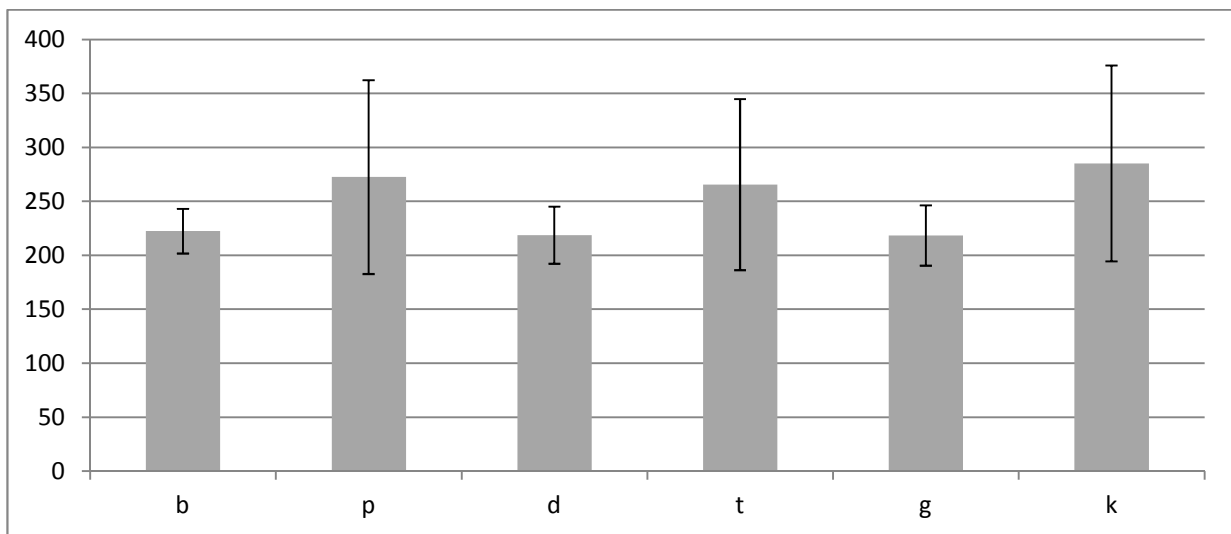
Nous allons maintenant travailler sur les occurrences exploitables de voyelles qui suivent les occlusives : c'est-à-dire celles ayant du voisement dès leur début. Bien que cette analyse ne prenne pas en compte l'ensemble des réalisations – seulement celles pour lesquelles il y a du voisement au début de la voyelle qui suit l'occlusive – cette analyse peut nous permettre d'observer une éventuelle différence dans l'influence de l'occlusive qui précède, autre que celle du dévoisement déjà plus fréquemment observé après les occlusives sourdes.

a. Les locutrices françaises

i. *Etude globale*

Nous analysons globalement les résultats obtenus par les locutrices françaises. Comme indiqué dans la partie précédente, nous avons 1188 occurrences de voyelles /a i u/ après des occlusives

voisées et seulement 366 occurrences de voyelles après des occlusives sourdes (positions 1, 2 et 3 des logatomes $C_1V_2CV_3CVC_4$). Les moyennes de fréquence fondamentale (F0) obtenues au début de ces voyelles sont illustrées sur le Graphique 105.



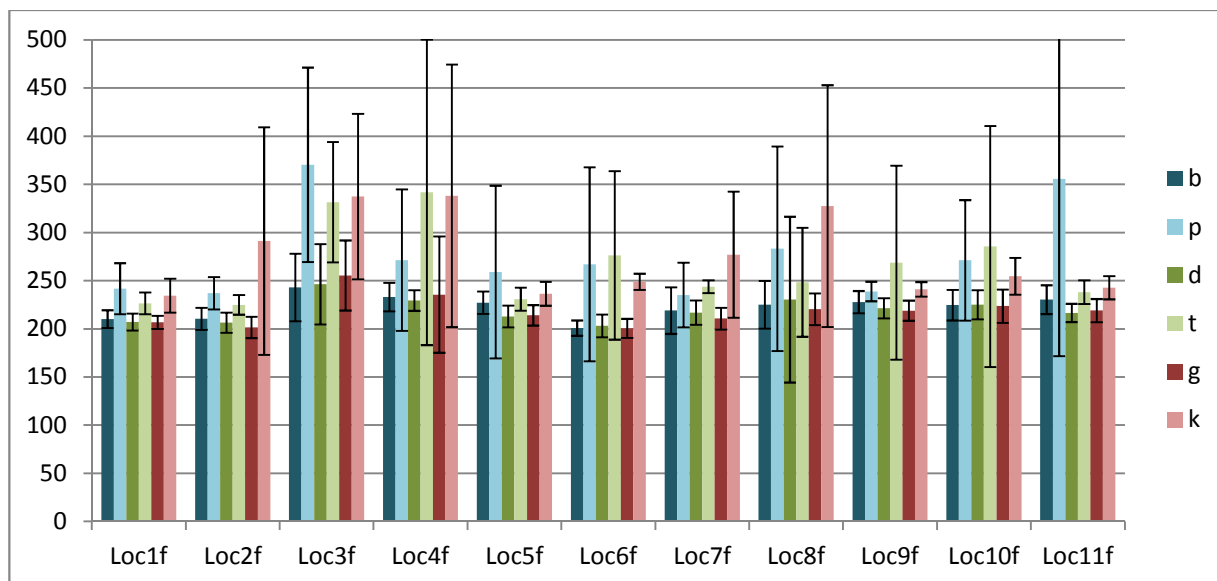
Graphique 105 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu au début des voyelles V /a i u/ (confondues) après les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 1, 2 et 3 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices françaises (1188 occurrences d'occlusives voisées /b d g/ et 366 occurrences d'occlusives sourdes /p t k/)

Nous observons sur le Graphique 105 que les moyennes de F0 obtenues au début des voyelles suivant les occlusives sourdes semblent globalement toujours plus élevées que celles suivant des occlusives voisées. Pour vérifier ces observations, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque ensemble de voyelles suivant les paires de consonne /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 116 (en annexe).

Nous observons que toutes les différences observées sont significatives : la fréquence fondamentale au début d'une voyelle qui suit une occlusive sourde est plus élevée (lorsqu'il y en a) que la fréquence fondamentale au début d'une voyelle qui suit une occlusive voisée. Nos résultats confirment ce phénomène pour les locutrices françaises.

ii. *F0 en début de voyelle après une occlusive : comportements des locutrices françaises*

Nous avons trouvé globalement, pour les locutrices françaises, une différence significative de F0 en début de voyelle en fonction du type de consonne qui précède : voisée ou sourde, lorsque le voisement est bien réalisé sur la voyelle. Afin d'établir un type de comportement plus précis des locutrices françaises, et pour pouvoir comparer avec les locutrices taïwanaises, nous effectuons maintenant cette analyse individuellement. Nous répondrons ainsi à la question : est-ce que les locutrices françaises font bien toutes une distinction de F0 en début de voyelle si la consonne qui précède est une consonne voisée ou une consonne sourde ? Nous comparerons ainsi les valeurs de F0 en début de voyelle devant chaque paire de consonne : /b p/, /d t/ et /g k/. Le Graphique 106 illustre les valeurs de F0 en début de voyelle après les consonnes /b p d t g k/ pour chacune des 11 locutrices françaises (loc1f à Loc11f).



Graphique 106 : Moyenne (Hz) avec un écart-type de la F0 au début des voyelles /a i u/ en fonction de la consonne qui précède (/b p d t g k/) pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

Nous observons sur le Graphique 106 que pour toutes les locutrices françaises, prises individuellement, la F0 en début de voyelle est plus élevée si la consonne qui précède est une voyelle sourde. Les écarts de moyenne sont cependant plus ou moins grands selon les consonnes et selon les locutrices. Ainsi, ces écarts moyens peuvent dépasser les 50 Hz et même les 100 Hz pour la locutrice Loc3f. Pour d'autres locutrices, comme Loc1f ou Loc9f par exemple, ils restent inférieurs à 50 Hz, voire même à 20 Hz. Pour vérifier que les différences observées sont significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés pour comparer les moyennes de F0 au début des voyelles (/a i u/ confondues) devant chaque paire de consonnes : /b p/, /d t/ et /g k/ de chaque locutrice française (Loc1 à Loc11f). Les résultats sont transcrits dans le Tableau 117 (en annexe).

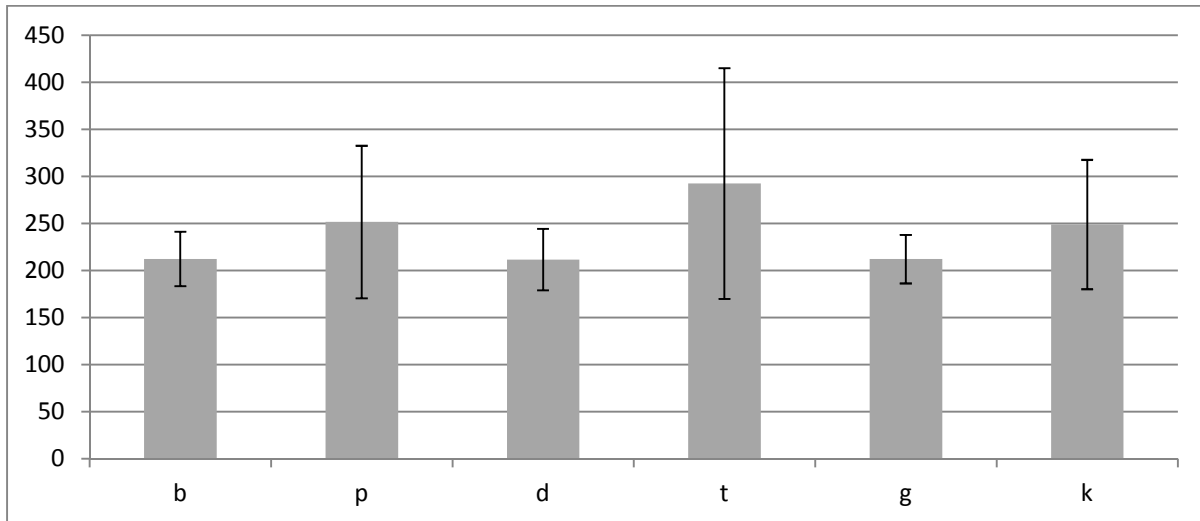
Les résultats des tests-t non appariés effectués pour comparer les moyennes de F0 après chaque paire de consonne /b p/, /d t/ et /g k/ pour chaque locutrice française indiquent qu'il n'y a qu'un seul cas où la différence n'est pas significative : il s'agit des moyennes de F0 des voyelles après la paire /d t/ de la locutrice Loc8t ($t_{15}=0,342$ et $p=0,7374$). Remarquons cependant que sur un total de 36 occurrences de voyelles devant chaque consonne /d t/, seules 14 ont présenté du voisement en début de voyelle après /d/ et 3 après /t/, ce qui constitue le plus petit nombre d'occurrences pour une paire de consonnes de toutes les locutrices françaises. Cette quantité d'occurrences témoigne donc surtout du fait que dans cette situation, la locutrice dévoise majoritairement le début de la voyelle, et surtout devant l'occlusive sourde. Pour les quelques occurrences restantes, il n'y a pas de différence de F0 d'établie.

Dans tous les autres cas, lorsqu'il y a eu du voisement en début de voyelle, la valeur de F0 est significativement plus élevée après l'occlusive sourde qu'après l'occlusive voisée.

b. Les locutrices taïwanaises

i. Etude globale

Nous analysons maintenant la fréquence fondamentale au début des voyelles en fonction de la consonne qui précède (voisée ou sourde) des 11 locutrices taïwanaises. Le résultat des moyennes obtenues pour l'ensemble des voyelles en fonction de la consonne qui précède est illustré sur le Graphique 107.



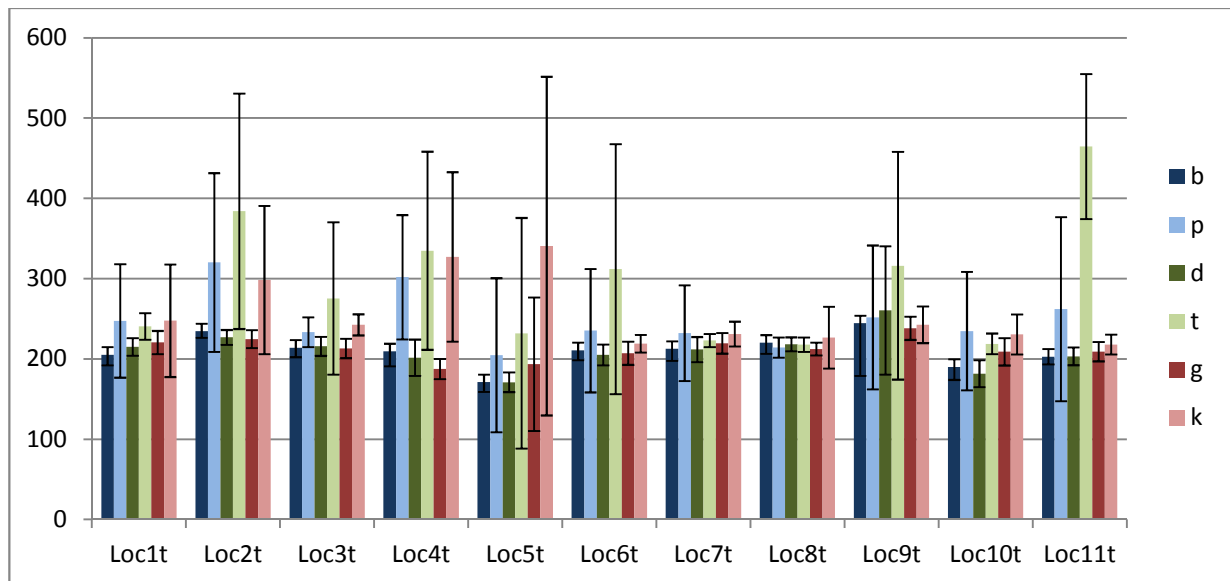
Graphique 107 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu au début des voyelles V /a i u/ (confondues) après les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 1, 2 et 3 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices taïwanaises (917 occurrences d'occlusives voisées /b d g/ et 502 occurrences d'occlusives sourdes /p t k/)

Nous observons sur le Graphique 107 que comme pour les locutrices françaises, globalement la fréquence fondamentale des voyelles qui suivent les occlusives sourdes est plus élevée que celle qui suit les occlusives voisées. Pour vérifier ces résultats, nous avons effectué des tests-t non appariés pour comparer ces moyennes de F0 en fonction de chaque paire de consonnes : /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 118 (en annexe).

Les résultats des tests-t non appariés révèlent que globalement, le même phénomène se reproduit chez les locutrices taïwanaises : les voyelles qui suivent une occlusive sourde ont une F0 au début de la voyelle plus élevée que celles qui suivent une occlusive voisée. Pour toutes les paires de consonnes voisées/ non-voisées, la différence est fortement significative ($p < 0,0001$). Nous remarquons cependant que l'écart moyen dans la moyenne de F0 selon qu'elle précède une occlusive sourde ou voisée est plus petit pour les locutrices taïwanaises que pour les natives, excepté pour la paire /d t/.

ii. F0 au début de la voyelle : distinction des locutrices taïwanaises

Nous avons observé précédemment que le groupe des locutrices taïwanaises n'était pas homogène en ce qui concerne la production de voisement. Il serait donc intéressant de voir si les locutrices qui ont les taux de voisement les plus bas sur les consonnes phonologiquement voisées marquent bien ici une différence, et de confirmer également que les locutrices qui ont les taux les plus élevés ont bien cette distinction de F0 au début de la voyelle qui suit.



Graphique 108 : Moyenne (Hz) avec un écart-type de la F0 au début des voyelles /a i u/ en fonction de la consonne qui précède (/b p d t g k/) pour 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t)

Nous observons sur le Graphique 108 que dans la quasi-totalité des cas, la moyenne de F0 au début de la voyelle après une occlusive voisée est plus basse qu'après une occlusive sourde. Comme exception notable, nous pouvons observer que ce n'est pas le cas après les /d t/ de Loc8t. Par ailleurs, les écarts observés peuvent être plus ou moins flagrants, voire même, chez la même locutrice, présenter des écarts très variable selon la paire de consonnes concernée.

Pour nous assurer de la significativité des différences observées, nous avons effectué des tests-t non appariés pour comparer ces moyennes de F0 en fonction de chaque paire de consonnes : /b p/, /d t/ et /g k/ pour chaque locutrice. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 119 (en annexe). Les tests-t non appariés révèlent que pour les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc10t, la moyenne de fréquence fondamentale au début de la voyelle qui suit une occlusive sourde est toujours plus élevée que pour les voyelles qui suivent une occlusive voisée, et ce, quelle que soit la paire de consonnes concernée. Au contraire, pour les locutrices Loc8t et Loc9t il n'y a aucune différence de fréquence fondamentale en fonction du type de consonne (voisée ou non-voisée) pour aucune paire de consonnes. Ces deux locutrices sont parmi les locutrices qui ont obtenu les taux de voisement les plus bas. Le fait que la différence ne soit pas marquée n'est donc pas tant une surprise. La surprise concerne la locutrice Loc5t pour laquelle il y a une différence de F0 des voyelles selon qu'elles suivent un /g/ ou un /k/. Il n'y a pas de différence pour les autres paires de cette locutrice. Cette locutrice reste en effet celle qui a obtenu les taux de voisement les plus bas.

Les locutrices Loc6t, Loc7t et Loc11t ont également marqué des différences dans la F0 au début de la voyelle en fonction de la consonne qui suit pour certaines paires, mais pas toutes :

- Loc6t n'a de différence qu'après la paire /d t/
- Loc7t a des différences significatives pour les paires /d t/ et /g k/
- Loc11t a des différences significatives après les paires /b p/ et /d t/

Ces trois locutrices ont donc en commun une distinction de F0 au début sur la voyelle suivante après la paire /d t/, mais elles se distinguent de Loc5t qui elle n'en faisait qu'après la paire /g

k/. Les résultats pour Loc6t sont surprenants, car cette locutrice avait globalement un taux de voisement plus élevé que celui de Loc1t qui marque ici une différence après toutes les paires. Loc7t et Loc11t ont au contraire révélé des taux de voisement irréguliers.

Nous constatons finalement que les locutrices ayant obtenu les plus hauts taux de voisement ont bien des différences de F0 au début de la voyelle suivante en fonction du type de consonne qui précède (lorsqu'il y a du voisement) (synthèse dans le Tableau 148 en annexe). Pour les locutrices ayant obtenu des taux légèrement inférieurs de voisement, ou même presque nuls, nous constatons que des différences de F0 peuvent apparaître, mais que globalement plus le taux est bas plus les possibilités de voir cette différence disparaître sont grandes. Les voyelles après la paire /d t/ semblent être celles qui conservent le plus la différence, mais c'est la paire /g k/ qui a conservé cette différence pour la locutrice ayant obtenu les plus bas taux de v-ratio. Une étude avec un plus grand nombre d'occurrences de voyelles avec un F0 initial, et une distinction plus fine des voyelles serait nécessaire pour mieux comprendre les phénomènes sous-jacents, notre corpus étant réduit en raison du grand nombre de voyelles dévoisées.

Nous avons observé dans cette partie que les locutrices taïwanaises comme les locutrices françaises ont plus d'occurrences de voyelles sans voisement au début de la voyelle après les occlusives sourdes qu'après les occlusives voisées. Cependant, l'écart est plus réduit pour les occlusives taïwanaises, notamment pour les locutrices qui ont des taux de v-ratio plus faibles sur les occlusives voisées. Il y a une tendance à ce que l'absence de voisement sur la consonne soit associée à un dévoisement plus fréquent au début de la voyelle.

En observant les voyelles concernées, nous avons pu relever que la voyelle la plus dévoisée au début est le /i/, aussi bien pour les natives que pour les non-natives. /a/ est la voyelle la plus présente, excepté en coarticulation avec /p/ où c'est la voyelle /u/ la plus nombreuse (pour les deux groupes de locutrices). Ceci est vrai aussi pour le /b/ des non-natives, pour qui les phénomènes observés pour les sourdes s'appliquent parfois aux voisées (lorsque précisément elles ne le sont pas phonétiquement).

En ce qui concerne les moyennes de F0 en début de voyelle après une occlusive, nous avons montré que la F0 est globalement et individuellement toujours plus élevée après une occlusive sourde qu'après une occlusive voisée, ce qui correspond à nos attentes, excepté pour Loc8f pour la paire /d t/. Nous avons déjà relevé que cette locutrice a dévoisé le début de plus de la moitié des occurrences de voyelles après les occlusives voisées, lui laissant moins d'occurrences à comparer que les autres natives. Pour les locutrices taïwanaises, s'il existe bien une différence globale significative de F0 au début de la voyelle en fonction de la consonne qui précède, celle-ci n'existe pas pour toutes les locutrices. Nous avons observé des différences significatives après les trois paires /b p/, /d t/ et /g k/ pour les locutrices Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc10t. Au contraire, il n'y en a pas pour les locutrices Loc8t et Loc9t. Loc5t, avec des taux de voisement très bas sur les consonnes voisées a pourtant marqué une différence après la paire /g k/. Au contraire, Loc6t, une locutrice taïwanaise qui a obtenu parmi les plus hauts taux de voisement sur les voisées n'a distingué que /d t/. Les autres locutrices ont marqué des différences après /d t/ et une des autres paires selon la locutrice.

La différence de F0 en début de voyelle en fonction de la consonne qui précède : sourde ou voisée, semble globalement liée à la présence de voisement. En effet, plus le taux de voisement est élevé, plus les locutrices font une différence de F0 en début de voyelle suivante. Nous observons des exceptions, notamment la locutrice Loc6t qui produit un taux de voisement élevé, mais qui ne semble pas systématiquement marquer de différences pour d'autres indices associés, comme la durée de la voyelle précédente, ou ici la hauteur de la F0 au début de la voyelle suivante.

Chapitre 3. Huitième partie – Analyse de la voyelle précédente : mesures de F0

Nous avons mesuré la fréquence fondamentale en fin de voyelle, en fonction du type de la consonne qui suit : sourde ou sonore, pour les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats globaux révèlent que pour les deux groupes de locutrices, comme attendu, la F0 est globalement plus élevée devant les occlusives sourdes que devant les occlusives voisées. Ces résultats sont confirmés pour chaque voyelle individuellement pour les natives, excepté pour /a/ devant la paire /b p/. Pour les non natives, il n’y a que devant la paire /d t/ que les 3 voyelles ont une F0 différente selon la consonne. Il n’y en a pour aucune voyelle devant /b p/ et pas pour /i/ devant /g k/.

Individuellement, une seule locutrice française sur les onze n’a marqué aucune différence, ce qui nous apprend que si la majorité des natives fait cette différence, son absence reste possible. Au contraire, seules trois locutrices natives l’ont faite pour les trois paires. Il y a donc une tendance générale à marquer cette différence, mais elle n’est pas systématique. Pour les non-natives, sept locutrices n’ont marqué aucune différence. Pour les quatre qui l’ont marquée, l’une l’a faite pour les trois paires. Il s’agit d’une locutrice ayant un taux élevé de voisement sur les occlusives voisées. Les trois autres locutrices ont cependant des comportements différents quant au v-ratio ce qui nous laisse penser que l’utilisation de cet indice est plus lié au locuteur qu’à la présence de voisement.

Nous étudions dans cette partie l’influence du voisement sur la voyelle précédente (Figure 47). En principe, comme pour la fréquence fondamentale au début des voyelles qui suivent ces consonnes, la F0 doit être plus basse en fin de voyelle devant les consonnes voisées que devant les consonnes sourdes.

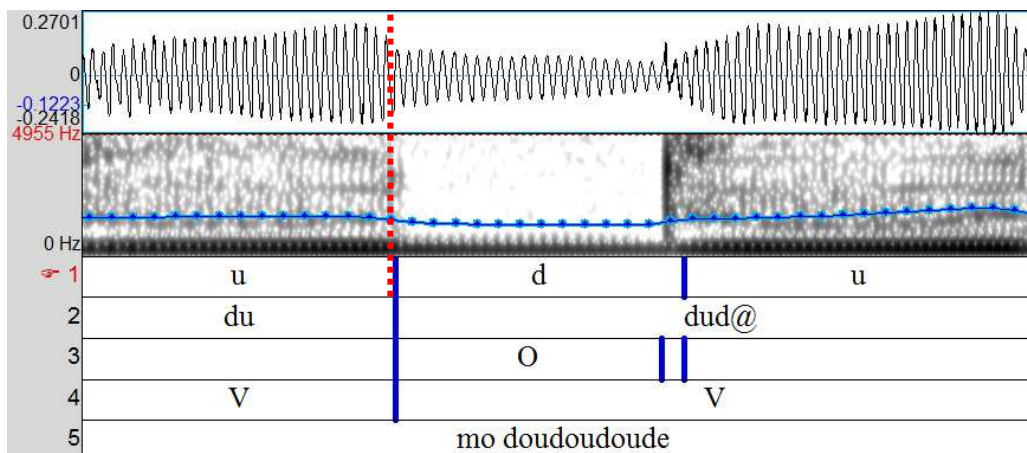


Figure 47 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [udu] dans le logatome « doudoudoude » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot doudoudoude peut bien coller » avec mise en évidence de la fin de la voyelle précédente (pour mesurer la F0)

Nous analysons ici les voyelles qui précèdent les occlusives. En conséquence, nous nous intéressons donc aux mêmes voyelles que dans l’étude sur la F0 au début des voyelles, mais cette fois-ci, relativement aux consonnes en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Il s’agit des trois seules voyelles du logatome et ce sont une des trois voyelles /a i u/. Nous nous intéressons cette fois-ci à la fréquence fondamentale à la fin de la voyelle.

Contrairement au début des voyelles qui suivent une occlusive, ici, il n’y a pas de délai retardé pour le départ du voisement – sauf si ce phénomène concerne toute la voyelle. Le voisement

que nous observons ici est en fin de voyelle. Une disparition de ce voisement sera donc, en général, due à son arrêt anticipé. Nous nous attendons à le trouver plus fréquemment avant des consonnes sourdes qui par définition nécessitent un arrêt du voisement contrairement aux occlusives voisées.

Nous allons dans une première partie compter les occurrences de voyelles dévoisées avant la fin de la voyelle, et en contrepartie, les occurrences exploitables pour cette étude. Nous nous intéresserons ensuite aux voyelles concernées, et verront quelles sont les voyelles le plus fréquemment dévoisées. Nous analyserons ensuite globalement les moyennes de F0 en fin de voyelle en fonction du type de consonne qui suit pour les natives et les non-natives. Nous détaillerons ces analyses en fonction de la voyelle concernée : /a i u/. Nous établirons enfin le comportement des locutrices pour voir individuellement qui obtient une différence de F0 en fin de voyelle en fonction de la consonne qui suit. Nous verrons ainsi quelles locutrices marquent une différence sur ce paramètre devant les occlusives sourdes et sonores et s'il existe un phénomène de compensation par ce paramètre pour les locutrices qui ont des taux de voisement les plus bas.

1. Quantification des occurrences exploitables

L'inventaire des voyelles dont nous pouvons faire l'analyse de la fréquence fondamentale en fin de voyelle est déjà révélateur d'une certaine influence de la consonne qui suit sur la voyelle. Dans cette partie, nous définissons et quantifions les occurrences exploitées pour l'étude de la fréquence fondamentale en fin de voyelle qui précède les occlusives.

Puisque nous envisageons les voyelles relativement à la consonne qui suit, nous prenons notamment en compte les consonnes finales. Or certaines de ces consonnes ne présentent ni relâchement, ni de schwa qui les suit, empêchant de fait leur délimitation, et remettant éventuellement en cause leur existence. Ces consonnes sont inventoriées dans le tableau de la partie : *L'absence de relâchement*. Nous avons ainsi inventorié un total de 27 occurrences : 23 par la natives et 4 par les non-natives. Ces occurrences doivent être étudiées à part. Aussi, pour cette étude, nous nous contenterons de les écarter.

Les Tableau 120 et Tableau 121 (en annexes) donnent respectivement le nombre d'occurrences des voyelles produites par les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises pour l'analyse de la F0 des voyelles en fonction de la consonne qu'elles précèdent.

Le maximum d'occurrences de voyelles par locutrice et par consonne pour notre corpus est de 36, soit 396 pour les 11 locutrices. Nous voyons que pour les locutrices françaises, très peu d'occurrences n'ont pas pu être analysées : 1 occurrence devant /b/ (Loc2f, Figure 48) et 1 occurrence devant /d/ (Loc4f). Il n'y a pas d'occurrence sans voisement en fin de voyelle devant une consonne finale sans relâchement ni suivi d'une autre voyelle. Le script a relevé une F0 pour toutes les occurrences devant /g/. Devant les occlusives sourdes, il manque 31 occurrences devant /k/ (7,8% du total), 24 devant /p/ (6,1% du total) et 5 devant /t/ (1,3% du total). L'absence de voisement en fin de voyelle est donc plus fréquente lorsque la voyelle est

suivie par une occlusive sourde. Néanmoins, nous sommes loin des taux de perte de voisement en début de voyelle après une occlusive sourde.

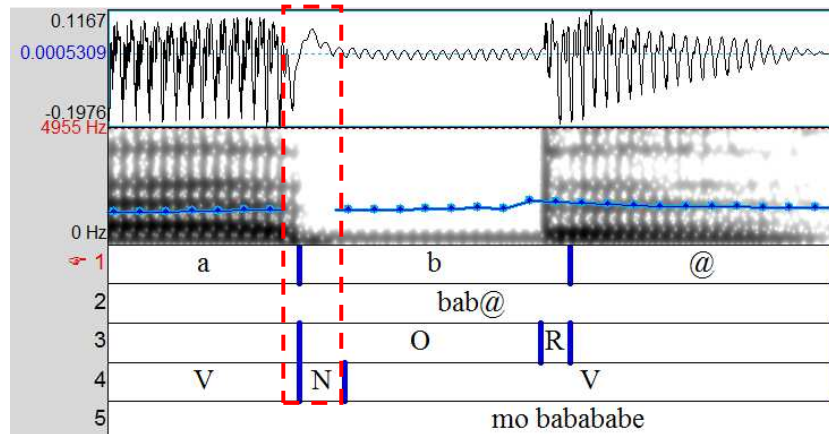


Figure 48 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [abə] de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence de la zone où le script n’a pas pu mesurer de F0 (y compris en fin de voyelle précédente)

Pour les locutrices taïwanaises, il manque 30 occurrences de voyelles devant des occlusives voisées : 9 /b/, 4 /d/ et 17 /g/. Il manque 50 occurrences d’occlusives sourdes : 10 /p/, 9 /t/ et 31 /k/. Nous observons que les occurrences de voyelles précédant une consonne finale sans relâchement ni suivi d’une autre voyelle ont toutes été analysées comme possédant du voisement en fin de voyelle – tout comme pour les natives. Il y a ici nettement plus de voyelles dévoisées devant des occlusives voisées que les Françaises, mais un peu moins de voyelles dévoisées devant des occlusives sourdes. La tendance d’un dévoisement plus fréquent devant le /k/ est bien gardée. Par ailleurs, le grand nombre d’occurrences manquantes de voyelles devant /g/ pourrait être dû au taux de voisement plus bas obtenu pour cette consonne par certaines locutrices taïwanaises. Loc5t, la locutrice ayant le plus bas taux de voisement pour les occlusives voisées est d’ailleurs à l’origine de 8 occurrences manquantes de voyelles devant cette consonne. Les locutrices Loc2t, Loc3t et Loc4t, notamment, n’ont pas d’occurrences manquantes devant cette consonne. Ces observations semblent donc indiquer que ce nombre plus grand d’occurrences manquantes de cette consonne viendrait du fait que le /g/ serait prononcé [k]. Globalement, le plus grand nombre d’occurrences manquantes devant des occlusives voisées pour les locutrices taïwanaises pourrait être une conséquence du fait que certaines consonnes voisées sont prononcées comme des occlusives sourdes.

2. Les voyelles concernées

Les trois voyelles présentes dans les logatomes sont les voyelles /a i u/. Nous évaluons ici quelles sont celles qui ont été dévoisées et quelles sont celles qui seront exploitées pour cette étude. Les Tableau 122 et Tableau 123 (en annexes) indiquent respectivement le nombre d’occurrences de ces voyelles avec une fréquence fondamentale en fin de voyelle pour les locutrices françaises et taïwanaises en fonction de la consonne qui suit.

Nous voyons que pour les occlusives voisées des locutrices françaises, les deux voyelles manquantes sont des /a/. Pour les occlusives sourdes, nous obtenons 364 /a/ (soit 91,9% du total), 378 /i/ (soit 95,6% du total) et 386 /u/ (soit 97,5% du total). La voyelle ayant le plus d'occurrences manquantes est la /a/, notamment avec le /p/, mais cela est essentiellement dû à deux locutrices : Loc2f et Loc3f. Ce n'est donc pas une absence homogène sur toutes les locutrices. Pour les autres voyelles, il manque moins de 5% du total des occurrences.

Pour les locutrices taiwanaises, nous obtenons 385 occurrences de /a/ avec les consonnes voisées (soit 97% du total), 380 /i/ (soit 96% du total) et 392 /u/ (soit 99% du total). Il manque très peu d'occurrences, néanmoins, nous remarquons que toutes les locutrices ont un minimum de 10 occurrences par voyelle et par consonne voisée, excepté Loc5t qui n'a que 8 /a/ avec /p/ et 4 /i/ avec /g/. Rappelons que Loc5t est la locutrice qui a obtenu les plus bas taux de voisement des occlusives voisées. Cependant, nous remarquons que cette même locutrice a produit du voisement à la fin d'au moins 10 voyelles sur 12 pour toutes les voyelles avec les occlusives sourdes.

Avec les occlusives sourdes, les locutrices taiwanaises obtiennent 377 /a/ (soit 95,2% du total), 372 /i/ (soit 93,9% du total) et 389 /u/ (soit 98,2% du total). Ce pourcentage est un peu supérieur aux françaises, excepté pour le /i/. Notons que la plus grande partie des /i/ dévoisés en fin de voyelle sont en coarticulation avec /k/. Par ailleurs, il semble que pour ce cas, nous avons une moyenne de 10,4 occurrences sur 12 au maximum par locutrice, et l'absence des occurrences se fait par une répartition entre toutes les locutrices. Loc4t est celle qui a dévoisé le plus cette voyelle dans ce contexte à la fin.

3. Mesures de F0 précédant les occlusives sourdes et sonores

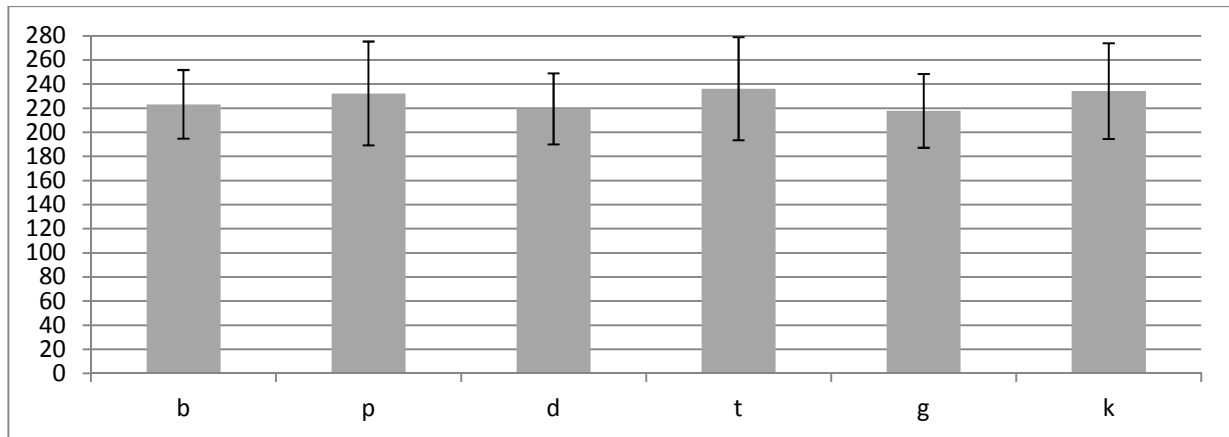
Nous analysons dans cette partie les valeurs de F0 en fin des voyelles /a i u/ réalisées devant les paires d'occlusives /b p/, /d t/ et /g k/. Nous effectuons d'abord une mesure globale, puis nous envisageons les différences dues aux voyelles. Enfin, nous vérifions si ces différences existent pour chaque locutrice.

a. Mesure globale de la F0 en fin de voyelle

Nous analysons dans cette partie les moyennes globales de F0 devant chaque consonne /b p d t g k/ pour les locutrices françaises puis pour les locutrices taiwanaises. Nous comparons les moyennes devant les occlusives sourdes et sonores pour chaque paire : /b p/, /d t/ et /g k/.

i. *Locutrices françaises : mesure globale de la F0 en fin de voyelle*

Nous mesurons ici globalement la F0 devant chaque consonne, toutes voyelles confondues, pour les 11 locutrices françaises. Les résultats sont illustrés sur le Graphique 109.



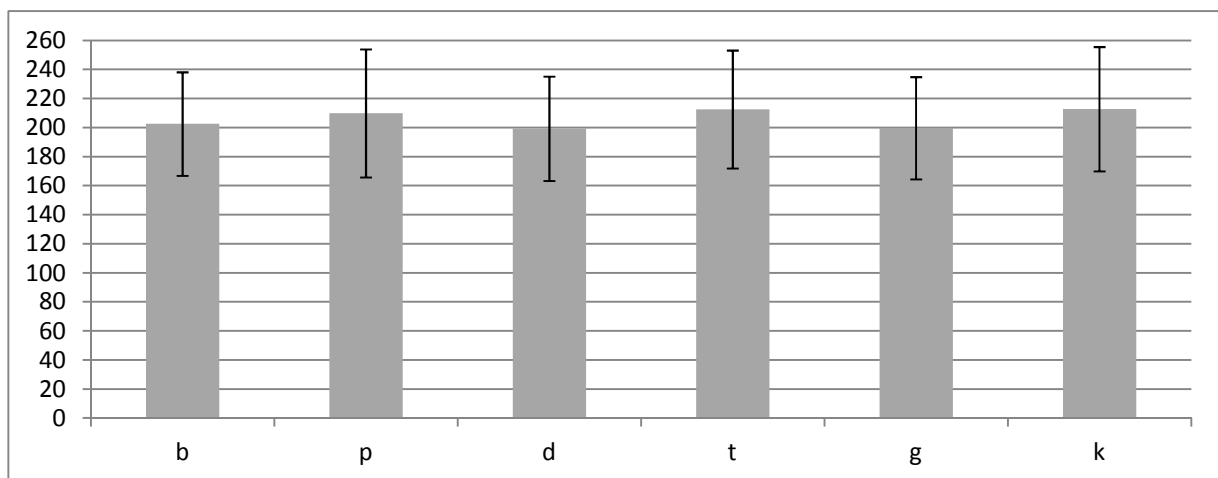
Graphique 109 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ (confondues) devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices françaises (381 occurrences de /b/, 363 /p/, 395 /d/, 391 /t/, 396 /g/ et 365 /k/)

Nous observons sur le Graphique 109 qu'il existe une tendance générale à ce que la F0 soit plus élevée devant une occlusive sourde que devant l'occlusive voisée correspondante. Globalement, la F0 devant une occlusive sourde est plus élevée qu'une occlusive voisée. Pour vérifier ces résultats, nous avons effectué des tests-t non appariés (significativité $p < 0,05$) pour chaque ensemble de voyelles suivant les paires de consonne /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 124 (en annexe).

Les résultats indiquent qu'il y a une différence significative globale de F0 entre les occlusives sourdes et les occlusives voisées pour chaque paire de consonnes, avec $p = 0,0008$ pour /b p/ et $p < 0,0001$ pour /d t/ et /g k/. Les locutrices françaises ont donc une F0 significativement plus élevée en fin de voyelle devant une occlusive sourde que devant l'occlusive voisée correspondante.

ii. *Locutrices taiwanaïses : mesure globale de la F0 en fin de voyelle*

Comme pour les locutrices françaises, nous vérifions maintenant s'il existe une différence globale de F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit. Les résultats sont illustrés sur le Graphique 110.



Graphique 110 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ (confondues) devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices taiwanaïses (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/)

Nous observons sur le Graphique 110 une même tendance que pour les locutrices françaises : la F0 devant une occlusive sourde est plus élevée que devant une occlusive voisée. Pour vérifier que cette différence observée est bien significative, nous avons effectué des tests-t non appariés (significativité $p < 0,05$) pour chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 125 (en annexe).

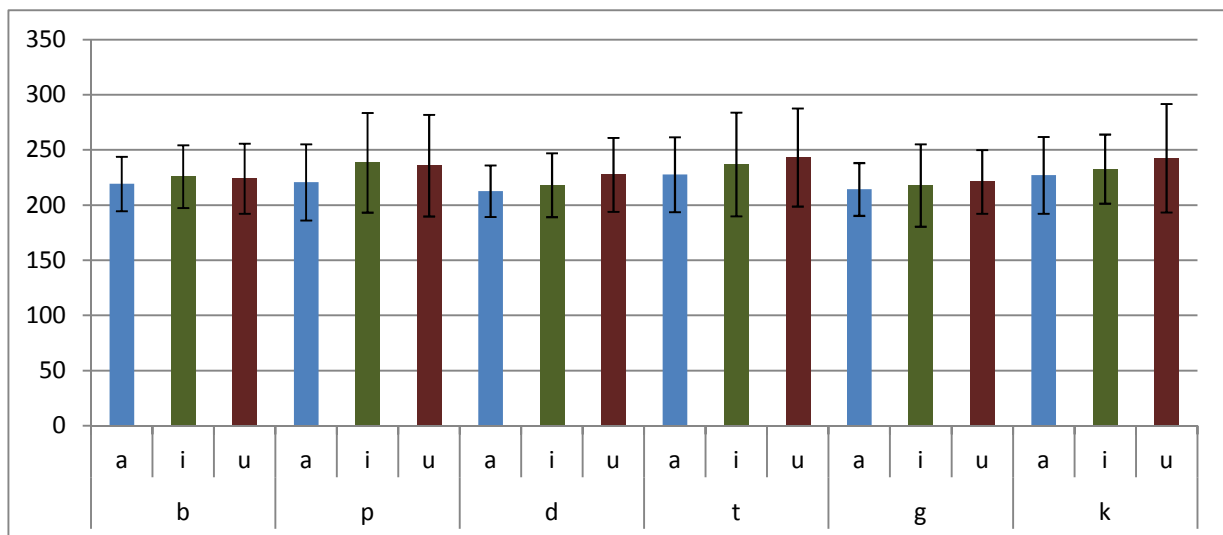
Les tests-t confirment que pour les locutrices taïwanaises aussi, il existe une différence significative entre la F0 de la voyelle devant une occlusive sourde ou devant une occlusive voisée. Les voyelles devant une occlusive sourde ont une F0 plus élevée que les voyelles devant une occlusive voisée. Nous obtenons ainsi $t_{769}=2,529$ et $p=0,0116$ devant la paire /b p/, $t_{775}=4,840$ et $p < 0,0001$ pour la paire /d t/ et $t_{741}=4,555$ et $p < 0,0001$ pour la paire /g k/.

b. Mesures de F0 en fin de voyelle en fonction de la voyelle /a i u/

Nous détaillons dans cette partie les valeurs de F0 en fin de voyelle selon la voyelle concernée : /a/, /i/ ou /u/ pour chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ et pour chaque groupe de locutrices : françaises et taïwanaises. Nous comparons les moyennes de F0 en fonction du type de consonne qui suit : consonne voisée ou consonne sourde.

i. *Locutrices françaises : mesures de F0 en fin de voyelle en fonction de la voyelle /a i u/*

Les différences globales observées pour les locutrices françaises au sujet de la F0 en fin de voyelle précédant une occlusive concernent les 3 voyelles /a i u/. Nous évaluons ici les différences en fonction de ces trois voyelles : existe-t-il une différence de F0 en fin de voyelle selon qu'elles précèdent une occlusive sourde ou voisée, pour chacune d'entre elles ? Les résultats sont illustrés sur le Graphique 111.



Graphique 111 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices françaises (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/)

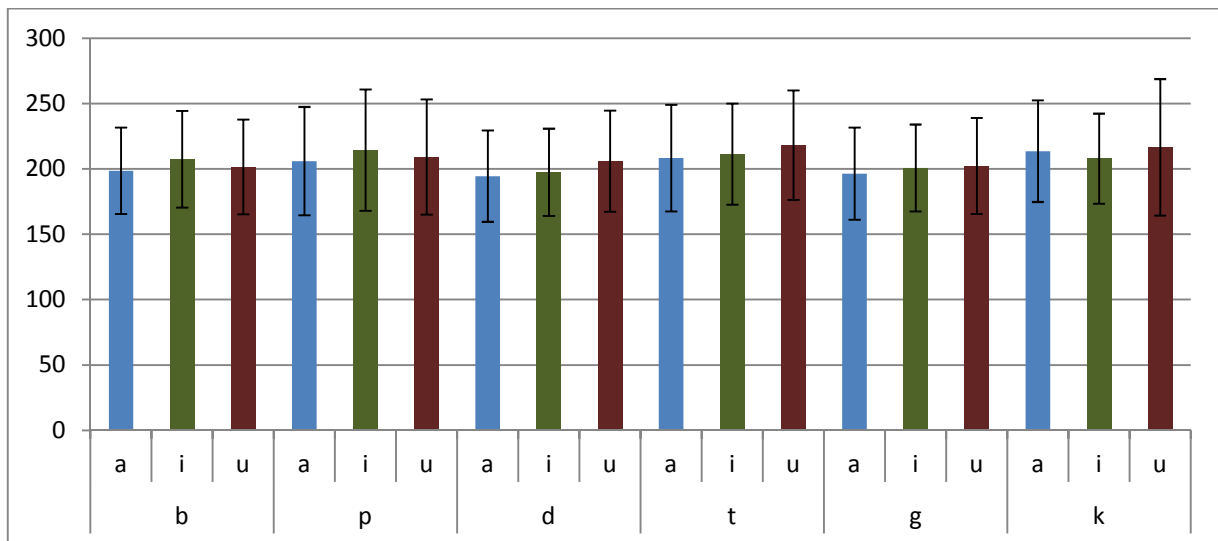
Nous observons globalement des différences de F0 en fonction des voyelles. La F0 semble la plus basse avec /a/ et la plus haute avec /u/, excepté avec la paire /b p/ où la F0 avec /i/ est plus élevée. Entre chaque paires de consonnes, avec la même voyelle, nous retrouvons globalement

la tendance à ce que la F0 soit plus élevée devant une occlusive sourde, quoique cette tendance ne soit pas toujours bien nette (comme pour /a/ avec la paire /b p/). Pour vérifier si les différences observées sont bien significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque paire de consonne avec chacune des voyelles /a i u/. Les résultats sont transcrits sur le Tableau 126 (en annexe).

Les résultats des tests-t non appariés confirment qu'il y a une différence significative de F0 pour chaque voyelle, selon qu'elle précède une occlusive sourde ou voisée, la F0 étant dans tous ces cas supérieure devant une occlusive sourde, excepté pour le /a/ avec la paire /b p/. Nous obtenons dans ce cas : $t_{234}=0,403$ et $p=0,6874$. Pour les locutrices françaises, Il n'y a donc pas de différence de F0 en fin de voyelle /a/ si la consonne qui suit est /b/ ou /p/.

ii. *Locutrices taiwanaïses : mesures de F0 en fin de voyelle en fonction de la voyelle /a i u/*

Nous avons effectué les mêmes calculs pour les locutrices taiwanaïses : y a-t-il une différence de F0 en fin de voyelle, en fonction de la voyelle, selon qu'elle précède une occlusive sourde ou voisée ? Le Graphique 112 illustre les moyennes de F0 en fin de voyelle pour les voyelles /a i u/ et devant les consonnes /b p d t g k/.



Graphique 112 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ de 11 locutrices taiwanaïses (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/)

Nous observons sur le Graphique 112 que comme pour les locutrices françaises, la tendance générale à ce que la F0 de /a/ soit plus basse que celles de /i u/, mais cette fois-ci, excepté devant /k/. /u/ garde globalement la moyenne de F0 la plus élevée, excepté pour la paire /b p/ où c'est /i/ qui a la valeur moyenne la plus élevée. Pour chaque paire de consonnes voisée / non-voisée : /b p/, /d t/ et /g k/, la F0 devant l'occlusive sourde semble plus élevée que devant l'occlusive voisée correspondante. Pour le confirmer, nous avons effectué des tests-t non appariés pour chaque paire de consonnes et pour chaque voyelle. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 127 (en annexe).

Les tests-t non appariés montrent qu'il y a une différence significative de F0 en fin de consonne pour les trois voyelles /a i u/ si la consonne qui suit est /d/ ou /t/ (avec respectivement $t_{254}=2,912$ et $p=0,0039$, $t_{257}=3,093$ et $p=0,0022$ et $t_{260}=2,442$ et $p=0,0002$). Nous observons également une différence significative avec les voyelles /a u/ et la paire /g k/ (avec respectivement $t_{255}=3,716$ et $p=0,0002$, $t_{252}=2,512$ et $p=0,0126$).

Cependant, alors que nous avons observé une différence globale significative pour la F0 des voyelles devant la paire /b p/, pour chaque voyelle /a i u/ prise individuellement devant les deux consonnes, il n'y a pas de différence (respectivement $p=0,1236$, $p=0,1809$ et $p=0,1275$). Remarquons que nous n'avons pas trouvé non plus de différence de F0 en fin de voyelle pour les Françaises avec la voyelle /a/ devant ces deux mêmes consonnes. Pour les locutrices taïwanaises, il n'y a pas non plus de différence de F0 devant les consonnes /g k/ avec la voyelle /i/ ($p=0,1084$).

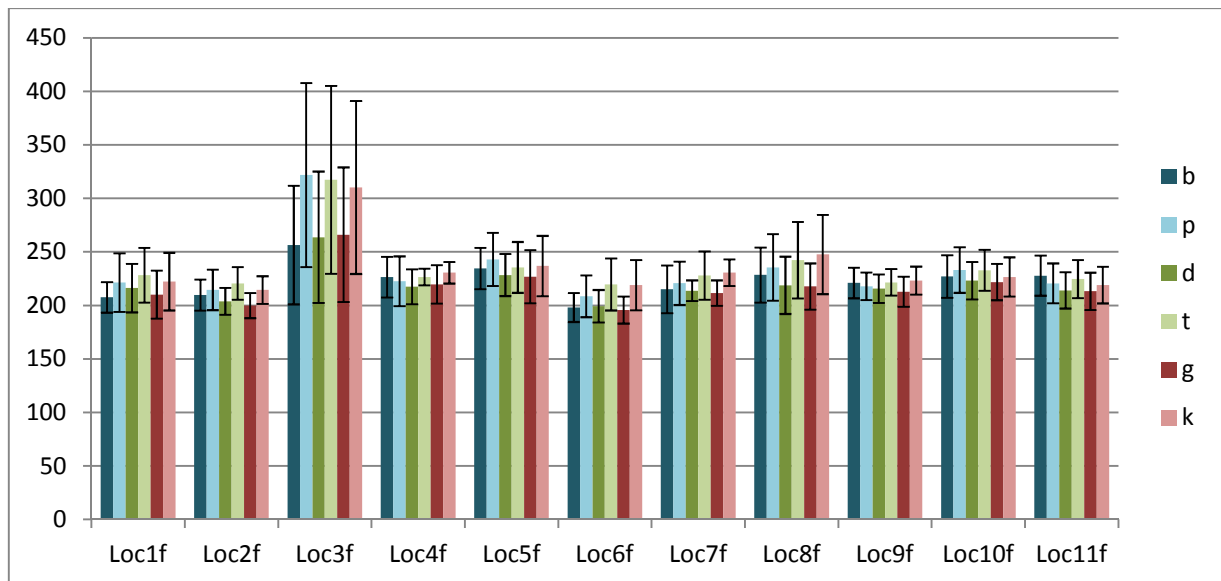
Ainsi, pour les locutrices taïwanaises, s'il y a une tendance à ce que la moyenne de F0 en fin de voyelle soit globalement plus haute devant une consonne sourde que devant une consonne voisée, les tests statistiques montrent que cette différence existe bien avec les trois voyelles /a i u/ devant /d t/ et avec les voyelles /a u/ devant /g k/, mais dans aucun cas devant la paire /b p/, ni avec /i/ devant /g k/.

c. Valeurs de F0 en fin de voyelle devant une occlusive : comportements des locutrices

Dans cette partie, nous analysons les valeurs de F0 en fin de voyelle devant les occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ pour chaque locutrice, française et taïwanaise. Nous identifions les locutrices qui produisent bien une fréquence fondamentale plus élevée devant une occlusive sourde et celles qui ne le font pas.

i. *Comportements des locutrices françaises par rapport à la différence de F0 en fin de voyelle devant une occlusive voisée ou non-voisée*

Nous avons relevé une différence globale de F0 pour les locutrices natives selon que la consonne soit voisée ou non. Nous avons cependant relevé que cette différence disparaissait devant la paire /b p/ si la voyelle était /a/. Dans l'objectif de préciser le comportement de chaque locutrice, et de comparer avec les locutrices non-natives, nous allons maintenant observer chaque locutrice pour vérifier qu'individuellement il existe bien une différence de F0 en fin de voyelle en fonction du type d'occlusive qui suit : voisée ou sourde. Nous nous attendons à ce que cette différence soit moins nette, voire absente devant la paire /b p/ pour certaines locutrices, en raison de nos observations précédentes concernant l'influence de la voyelle /a/. Les moyennes de F0 par locutrice, en fonction de la consonne qui suit, toutes voyelles confondues, sont illustrées sur le Graphique 113.



Graphique 113 : Fréquence fondamentale (Hz) (avec un écart-type) en fin de voyelles V /a i u/ (confondues) en fonction de la consonne C qui suit (/b p d t g k/) réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

Nous observons sur le Graphique 113 que globalement, la F0 en fin de voyelle, devant une occlusive sourde a tendance à être plus élevée que devant une occlusive voisée, ce qui confirme nos observations et nos résultats précédents. Ceci n'est cependant pas vérifié devant la paire /b p/ pour les locutrices Loc4f, Loc9f et Loc11f. Pour ces trois locutrices, la F0 devant /b/ semble plus élevée que celle devant /p/. Pour vérifier qu'il existe bien des différences, pour chaque locutrice, nous avons effectué individuellement des tests-t non appariés (significativité $p < 0,05$) pour comparer la F0 globale (toutes voyelles confondues) devant chaque paire de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 128 (en annexe).

Les résultats des tests-t non appariés indiquent qu'il y a des différences de F0 en fin de voyelle devant les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ seulement pour trois locutrices natives : Loc1f, Loc3f et Loc6f. Au contraire, pour Loc5f, il n'y a de différence devant aucune paire de consonnes. Pour les locutrices Loc2f, Loc4f, Loc7f et Loc8f, la seule paire devant laquelle il n'y a pas de différence de F0 en fonction du type de consonne qui suit est la paire /b p/. Pour Loc9f, Loc10f et Loc11f, il n'y a pas non plus de différence dans ce cas-là. Pour Loc9f, il n'y a pas non plus de différence devant la paire /d t/. Pour Loc10f et Loc11f, en plus de la paire /b p/, il n'y a pas non plus de différence devant les consonnes /g k/.

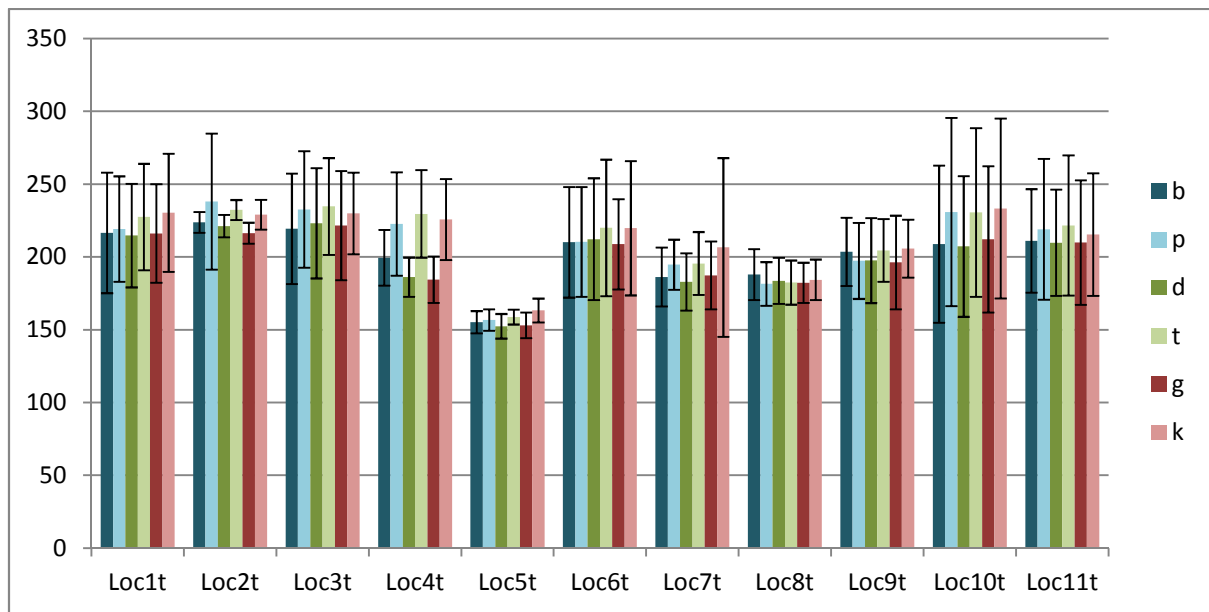
Pour les trois locutrices qui avaient des moyennes de F0 en fin de voyelle plus élevées devant une occlusive voisée (Loc4f, Loc9f et Loc11f), les tests-t indiquent que pour ces trois cas devant /b p/, il n'y a pas de différence significative. Ainsi, il n'y a aucun cas où la F0 en fin de voyelle serait plus élevée devant une occlusive voisée.

Finalement, seules trois locutrices sur onze ont une différence de F0 devant la paire /b p/. Ces trois mêmes locutrices font des différences de F0 devant toutes les paires. Au contraire, seules deux locutrices n'ont pas fait de différence devant la paire /d t/ et trois devant /g k/, une de ces locutrices ne faisant ni devant l'une ni devant l'autre. La F0 est donc généralement plus élevée

devant une occlusive sourde, et plus souvent en comparaison devant les paires /d t/ et /g k/ que devant /b p/. Cette tendance n'est cependant pas vérifiée à chaque fois pour les natives.

ii. Valeurs de F0 en fin de voyelle devant une occlusive : comportements des locutrices taiwanaïses

Notre groupe de locutrices taiwanaïses n'étant pas homogène concernant le voisement, il est intéressant de voir quelles locutrices font une différence de F0 devant les occlusives selon qu'elles soient voisées ou sourdes. Dans cette partie, nous analysons la F0 des voyelles en fin de voyelle devant les consonnes de chaque paire /b p/, /d t/ et /g k/ pour chaque locutrice taiwanaïse. Les valeurs de F0 en fin de voyelle (toutes voyelles confondues) sont illustrées sur le Graphique 114.



Graphique 114 : Fréquence fondamentale (Hz) (avec un écart-type) en fin de voyelles V /a i u/ (confondues) en fonction de la consonne C qui suit (/b p d t g k/) réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour 11 locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t)

Nous observons sur le Graphique 114 la tendance générale à ce que la F0 moyenne soit plus élevée avant une occlusive sourde qu'avant une occlusive voisée. Néanmoins, cela n'est pas vrai pour toutes les locutrices :

- Loc8t : les F0 moyennes de /p t/ sont inférieures aux moyennes de F0 respectives de /b d/
- Loc9t : la F0 moyenne de /b/ est supérieure à celle de /p/.

Par ailleurs, dans d'autres situations, la différence de F0 ne semble pas très prononcée, notamment pour la paire /b p/

- Loc1t : devant la paire /b p/ les F0 moyennes semblent assez proches
- Loc5t : Les moyennes de F0, notamment devant la paire /b p/ semblent également assez proches, néanmoins, l'écart-type est également plus réduit que pour les autres locutrices
- Loc6t : la différence de F0 moyenne devant les consonnes /b p/ est difficile à percevoir
- Loc8t : ajoutons dans les écarts assez réduits la faible différence de F0 devant la paire /g k/

Afin de vérifier ces éventuelles différences de F0 en fin de voyelles en fonction de la consonne qui suit (sourde ou sonore), nous avons effectué des tests-t non appariés pour comparer les

moyennes de F0 de chaque locutrice devant chaque paire de consonnes. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 129 (en annexe).

Nous voyons que la seule locutrice pour laquelle il y a une différence significative de F0 en fin de voyelle devant les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ est Loc4t, avec respectivement $t_{69}=3,419$ avec $p=0,0011$, $t_{69}=7,836$ avec $p<0,0001$ et $t_{64}=7,533$ avec $p<0,0001$. Nous trouvons également des différences significatives pour :

- Loc2t avec les paires /d t/ ($t_{69}=6,362$ et $p<0,0001$) et /g k/ ($t_{68}=6,009$ et $p<0,0001$)
- Loc5t avec les paires /d t/ ($t_{67}=3,769$ et $p=0,0003$) et /g k/ ($t_{59}=4,708$ et $p<0,0001$)
- Loc7t avec la paire /d t/ ($t_{70}=2,588$ et $p=0,0117$)

Dans toutes ces situations, la F0 en fin de voyelle est plus élevée devant une consonne sourde que devant une consonne sonore. Dans toutes les autres situations, il n'y a pas de différence significative, ce qui signifie que la F0 n'est jamais plus élevée devant une consonne voisée que devant une consonne sourde. Nous remarquons que parmi les 4 locutrices pour lesquelles nous avons mesuré une différence significative, il y a toujours une différence devant la paire de consonnes /d t/, en revanche, il n'y a de différence devant /b p/ que pour Loc4t.

Ces résultats sont surprenants pour plusieurs raisons :

- Seule la locutrice Loc4t marque une différence pour toutes les paires de consonnes (nous avons un rapport de 3/11 pour les natives). Cependant, Loc3t produit au moins autant de voisement (V-ratio) sur les consonnes voisées concernées, et elle ne fait aucune différence de F0 devant ces consonnes. Pour Loc2t, qui obtient également des bons scores de v-ratio, l'on observe une différence significative pour deux paires et pas sur la troisième. Ces trois locutrices qui ont parmi les plus hauts taux de voisement de nos 11 locutrices obtiennent ainsi des résultats différents pour ce test. Il semblerait donc que la production de voisement sur la consonne voisée n'implique pas de différence de F0 en fin de voyelle précédente.
- A l'autre extrémité, Loc5t, qui est la locutrice qui produit le taux de voisement le plus bas de nos 11 locutrices marque une différence de F0 devant les paires /d t/ et /g k/ alors même que nous n'avons pas relevé de différence de v-ratio entre ses consonnes sourdes et voisées. Cet indice est-il utilisé pour compenser cette absence de différence ? Il est cependant absent pour la paire /b p/.
- Loc7t a obtenu un taux de voisement global pour /d/ autour de 65%, son meilleur taux global pour les trois consonnes voisées. Elle obtient ici aussi une différence de F0 devant la paire /d t/. Cette locutrice a ainsi un comportement différent des autres locutrices pour lesquelles nous avons relevé des différences significatives de F0 en fin de voyelle précédant une occlusive, les autres étant soit plus proches d'un v-ratio de 90%-100%, soit au contraire proche de 10%, et elle est la seule dans ce cas.

Ainsi, l'indice lié à des différences de F0 devant une occlusive, en fonction de la nature de l'occlusive ne semble pas être lié à l'indice du v-ratio. Nous retrouvons des différences – ou pas – pour des locutrices ayant obtenu les plus hauts taux de v-ratio, les plus bas taux, ou un taux intermédiaire. Cependant, c'est bien une locutrice ayant produit un des plus hauts taux de v-ratio qui a obtenu une différence significative pour les trois paires de consonnes (/b p/, /d t/ et /g k/). Ajoutons enfin que la différence la moins observée, chez les non-natives, mais aussi chez les natives (quoique plus fréquemment que chez les non-natives) est la différence de F0 devant la paire /b p/ (récapitulatif des locutrices dans le Tableau 149 en annexe).

Nous avons observé dans cette partie que globalement, aussi bien pour les natives que les non-natives, il existe une différence significative de F0 en fin de voyelle en fonction du type de consonne qui suit : la F0 est plus élevée devant une occlusive sourde que devant une occlusive sonore.

Si nous observons ces résultats pour chaque voyelle, nous constatons que les natives obtiennent bien des moyennes de F0 plus élevées en fin de chaque voyelle /a i u/ devant les trois consonnes /p t k/ que devant les occlusives voisées respectives /b d g/, excepté pour /a/ devant la paire /b p/ où il n'y a pas de différence de F0. Pour les locutrices taiwanaises, la différence est globalement moins souvent marquée. Nous en avons observé une avec les trois voyelles /a i u/ devant /d t/ et avec les voyelles /a i/ devant /g k/, mais pas devant la paire /b p/, ni avec /i/ devant /g k/.

Individuellement, nous avons observé que seules trois locutrices natives ont marqué une différence de F0 en fonction du type de consonne qui suit pour les trois paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/. Au contraire, une seule locutrice n'a marqué de différence pour aucune paire de consonnes. Aucune locutrice native n'a cependant produit une F0 plus élevée devant une occlusive voisée. Pour les locutrices taiwanaises, nous n'observons des différences que pour 4 des 11 locutrices, et une seule pour les trois paires : Loc4t. Les trois autres locutrices ont des types de comportement différents par rapport aux résultats de v-ratio, avec Loc2t qui est une locutrice qui a obtenu parmi les plus hauts taux de v-ratio (et ici une opposition devant deux paires (/d t/ et /g k/), Loc7t qui avait obtenu des taux de v-ratio intermédiaires et Loc5t qui est la locutrice ayant les taux de v-ratio les plus bas (et qui marque ici l'opposition devant deux paires (/d t/ et /g k/)). L'attitude individuelle des locutrices taiwanaises quant à cet indice semble varier en fonction des personnes plus que dans une certaine logique de voisement.

CHAPITRE IV– Conclusion – Synthèse des résultats et discussion

Nous nous sommes intéressé dans cette thèse à la réalisation de l'opposition de voisement des occlusives /b d g/ et /p t k/ de locutrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé, toutes ayant vécu au moins un an en France, une locutrice ayant vécu 14 ans en France. L'opposition de voisement, notamment pour les occlusives, est connue pour être une difficulté majeure dans l'apprentissage du français pour des locuteurs d'origine sinophone. Notre étude confirme que tel est bien le cas, parmi d'autres difficultés, comme la réalisation du /R/ français.

Nous avons cependant voulu aller au-delà de cette simple constatation de fait et comprendre ce qui se jouait au niveau phonétique dans la prononciation de locuteurs taïwanais pour réaliser l'opposition de voisement. Pour cela, nous nous sommes intéressé à différents indices acoustiques plus ou moins directement liés au voisement en français. Pour approfondir le problème de l'absence ou de la présence de vibrations des plis vocaux et si présents, de leur rythme de vibrations (ou fréquence fondamentale), nous avons mesuré le *VOT*, v-ratio, v-pattern (Voir : *Glossaire*), et nous avons complété avec une simple détection de la présence d'une barre de voisement au début du relâchement.

Nous avons mesuré également la durée de la phase d'occlusion de la consonne, la durée de la voyelle précédente, et les valeurs de F0 en fin de voyelle précédente, et au début de la voyelle suivante. Les autres indices notés dans la littérature comme l'intensité du relâchement, les variations du premier formant (F1) après le relâchement n'ont pas été analysés et ils feront l'objet de futures recherches pour approfondir les cas où le voisement n'est pas présent au relâchement dans les productions des locutrices non-natives, mais où la consonne est quand même perçue comme voisée par les auditeurs français.

Nous avons ainsi analysé la perception de 10 auditrices taïwanaises et les productions de 11 locutrices taïwanaises que nous avons comparées avec les résultats de 11 locutrices natives du français dans la production de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où C est une des consonnes /b d g p t k/ et V une des voyelles /a i u/. Ces enregistrements ne représentent qu'une partie des enregistrements effectués pour le corpus PhoDiFLE, créé pour cette thèse et des travaux similaires par un groupe de chercheurs de l'université de Paris 3, Sorbonne Nouvelle (Landron et al., 2010).

Nos résultats nous ont amené à distinguer différents profils de locutrices non-natives. Nous reprenons maintenant nos principaux résultats.

1. Synthèse globale des analyses acoustiques

Ces résultats concernent donc les occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées en logatomes par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises. Nous synthétisons dans cette partie les principaux résultats globaux obtenus pour les différents paramètres analysés : tout d'abord ceux liés à la vibration des plis vocaux : *VOT*, v-ratio et v-pattern (Tableau 130 en annexe) puis les autres indices relatifs à la consonne elle-même : durée de la consonne et de l'occlusion

(Tableau 131 en annexe), et enfin les indices liés aux phonèmes adjacents : durée de la voyelle précédente, F0 de la voyelle précédente et F0 de la voyelle suivante (Tableau 132 en annexe).

Nous avons vu (Tableau 130 en annexe) qu'il existe des différences globales entre locutrices françaises et taïwanaises concernant la première caractéristique du voisement : la présence de périodicité du signal durant la consonne. En français, on s'attend à un VOT négatif pour les consonnes voisées et à un VOT positif pour les consonnes sourdes. En position initiale, le VOT pour /b d/, bien que négatif pour les natives et les non-natives, est globalement plus court pour les Taïwanaises. Pour le /g/, la moyenne de VOT des non-natives est positive, donc différente de celle des natives. En positions intervocalique et finale, nous avons mesuré les indices de v-ratio et de v-pattern, relatifs à la durée de la consonne. Les résultats vont globalement dans le même sens que ceux de VOT. Pour les voisées, les natives ont dans toutes les positions des résultats globaux de v-ratio supérieurs aux Taïwanaises, même si le taux de voisement pour les deux groupes diminue en position finale, ce qui est une tendance générale observée dans les langues. Pour les deux groupes également, l'indice de v-pattern nous révèle que la perte de voisement se fait de manière plus ou moins rapide entre le début et la fin de la consonne. Pour tous ces indices, l'influence du lieu d'articulation de la voyelle n'est pas toujours globalement présente, ni pour toutes les consonnes, ni pour les deux groupes de locutrices. Une influence de la voyelle est plus souvent observée pour les natives.

Pour les occlusives sourdes, le VOT (en position initiale) diffère entre sourdes et voisées, les sourdes ayant un VOT positif plus long (lorsque celui des voisées est aussi positif). Les Taïwanaises ont également un VOT plus long que celui des natives. Le v-ratio, calculé sur la durée de la consonne, révèle que les Taïwanaises ont proportionnellement moins de voisement sur la consonne que les natives, néanmoins, leurs consonnes sont plus longues. La présence de périodicité du signal, non attendue sur une occlusive sourde, se situe en fait sur le début de la consonne, comme nous le révèle le v-pattern, et est interprétée comme le délai d'arrêt du voisement existant sur la voyelle précédente (V.T.T., Agnello, 1975). Enfin, nous observons une influence de la voyelle plus régulière pour les sourdes que pour les sonores, autant pour les natives que les non-natives, la présence de /a/ générant un VOT plus court (attendu) attribuable à la rapidité des lèvres à s'ouvrir (comparé par exemple à la masse représentée par le dos de la langue) engendrant une diminution plus rapide de la pression buccale donc à une augmentation rapide de la pressions trans-glottique, nécessaire au voisement.

Les différences globales observées entre natives et non-natives concernant la périodicité du signal durant la tenue ou la reprise de périodicité sont plus importantes pour les voisées que pour les sourdes, celles au sujet de ces dernières pouvant être attribuées aux différences de durée des consonnes entre les deux groupes. Nous avons en effet vu (Tableau 131 en annexe) que la durée globale de la consonne et de la phase d'occlusion sont globalement plus longues pour les consonnes réalisées par les Taïwanaises que pour celles des Françaises (pour un même nombre de syllabe en logatomes). Pour les deux groupes cependant, la phase d'occlusion est globalement plus longue pour les occlusives voisées que pour les sourdes, comme attendu.

Nous trouvons beaucoup de similarités entre natives et non-natives pour nos résultats sur les paramètres liés aux phonèmes adjacents (Tableau 132 en annexe), à savoir le raccourcissement de la durée de la voyelle précédant les occlusives sourdes, la mesure de F0 à la fin de la voyelle précédente et la F0 au début de la voyelle suivante :

- La durée de la voyelle précédente est plus courte devant les occlusives sourdes que devant les voisées,
- La F0 au début de la voyelle suivante est plus élevée après une occlusive sourde qu'après une voisée,
- Plus d'occurrences de voyelles dévoisées après les occlusives sourdes, et une influence similaire du type de voyelle : les voyelles sont plus souvent dévoisées s'il s'agit de /i/ et moins souvent s'il s'agit de /a/, mais après /p/ c'est /u/ qui est le moins dévoisé
- Une tendance assez nette à ce que la F0 soit plus élevée avant une occlusive sourde.

La seule différence globale observée entre natives et non natives concerne la mesure de F0 dans certaines situations :

- Les Taïwanaises ne font pas de différence de F0 en fin de voyelle devant /b p/ ; Pour les Françaises, il y a une différence de F0 pour cette paire, excepté avec la voyelle /a/
- Les Taïwanaises ne font pas de différence de F0 en fin de voyelle /i/ pour la paire /g k/ ; les Françaises en font une pour toutes les voyelles devant /g k/

Ces deux constatations n'ont pas trouvé d'explication

Si l'on s'en tient à ces observations générales, nous remarquons que la principale – sinon la seule – différence dans la réalisation de l'opposition de voisement entre natives et non-natives concerne l'élément le plus fondamental du voisement : la présence de F0 sur les occlusives voisées.

Pour le reste, hormis une durée plus longue des consonnes des non-natives et une absence de différence de F0 en fin de voyelle entre sourdes et sonores dans certains contextes, les différences restent minces, et on se doit de faire l'hypothèse d'une compensation de l'absence de F0 sur la consonne par d'autres paramètres associés. Des expériences de perception, avec manipulation du signal, seraient nécessaires pour mieux comprendre ces processus de compensation. Néanmoins, ces résultats globaux cachent largement la diversité, ou plutôt l'hétérogénéité, du groupe des non-natives. Il convient de synthétiser nos résultats en fonction de chaque locutrice pour dresser des profils de locutrices.

2. Synthèse des tests de perception

Afin d'associer nos résultats des tests acoustiques à ceux des tests de perception, nous synthétisons ici les résultats obtenus pour les tests de perception effectués dans le *Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taïwanaises non-natives du français* et dans le *Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises*.

a. Synthèse du test d'identification des productions des locutrices taïwanaises par des natifs du français

Ce test proposait l'identification des consonnes produites par des locutrices taïwanaises. Ces consonnes se répartissaient entre :

- Des consonnes phonologiquement et phonétiquement voisées (périodicité du signal)
- Des consonnes phonologiquement voisées mais phonétiquement sans périodicité du signal
- Des consonnes phonologiquement et phonétiquement sans périodicité du signal

Nous avons obtenu comme résultats que :

- ⇒ Les consonnes phonologiquement voisées avec présence de murmure de voisement : elles sont bien reconnues, bien notées ; le voisement de /b/ mieux reconnu avec /u i/ que /a/, /d/ : mieux reconnu avec /a u/ que /i/ et /g/ avec /a/ que /i u/
- ⇒ Les consonnes phonologiquement voisées mais phonétiquement sans périodicité du signal: elles sont reconnues tantôt comme des sourdes (plus souvent), tantôt comme des sonores (moins souvent), et mal notées
- ⇒ Consonnes sourdes : elles sont bien reconnues, bien notées, /k/ mieux reconnu avec /u/ et /t/ avec /a u/.

Ainsi, la présence ou l'absence de voisement, respectivement sur des occlusives phonologiquement voisées ou sourdes génère une bonne identification de ces consonnes, confirmant qu'il s'agit d'un paramètre déterminant dans l'identification du type de consonne en français. Néanmoins, son absence pour une occlusive phonologiquement voisée peut être compensée par d'autres indices, car les occlusives phonologiquement voisées mais phonétiquement sans périodicité du signal ne sont pas unanimement identifiées à des occlusives sourdes. Ces indices sont produits, au moins occasionnellement, par des locutrices non natives. Nous avons ainsi cherché à déterminer s'il existait des contextes plus favorables à l'une ou l'autre interprétation. Nous avons obtenu les résultats suivants :

- a) L'interprétation de la consonne en tant qu'occlusive sourde atteint ou dépasse le score de trois fois sur quatre dans les situations suivantes :
 - ... En position initiale pour [ḑ ḡ] avec la voyelle /a/, et avec /u/ pour [g̊],
 - ... En position intervocalique pour [ḃ] avec la voyelle /i/,
- b) L'interprétation en faveur d'une occlusive voisée est plus fréquente dans les situations suivantes :
 - ... En position finale pour [g̊] après la voyelle /a/,
 - ... En position intervocalique pour [ḃ ḡ] avec /u/,
 - ... En position initiale pour [ḃ] avec /u/.

La diversité des situations nous empêche de conclure à un contexte (position prosodique ou contexte vocalique) favorisant ou défavorisant. Les stimuli étant ici produits par des locutrices non-natives différentes, il est vraisemblable que cette diversité soit due à des stratégies individuelles différentes, ou plus exactement à des niveaux d'interlangue différents, amenant ces locutrices à produire ou non d'autres indices associés au voisement. Cette hypothèse est confirmée par nos analyses acoustiques.

- b. Synthèse du test de discrimination des occlusives françaises par des auditrices taïwanaises

Nous avons proposé l'identification des paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ dans des syllabes CV à 11 auditrices taïwanaises (différentes des locutrices, sauf pour 2 : Aud3t et Aud6t (= respectivement Loc3t et Loc6t), mais 5 ans séparent les deux tests).

7 auditrices distinguent correctement les occlusives sourdes et voisées, et 3 ne distinguent pas.

discrimination	Distingue		Ne distingue pas
	correctement	Inverse	
/b p/	Aud1t, Aud3t, Aud5t, Aud6t, Aud7t, Aud8t et Aud10t		Aud2t, Aud4t et Aud9t
/d t/			
/g k/			

Tableau 33 : Récapitulatif des auditrices taiwanaïses ayant effectué la discrimination ou non des paires d’occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ pour le test de discrimination des occlusives françaises

La voyelle joue un rôle important dans l’identification de la consonne. Nous avons relevé :

- une meilleure identification avec /i u/
- une moins bonne identification avec /a/

De plus, 6 auditrices sur 10 ont répondu au hasard quand la voyelle était /a/ : ce sont les auditrices Aud2t, Aud4t, Aud5t, Aud7t, Aud8t et Aud9t. 1 auditrice a répondu au hasard quand la voyelle était /u/ : Aud2t.

Ces résultats tendent à montrer que les auditrices taiwanaïses ont tendance à utiliser des indices de discrimination liés à leur langue d’origine (le mandarin de Taïwan), où le délai d’établissement du voisement permet d’opposer des occlusives phonologiquement voisées, mais phonétiquement sans périodicité du signal avant le relâchement (VOT positif) et des consonnes aspirées (avec un VOT positif plus long). En effet, les voyelles fermées allongent le VOT en français, ce qui augmente le contraste entre sourdes et sonores. Ainsi, bien que la distinction soit faite par la majorité des locutrices, l’indice utilisé ne semble pas approprié pour une parfaite discrimination des oppositions de voisement en français, notamment dans le contexte vocalique /a/.

3. Profils des locutrices

Dans cette partie, nous synthétisons les différents résultats de chaque paramètre acoustique analysé pour chaque locutrice afin de préciser le comportement de chacune et de définir des profils.

a. Profil type d’une native

L’ensemble des résultats individuels des locutrices natives du français sont synthétisés dans le Tableau 133 (en annexe). Nous définissons à partir de ces résultats le profil type d’une locutrice native du français dans la réalisation du voisement pour les occlusives /b d g p t k/ dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où C est une des consonnes citées et V= /a i u/.

Il ressort de nos observations que les indices assez systématiquement présents pour les locutrices françaises analysées dans la production de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ opposant les occlusives sourdes et les occlusives sonores sont d’abord les indices liés à la vibration des plis vocaux : le VOT, le v-ratio, et à quelques exceptions près, la présence ou non de voisement au début du relâchement. Les autres paramètres assez systématiquement présents sont la durée de la voyelle précédente et finalement la F0 au début de la voyelle qui suit. En revanche, les indices concernant les durées de l’occlusion et la F0 en fin de voyelle précédente, bien qu’utilisés, le sont moins systématiquement pour l’ensemble des locutrices et moins souvent pour toutes les paires.

b. Profils des locutrices taïwanaises pour la réalisation du voisement des occlusives orales du français

Nous avons observé une certaine hétérogénéité dans notre groupe de locutrices taïwanaises. Les profils des locutrices vont d'une locutrice réalisant aussi bien le voisement en français, sinon mieux que les natives, tant elle marque des différences pour tous les paramètres analysés (Loc4t) à des locutrices qui ne produisent pas de voisement, inversent des rapports, n'opposent pas ou utilisent des indices de leur L1 dans la production du voisement en français. Des tableaux récapitulatifs pour chacune des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) sont proposés en annexes : *Document 33 : Tableaux pour le CHAPITRE IV– Conclusion – Synthèse des résultats, Synthèse des résultats par locutrice taïwanaise* du Tableau 134 au Tableau 144.

Nous proposons également une synthèse des résultats et un classement des locutrices par indice acoustique analysé en annexe dans la partie : *Classement par paramètre*, dans les Tableau 145, Tableau 146, Tableau 147, Tableau 148 et Tableau 149.

Nous avons regroupé en annexe dans les Tableau 150 et Tableau 151 les locutrices taïwanaises qui réalisent le plus les indices liés au voisement que nous avons analysés, dans les Tableau 152 et Tableau 153 les locutrices taïwanaises réalisant de façon irrégulière ces indices et dans les Tableau 154 et Tableau 155 celles qui les réalisent le moins. Ces tableaux proposent ainsi un classement de ces locutrices relativement à la réalisation des indices du voisement, classement que nous commentons maintenant.

Quatre locutrices taïwanaises : Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t, selon nos analyses, opposent les sourdes et les sonores des 3 paires /b p/, /d t/ et /g k/ par les indices liés à la vibration des plis vocaux (VOT, v-ratio et présence de voisement au début du relâchement). A l'opposé, deux locutrices taïwanaises (Loc5t et Loc8t) ne produisent pas de voisement (ou très peu), quelque soit le type d'occlusive. Parmi les autres locutrices, même avec des taux de voisement moins importants, certaines font (parfois) l'opposition entre les sourdes et les sonores (Loc1t, Loc10t, Loc11t et Loc7t, Loc9t), avec une tendance très forte à ce que celle-ci soit moins bien réalisée (ou pas du tout) pour /g k/. Notons également l'absence fréquente de périodicité du signal au début du relâchement pour les locutrices Loc7t et Loc9t. Pour les besoins de l'apprentissage, on peut donc classer les locutrices selon l'échelle suivante :

- 1) opposition /p b/, /t d/, /k g/
- 2) opposition /p b/, /t d/
- 3) opposition non régulière
- 4) pas d'opposition (pas de vibration des plis vocaux)

Parmi les autres indices, une locutrice taïwanaise (Loc4t) marque une distinction pour chacun de ceux qui ont été analysés, y compris pour ceux que les natives négligent parfois. Les locutrices Loc2t et Loc3t opposent aussi la majorité des indices, excepté la F0 en fin de voyelle précédente et les durées de l'occlusion et du relâchement (pour Loc2t seulement), paramètres que les natives n'opposent pas non plus toujours, rendant ces deux locutrices très similaires aux natives. Loc6t n'oppose pas ces autres indices. Ainsi, parmi les locutrices avec

les meilleurs taux de voisement pour les voisées, seule Loc6t se distingue des natives, en n'opposant pas les indices que les natives utilisent systématiquement.

Parmi les autres locutrices ayant le mieux opposé sourdes et sonores avec les indices non directement liés à la vibration des plis vocaux, nous trouvons Loc1t (F0 au début de la voyelle suivante et durée de la voyelle précédente), Loc10t (F0 au début de la voyelle suivante) et Loc7t (durée de la voyelle précédente). Loc1t est une locutrice ayant produit un VOT négatif pour les voisées (sauf pour /g/). Aussi, bien qu'ayant un v-ratio un peu plus faible et l'absence de VOT négatif pour /g/ (mais différent sourdes/sonores), l'opposition semble renforcée par les indices complémentaires privilégiés par les natives. Loc10t (pas de données de VOT, v-ratio différent entre sourdes et sonores) et Loc7t (VOT des voisées positifs, v-ratio différent entre sourdes et sonores) n'opposent pour les 3 paires qu'un seul indice complémentaire, mais un de ceux privilégié par les natives.

Parmi les locutrices faisant occasionnellement des oppositions, il est intéressant de noter Loc5t, Loc7t et Loc9t qui, bien qu'ayant des VOT positifs, opposent certaines paires de sourdes et sonores avec cet indice. Le VOT des consonnes phonologiquement sourdes est plus long que celui des consonnes phonologiquement voisées. Par ailleurs, pour ces locutrices, bien que le v-ratio entre sourdes et sonores soit différent (sauf Loc5t), on observe pour moins de la moitié ou pas d'occurrences (Loc5t) avec une F0 au moment du relâchement. Remarquons cependant, en plus de Loc7t avec la durée de la voyelle précédente, que ces locutrices opposent parfois les autres indices : Loc5t et Loc7t opposent la F0 au début de la voyelle suivante et en fin de voyelle précédente. Notons quand-même que pour Loc7t, les oppositions importantes pour les natives sont réalisées, au moins occasionnellement. Il y a pour ces locutrices, surtout pour Loc7t, une forme de compensation. La situation est différente pour Loc9t.

Enfin, les locutrices Loc5t et Loc8t sont les locutrices avec le moins de voisement. Loc5t oppose certaines paires avec le VOT, mais pas avec le v-ratio. Au contraire, Loc8t oppose certaines paires (mais pas /b p/) avec le v-ratio, mais pas avec le VOT. Pour ces deux locutrices, il y a peu ou pas de F0 au moment du relâchement. Nous avons vu que Loc5t compense parfois avec d'autres indices, mais pas avec la durée de la voyelle précédente. S'il y a une opposition entre ces consonnes pour cette locutrice, ce n'est pas celle des occlusives françaises. Pour Loc8t, les seules oppositions sont pour le v-ratio avec /d t/ et /g k/, mais les taux sont bas, ce qui diffère des oppositions des natives, et pour /d t/ avec la durée de l'occlusion. Il n'y a donc pas d'opposition pour la paire /b p/ et pour les autres paires, elle est également différente d'une opposition réalisée par des natives.

Enfin, la très atypique locutrice Loc9t, comme nous l'avons remarqué, oppose les VOT dans les paires /d t/ et /g k/, le v-ratio pour les 3 paires, mais avec peu d'occurrences de voisées avec une F0 au début du relâchement. Cependant, pour l'ensemble des autres indices, ou bien elle ne marque pas de différence, ou bien elle inverse le rapport entre sourdes et sonores :

- Durée de l'occlusion : plus longue pour /d/ que pour /t/
- Durée de la voyelle précédente : plus longue devant /k/ que devant /g/

Elle est la seule locutrice taïwanaise à inverser le rapport entre sourdes et sonores.

A partir de ces observations, nous pouvons remarquer que ce sont les locutrices qui produisent le plus de voisement (vibration des plis vocaux) qui produisent le plus d'oppositions des autres indices de voisement (comme Loc4t), avec des exceptions (Loc6t essentiellement). A l'opposé, les locutrices qui en produisent le moins marquent également le moins de différence avec les autres indices (comme Loc8t). Nous trouvons enfin une locutrice qui semble parfois marquer la différence, mais en inversant le rapport entre sourdes et sonores pour les indices non liés directement à la vibration des plis vocaux, ce qui d'un côté pourrait témoigner en faveur d'une forme de distinction, mais d'un autre côté révèle sa non maîtrise de l'opposition « à la française ». Entre les deux, nous trouvons des locutrices avec des niveaux d'interlangue différents, réussissant plus ou moins bien à marquer les oppositions, la paire /g k/ étant celle posant de loin le plus de difficultés. Ces tendances nous autorisent à dire qu'il y a ainsi assez peu de compensation, c'est-à-dire de tentative de marquer les oppositions entre sourdes et sonores autrement que par la vibration des plis vocaux durant la consonne. Les autres indices privilégiés (la F0 au début de la voyelle suivante et la durée de la voyelle précédente notamment) dépendent, dans une certaine mesure, de la vibration des plis vocaux durant la consonne.

Néanmoins, il nous faut modérer cela. Si nous cessons de comparer aux natives et observons les oppositions qui sont marquées : trois locutrices, avec des VOT positifs, distinguent en production avec cet indice sourdes et sonores (Loc5t, Loc7t et Loc9t), auxquelles il faut ajouter les résultats de Loc1t pour la paire /g k/ (VOT différents, mais tous positifs). Loc7t tend à se rapprocher des natives et est sans doute celle qui compense le plus l'absence de voisement. Loc5t marque d'autres oppositions d'indices occasionnelles et Loc9t inverse le rapport sur les autres indices. Néanmoins, le VOT est différent. Par ailleurs, nous avons observé dans les tests de perception que les auditrices répondaient aléatoirement quand la voyelle en coarticulation était /a/. Nous avons expliqué à ce moment-là que cela devait être dû au VOT plus court des occlusives sourdes lorsque la voyelle est /a/, ne permettant pas d'opposer aussi bien à ces auditrices les sourdes et les sonores.

Ces deux éléments semblent indiquer une certaine importance du VOT pour ces auditrices, et de l'importance d'un délai d'établissement du voisement plus long pour les occlusives sourdes pour ces locutrices/auditrices. Ces éléments laissent penser que ces locutrices utilisent des indices liés à leur langue maternelle pour opposer sourdes et sonores.

Toutes les locutrices n'utilisent cependant pas cela en production, que ce soit pour celles qui voient le plus, ou celles qui voient le moins (Loc8t). Pour cette dernière, il semble finalement qu'il n'y ait qu'une seule sorte de consonnes en français pour ses productions (au moins pour la paire /b p/).

Notre étude a mis en évidence différents niveaux d'interlangue possibles – jusqu'à la maîtrise la plus complète – de la prononciation du voisement en français de locutrices taïwanaises.

4. Analyse et interprétation des difficultés rencontrées vis-à-vis de l'opposition de voisement par des apprenants sinophones

Nous avons observé que les locutrices taiwanaises rencontrent une difficulté dans la réalisation de l'opposition de voisement en français. L'existence de cette difficulté pour des locuteurs taiwanais n'est cependant pas une évidence en soi car les Taïwanais ne parlent pas que le mandarin de Taïwan mais aussi une autre langue, variété du *minnan* (« min du sud »), appelée *holo*, *hoklo* ou diverses appellations en chinois mandarin, et pour laquelle nous avons suivi l'appellation répandue de « taiwanais » dans cette thèse. En taiwanais existe en effet en plus de l'opposition d'aspiration, comme en chinois mandarin, l'opposition de voisement. Cependant, bien que le trait phonologique de voisement existe en taiwanais, son implémentation dans la langue est relativement contrainte comparée au français : il n'existe pas de consonne /d/ en taiwanais (mais il existe /t t^h/) et, bien que contrairement au chinois mandarin une occlusive puisse exister en position de coda, aucune occlusive n'est voisée (ni aspirée) en position finale (neutralisation des oppositions en faveur d'une occlusive sourde non aspirée).

Ces contraintes existant en taiwanais, peut-être est-ce là un début d'explication au constat de la difficulté des locuteurs taiwanais à réaliser l'opposition de voisement des occlusives en français. Flege et Port (1981) ont d'ailleurs montré qu'il était difficile de recomposer les traits distinctifs existant dans sa langue pour prononcer un phonème inexistant dans cette langue. Ce n'est cependant pas la seule explication apportée. En effet, les Taïwanais apprennent tous l'anglais avant d'apprendre le français. L'anglais partage des similitudes avec le français, dans son lexique et dans son système d'écriture – l'alphabet latin – ce qui ne peut échapper à ces apprenants. Les rapprochements ainsi faits incitent les étudiants à comparer le français et l'anglais et à utiliser leurs connaissances de l'anglais – plus que du chinois – dans l'apprentissage du français. L'anglais devient ainsi la première source d'interférence dans l'apprentissage du français par des apprenants taiwanais.

Le processus est plus complexe, car ces apprenants taiwanais ne sont pas natifs de l'anglais, et leur connaissance de l'anglais reste influencée par leurs langues premières. Le cas de l'opposition de voisement est intéressant à ce sujet puisque l'anglais possède bien cette opposition phonologique. Néanmoins, phonétiquement, l'absence de prévoisement des occlusives phonologiquement voisées et l'aspiration des occlusives sourdes est la norme en position initiale absolue. Aussi, les études (comme Chiung, 2001, sur le VOT) ont montré qu'en anglais, des apprenants sinophones, y compris les Taïwanais, associent ces consonnes à celles du chinois mandarin, ou plus précisément associent les occlusives « b d g » de l'anglais aux /p t k/ sourds non aspirés du chinois mandarin et les « p t k » de l'anglais aux /p^h t^h k^h/ sourds aspirés du chinois mandarin. En bref, les locuteurs sinophones ne prévoisent pas les occlusives voisées de l'anglais. A partir de là, et même si cette explication n'empêche pas d'autres explications parfois rencontrées (comme par exemple le fait que le chinois mandarin soit la langue de l'enseignement à Taïwan et qu'en conséquence, l'apprentissage de nouvelles langues passe par elle et non par le taiwanais (Chen, 2003)), les occlusives transcrites « b d g » sont interprétées comme des sourdes non aspirées et les « p t k » aux sourdes aspirées /p^h t^h k^h/ du chinois mandarin, et non à des occlusives voisées du taiwanais.

Si nous parlons en termes de similarité, il apparaît que les sons /b d g p t k/ sont considérés comme des sons similaires respectivement aux /p t k p^h t^h k^h/ du chinois mandarin par des locuteurs sinophones. Il devrait se produire le mécanisme de « classification par équivalence » (Flege, 1981, 1987a). Les locuteurs sinophones ne créeront pas de nouvelle catégorie pour réaliser ces sons d'une langue étrangère mais utiliseront les catégories de leur L1. Le modèle SLM (Flege, 1995) prévoit ainsi que la perception et la réalisation de ces sons dans la L2 vont être faites en fonction des catégories correspondantes dans la L1. Effectivement, en production, l'attention portée à l'indice du VOT en anglais par des auditeurs/locuteurs sinophones témoigne de cette assimilation. Au niveau perceptif, l'utilisation des catégories de la L1 est également vérifiée, au point que cela génère une difficulté pour ces apprenants, comme cela a été montré en position finale en anglais où la discrimination des auditeurs sinophones n'est pas bonne du fait de l'utilisation exclusive de l'indice du VOT, qui n'est pas le seul utilisé par les auditeurs natifs de l'anglais (utilisant essentiellement l'indice de la durée de la voyelle précédente (MacKain, 1982 ; Raphael, 1972 ; Repp, 1978 ; Wardrip-Fruin, 1982 ; Hogan et Rozsypal, 1980 ; Port et Dalby, 1982 ; Flege et al., 1992)). Il convient ainsi de s'intéresser aux indices acoustiques spécifiques de ces consonnes dans les langues pour comprendre les difficultés rencontrées dans certains contextes.

Au niveau du français, nous avons également mis en évidence cette difficulté, autant perceptivement qu'en production. En perception tout d'abord, certaines de nos auditrices, également de niveau intermédiaire à avancé, ont montré une absence de discrimination des paires de consonnes. Plus globalement, le contexte vocalique [a] (en syllabes CV) s'est avéré être le plus difficile pour les auditrices. Cette voyelle est celle avec laquelle le VOT est plus court sur les occlusives sourdes, ce qu'ont confirmé nos mesures de VOT pour les occlusives [p t k]. De la sorte, pour un auditeur qui utilise le VOT entre un VOT positif court pour les voisées et un VOT positif long pour les sourdes, la discrimination des consonnes en coarticulation en français avec [a] est la plus difficile. Ces résultats nous apprennent donc que ces auditeurs ont utilisé les catégories de leur L1 pour discriminer les sons du français. En production, l'hypothèse est également vérifiée pour certaines locutrices, car nous avons relevé pour la moitié de nos locutrices une absence de prévoisement des occlusives voisées et malgré tout parfois une distinction de VOT pour des occlusives sourdes et sonores.

Les difficultés de discrimination rencontrées par certaines de nos auditrices en français correspondent à nos attentes quant aux prédictions du modèle PAM-L2 (Best et Tyler, 2007). L'assimilation des catégories voisées et sourdes du français à une seule catégorie du chinois mandarin, et par déduction (mais sans l'avoir vérifié) à la catégorie sourde non aspirée, était prédit par ce modèle. Cependant, la moins bonne reconnaissance de l'opposition de voisement de la plupart des locutrices dans le contexte vocalique ouvert [a] montre que cette assimilation n'est pas uniforme avec toutes les consonnes d'une même catégorie de la L2. Les consonnes sourdes produites en contexte vocalique fermé sont mieux perçues comme des occlusives sourdes, ce qui peut être expliqué par le retard de départ de voisement au début de voyelle suivante, fréquent dans ces contextes. L'assimilation de deux catégories de la L2 à une catégorie de la L1 n'est pas complète, une partie des sourdes semble être assimilée à des occlusives aspirées de la L1.

Ceci correspond bien aux prédictions du modèle NLM (Kuhl et Iverson, 1995) où une distinction des occlusives est faite en fonction de leur rapprochement avec le prototype des consonnes de leur LM. L'allongement du VOT avec les voyelles fermées peut être perçu comme de l'aspiration et ces consonnes assimilées aux consonnes aspirées du chinois mandarin. Les occlusives avec des VOT plus courts ou négatifs sont assimilées à des occlusives sourdes non aspirées quelle que soit leur catégorie dans la L2 (pas de prise en compte dans ces cas du fait que les occlusives voisées du français aient un VOT négatif). Le contexte de réalisation d'une consonne sourde influe sur son identification par ces auditeurs non-natifs. Les auditrices taïwanaises perçoivent des différences allophoniques des occlusives sourdes du français et interprètent ces différences en fonction des catégories phonologiques du chinois mandarin. Ainsi, comme nous l'avons posé en hypothèse, il existe une confusion entre sourdes et sonores des auditrices taïwanaises. Néanmoins, et ceci n'avait pas été prédit, toutes les occlusives sourdes du français ne semblent pas uniformément associées à des occlusives sourdes non aspirées du chinois mandarin.

5. Maîtrise de l'opposition de voisement en français

Nous avons par ailleurs relevé que les difficultés rencontrées ne l'étaient pas unanimement par toutes les locutrices taïwanaises. Comme mentionné précédemment, nous avons observé différents niveaux d'interlangue allant jusqu'à ce qui semble être une excellente maîtrise des indices du voisement en français.

Nos locutrices ne sont pas des débutantes, et il est rassurant de constater que cette maîtrise est possible. Il semble également que la durée d'exposition à la langue soit un facteur important dans la maîtrise de celle-ci, comme l'affirme Flege (1993). La locutrice ayant le mieux réalisé l'ensemble des indices analysés, Loc4t, est en effet celle qui a vécu le plus longtemps en France (14 ans), et beaucoup plus que les autres puisque tout au plus, les autres n'ont vécu que 6 ans en France. Cependant, nous n'avons là qu'un seul cas, et parmi celles qui ont vécu 6 ans en France, nous trouvons Loc8t et Loc3t, ayant des profils opposés quant à la réalisation du voisement, et même Loc11t avec un profil intermédiaire. Sur une durée de 6 ans, la seule exposition à la langue ne semble pas être déterminante. Le nombre d'années d'étude ne semble pas non plus déterminant, puisque nous trouvons là aussi la locutrice Loc8t, avec 7 ans d'étude, tout autant que Loc6t, qui présente un profil différent au niveau de la présence de fréquence fondamentale sur les occlusives voisées. Nous avons peu de différence d'âge pour le début d'apprentissage du français ce qui ne nous permet pas d'en tirer d'observation.

La maîtrise du taïwanais ne semble curieusement pas non plus être un facteur déterminant, en tout cas nettement moins influent que la durée d'exposition à la langue. Ainsi, Loc5t, Loc8t et Loc9t, les locutrices qui ont le moins bien réalisé les indices du voisement en français ont toutes indiqué très bien parler taïwanais, en langue maternelle, ou avec une note de 5/5 ou proche de l'être. Au contraire, Loc4t n'a indiqué qu'un niveau de 2/5 en taïwanais. Sans aller jusqu'à y voir un rapport inversé, pour ces locutrices, la maîtrise du taïwanais n'a pas été une aide. Ceci n'est pas nécessairement une surprise puisque comme nous l'avons vu, le taïwanais est rarement perçu comme une langue pouvant permettre de faciliter l'apprentissage du

voisement. Si ces locutrices n'en ont pas pris conscience, alors aucun transfert n'a été possible, et c'est bien le chinois mandarin (et l'anglais) qui leur a servi de référence.

Ceci répond également à nos interrogations concernant le voisement de /d/. Nous n'avons pas relevé de difficulté plus grande que pour une autre consonne dans le voisement du /d/. La consonne la plus difficile à voiser s'est avérée être le /g/, ce qui est cohérent avec les observations d'Ohala (1983). Si un transfert s'était effectué à partir du taïwanais dans l'apprentissage du voisement en français, nous aurions vraisemblablement dû observer une différence pour le /d/ inexistant dans cette langue. Cela n'a pas été le cas. En revanche rappelons que dans les observations de Su (2011), la réalisation par des Taïwanais de la paire /d t/ comportait le plus d'erreurs. Il se peut que la différence des tâches effectuées (logatomes pour nous et lecture à haute voix pour Su) ait conduit à une telle différence.

Nous aimerions finalement conclure à partir de notre corpus de logatomes qu'une parfaite prononciation de l'opposition de voisement du français est possible pour des locuteurs taïwanais, mais nous ne le pouvons pas. Il est en effet connu que le type de tâche à réaliser influe sur les résultats (voir par exemple Adda-Decker, 2012). Nous n'avons travaillé que sur des logatomes, excepté pour le test d'évaluation au départ de ce travail. Or, les résultats de ce test infirment certains résultats. Comme principale différence, nous avons 3 évaluateurs experts sur les 5 qui ont posé comme priorité le travail sur la réalisation du voisement pour la locutrice Loc4t. Plus généralement, pour toutes nos locutrices, au moins un évaluateur a indiqué le voisement comme priorité pour ces locutrices. Par souci de simplification de ce test, nous avons regroupé sous l'appellation « voisement » un ensemble de difficultés variées : l'absence de voisement (le plus souvent), mais aussi la présence de voisement sur les occlusives sourdes, ou au contraire de l'aspiration sur les occlusives sourdes. Les remarques effectuées pour Loc4t concernent la présence de voisement sur les occlusives sourdes. En parole spontanée, cette locutrice qui a le mieux réalisé les indices du voisement en français dans les logatomes produit du voisement sur des occlusives sourdes. Dans une autre tâche que celle analysée en détail dans notre thèse, les résultats semblent différents, et confirment les observations de Su (2011) qui a observé du voisement d'occlusives sourdes de locuteurs taïwanais non débutants. Nos autres locutrices ayant les plus hauts taux de voisement ont également reçu de telles évaluations en parole spontanée : Loc2t semble aussi voiser (« sonorisation des occlusives sourdes »), Loc3t au contraire semble aspirer les consonnes sourdes (« [k] et [t] parfois un peu expiré »), mais nous n'avons pas de mesures de VOT pour Loc3t, enfin un évaluateur a indiqué pour Loc2t et Loc6t un problème pour « l'opposition de sonorité des obstruantes », sans préciser toutefois. Ainsi, il serait nécessaire de prolonger nos analyses sur d'autres types de tâches, notamment pour observer le voisement des occlusives que nous n'avons pas vu dans la production des logatomes.

6. L'usage des manuels

L'enseignement de la prononciation du Français Langue Etrangère est généralement reconnu comme étant négligé, en premier lieu par le support utilisé pour aider les enseignants à construire une progression dans l'enseignement : le manuel. Au travers de l'observation de la

place que prend l'enseignement de l'opposition de voisement des occlusives du français dans ces manuels, nous pouvons confirmer que, ce qui apparaît très largement comme une difficulté majeure pour les apprenants sinophones, n'occupe qu'une place réduite dans les manuels universalistes qui sont utilisés à Taïwan.

Cet aspect de la langue n'est cependant pas oublié, il est présent dans la quasi-totalité des manuels. Les exercices de discrimination de paires minimales (ou parfois de paradigmes, c'est-à-dire l'équivalent d'une paire minimale, mais avec des phrases) ou d'identification puis de répétition sont pertinents dans un cours de FLE. Ces exercices, présents dans tous les manuels (ce qui est observé également par Lauret, 2007), proposent d'abord de travailler sur la perception puis sur la production. « On considère, en effet, qu'une opposition ne peut être produite consciemment que si elle est d'abord perçue » (Lauret, 2007). Les paires minimales permettent de mettre en évidence l'opposition phonologique. Elles permettent d'abord de faire prendre conscience aux apprenants de l'existence de cette distinction et éventuellement à l'enseignant – si ce n'est pas déjà fait – d'identifier des apprenants qui ont cette difficulté. Dans cet objectif, il est possible de présenter d'abord la paire de consonnes la plus difficile en production, à savoir /g k/. Remarquons d'ailleurs que beaucoup de manuels présentent cette paire avant les deux autres. Néanmoins, il serait plus pertinent d'effectuer une première évaluation des difficultés dès le début de l'apprentissage et de permettre au plus tôt aux apprenants d'en prendre conscience. A cette fin, Lauret (2007), ou bien Abry et Veldeman-Abry (2007) proposent des questionnaires/ fiche diagnostic pour faciliter ce type de démarche et pour l'ensemble des difficultés de prononciation possibles qu'un apprenant peut rencontrer. Notons également qu'il existe de plus en plus d'outils technologiques pour faciliter la prise de conscience des différences entre les langues. Il existait déjà Winpitch LTEL (Martin, 1998) qui permettait de visualiser sur un écran d'ordinateur le spectrogramme en temps réel. A l'ère des nouvelles technologies et des téléphones portables (omniprésents à Taïwan) un ensemble d'applications regroupées sous le terme générique de Cleanaccent@ (Vaissière, 2016) permet entre autres de visualiser sur des spectrogrammes les différents indices acoustiques et notamment ceux du voisement des occlusives du français en comparaison avec le chinois et l'anglais, et peut être utilisé en classe de langue ou en dehors de la classe. De tels outils peuvent attirer l'attention de l'oreille sur les différences acoustiques des langues en les visualisant.

Le travail sur les paires minimales permet également un entraînement auditif. Les exercices des manuels sont souvent présentés ainsi, avec discrimination et répétition. Les paires minimales peuvent également être utilisées pour des activités en groupe classe où par exemple les apprenants lèvent des cartons de couleurs différentes en fonction de ce qu'ils entendent (Lauret, 2007). Il est aussi possible de faire travailler entre eux les apprenants pour s'écouter et se corriger en petits groupes sans l'intervention directe de l'enseignant (mais pas sans sa vigilance). Remarquons cependant que ces activités ne sont que rarement proposées dans les consignes des manuels et que c'est à l'enseignant d'approfondir ce qui est proposé avec des activités. De plus la quantité de paires minimales est généralement restreinte, avec un grand maximum de huit paires proposées. Lauret (2007) explique ce petit nombre par la place limitée dans les manuels et la difficulté à trouver des mots existants pour compléter ces paires. Selon

lui, cependant, des exercices avec des non-mots – que l'on trouve d'ailleurs parfois – peuvent être intéressants pour des débutants et que ceux-ci ne s'arrêtent pas sur le sens. Ajoutons enfin comme remarque que l'ordre de présentation des paires de consonnes /g k/, /d t/ et /b p/ est souvent surprenante, dans le sens qu'il serait plutôt recommandé d'introduire d'abord les paires les plus faciles, à savoir /b p/ et /d t/ et seulement ensuite /g k/, contrairement à ce qui est observé. Ainsi, autant par la place accordée à la prononciation qu'aux exercices/activités proposés dans les manuels, nous pouvons dire que le traitement qui en est fait place clairement l'enseignement de la prononciation / phonétique à un plan secondaire.

Nous avons observé que des descriptions plus détaillées des spécificités du français apparaissent parfois, même si elles peuvent être déplacées en annexe du manuel. L'idée de l'annexe peut être intéressante pour que l'enseignant puisse s'y référer au moment où il a besoin, mais avec le risque de les oublier. Au contraire, les encarts isolés dans un point « prononciation » ou « phonétique » peuvent être considérés comme déconnectés de la leçon et de la progression. Trop tardifs, ils ne sont pas nécessairement une aide pour l'enseignant qui est confronté dès les premiers cours aux difficultés de prononciation de ses apprenants. Ce qui n'apparaît alors que comme un rappel risque alors d'être laissé de côté comme secondaire.

Tout ceci rappelle qu'en substance, le manuel n'est qu'une aide pour l'enseignant, et non son guide. Au moins pour la prononciation et la perception de l'opposition de voisement en français à laquelle nous nous sommes intéressé, les manuels ne sont pas adaptés au public sinophone. C'est l'enseignant, par ses compétences, son expérience qui fait des choix dans l'utilisation de ce qui est proposé. Pour la prononciation, il est souhaitable de la travailler dès le départ, mais de fait, l'apprenant la pratique à chaque fois qu'il s'exprime. Sans perdre de vue l'objectif de son cours, et en faisant attention à ne pas disperser l'attention des apprenants sur ces objectifs, l'entraînement à la prononciation est continu. Nous pouvons regretter que l'enseignement de la prononciation ne soit pas plus développé dans les manuels, il existe infiniment plus d'activités possibles en prononciation que la simple discrimination / répétition de paires minimales ou d'exercices d'identification (qui n'en sont pas moins fondamentaux). Certains manuels plus récents que nous avons observés en introduisent d'ailleurs. Mais même s'ils sont absents, l'enseignant peut, et devrait, compléter ce manque.

7. Limitations de cette étude et projets à venir

Notre étude ne vise pas directement à proposer des solutions pour enseigner la prononciation de l'opposition de voisement du français à des apprenants taiwanais, néanmoins, nous voyons quelques pistes qui peuvent être envisagées ou au moins questionnées.

L'influence de l'anglais dans l'apprentissage du français apparaît tout d'abord être une source majeure d'interférence. Une explication claire des particularités du français semble s'imposer. Afin de permettre aux apprenants de réaliser du prévoisement sur les occlusives voisées, et de ne pas aspirer les occlusives sourdes, il convient de faire prendre conscience de cette particularité aux apprenants.

L'usage de l'écrit est également source d'interférence. Il est cependant difficile de s'en passer. Il est alors nécessaire de « désassocier » les « b d g » et les occlusives sourdes non aspirées ; de même avec les « p t k » et les occlusives sourdes aspirées. De nouvelles catégories doivent se construire et il est important que d'emblée celles-ci ne soient pas formées en raison du code écrit.

L'utilisation des contextes facilitant amène à envisager la position intervocalique pour faciliter la production de voisement alors que les positions initiale et finale seront des contraintes supplémentaires. Au niveau des voyelles, en perception, les voyelles fermées inciteront les apprenants sinophones à utiliser les indices de la L1 pour catégoriser les sons du français, ce qui n'est pas souhaitable. En production, au contraire elles faciliteront la tenue du voisement pendant l'occlusion, mais moins que /a/ avec /b/.

Le manuel est une aide pour l'enseignant, mais il n'est pas possible de se limiter aux encarts « phonétique » et « prononciation » pour en parler. L'enseignement de la prononciation doit s'opérer en continu, et s'il peut être occasionnellement laissé de côté pour ne pas interférer avec l'objet principal du cours, il ne doit jamais être oublié. Les points phonétiques et prononciation proposés dans les manuels sont trop tardifs et généralement trop courts pour être efficaces. Ils ont cependant l'intérêt, à un moment donné, de focaliser et de structurer cet aspect de la langue à l'écrit pour que les apprenants en aient bien conscience.

Des différences de prononciation existent entre nos locutrices de niveau intermédiaire à avancé. S'agit-il d'un niveau définitif avec fossilisation de mauvaises habitudes, ou bien existe-t-il vraiment une évolution entre les niveaux de ces locutrices. Le rôle de l'enseignant est d'envisager cette seconde hypothèse. Le fait que les meilleures réalisations soient celles d'une locutrice ayant vécu 14 ans en France montre qu'une évolution doit être possible. L'enseignement de la prononciation est préférable en début d'enseignement, mais il ne doit pas être abandonné par la suite sous prétexte qu'il est trop tard. De plus, selon le parcours des apprenants, des prises de conscience des particularités phonétiques peuvent toujours être possibles si celles-ci n'ont pas eu lieu avant.

Au niveau de notre étude elle-même, nous avons remarqué qu'il y avait une tendance à ce que les apprenantes qui voisent le mieux réalisent également le plus d'indices associés au voisement, mais pas systématiquement. L'observation de ces indices est instructive pour comprendre ce qui se passe exactement dans la prononciation de ces apprenants, néanmoins, il n'est pas possible d'apprendre à réaliser tous ces indices. En dehors de la vibration des plis vocaux, essentielle, de la durée des consonnes qui peut constituer une aide pour cette vibration notamment, il semble difficile de travailler sur beaucoup d'autres indices.

L'étude d'autres indices pourrait être intéressante pour affiner nos analyses, mais l'essentiel sera d'analyser les productions de nos locutrices sur d'autres tâches, comme en lecture de phrases ou en parole spontanée. Nos observations nous révèlent déjà des différences.

Enfin, des analyses physiologiques pourraient nous permettre de mieux comprendre l'articulation du voisement. Nous détenons d'ors-et-déjà des données d'électroglottographe (EGG) qui pourront être exploitées dans un avenir proche.

Glossaire

La barre de voisement : Ensemble des basses fréquences liées à la vibration des plis vocaux dessinant une barre noire sur un spectrogramme

La coarticulation : effet obtenu par la prononciation de deux sons juxtaposés interagissant l'un sur l'autre.

F0 ou fréquence fondamentale : Il s'agit des basses fréquences générées par la vibration des plis vocaux. Elles peuvent être observées sur un spectrogramme par une barre noire dans les plus basses fréquences (=barre de voisement).

Un formant : Accumulation d'énergie dans certaines fréquences, visible sur un spectrogramme par la formation d'un trait noir horizontal (pouvant varier dans les fréquences). L'apparition de formants est une caractéristique des voyelles.

Un logatome : Non-mot, ou mot sans signification. Il s'agit dans notre thèse d'un mot construit à partir d'une séquence de consonnes C et de voyelles V choisies. La consonne et la voyelle restent les mêmes dans tout le logatome, ce qui permet d'étudier l'effet de la consonne et de la voyelle d'une manière contrôlée, et sans autre son interférant avec l'étude. Les logatomes pour notre thèse (corpus PhoDiFLE) sont construits avec la structure C₁VC₂VC₃VC₄ en utilisant les consonnes C=/b d g p t k/ et les voyelles V=/a i u/.

L'occlusion : il s'agit de la phase lors de la réalisation d'une consonne occlusive où l'air est retenu dans le conduit vocal et où il ne peut pas s'échapper. Le phénomène se traduit généralement (en cas d'occlusion complète, normalement réalisée) par une phase de silence pour une occlusive phonétiquement sourde ou, pour les consonnes phonologiquement voisées, d'un silence accompagné plus ou moins régulièrement d'une « barre de voisement », c'est-à-dire d'une barre noire dans les basses fréquences du spectrogramme.

Une occlusive : consonne présentant une occlusion. Le français en compte 6 : /b d g/ et /p t k/ opposées par le trait de voisement.

PhoDiFLE (le corpus) : nom construit à partir de Phonétique Didactique du Français Langue Etrangère. Il s'agit du corpus que nous avons créé en collaboration avec d'autres doctorants du LPP afin d'étudier la prononciation d'apprenants du français langue étrangère de toutes origines. Les différentes tâches du corpus sont présentées dans notre thèse.

Le murmure de voisement : Son perceptible, bourdonnement produit par la vibration des plis vocaux au niveau de la glotte.

Les plis vocaux : Souvent et maladroitement appelés les « cordes vocales » (ce ne sont pas des « cordes »), ce sont des organes situés au niveau du larynx et sont constitués de replis pouvant vibrer en se collant et s'écartant quand les conditions sont réunies. Ils constituent une source de phonation. Ils sont à l'origine du voisement.

Le relâchement (de la consonne) : il s'agit de la phase d'une consonne occlusive où l'air accumulé en raison de l'occlusion est brusquement libéré. Il s'ensuit généralement un bruit d'explosion (se traduisant visuellement sur un spectrogramme par une barre d'explosion) puis un bruit de friction dû aux turbulences générées par l'air expulsé.

Un spectrogramme : représentation graphique d'un son en fonction du temps, de la fréquence et de l'intensité.

Le voisement : trait distinctif permettant d'opposer des sons du langage. Avant tout dû à la vibration des plis vocaux, il se traduit sur un spectrogramme par une barre noire (barre de voisement) dans les basses fréquences. Son interprétation par un auditeur peut cependant être possible ou facilitée par d'autres indices que la simple perception de ces fréquences.

V-ratio : taux de voisement calculé sur la durée de la consonne.

V-pattern : répartition du voisement sur la consonne. Il s'agit d'un v-ratio calculé en différentes phases de la consonne : soit en deux parties égales (début et fin) soit en trois parties égales (début, milieu et fin).

VOT (*Voice Onset Time*) : Il s'agit du délai de départ de voisement. C'est une durée calculée entre le début du relâchement et le début du départ du murmure de voisement. Cette durée est négative si le murmure de voisement débute avant le relâchement et positive si le murmure débute après.

Bibliographie

- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Abry, D. et Veldeman-Abry, J. (2007). *La phonétique : audition, prononciation, correction*, Clé international.
- Adda-Decker, M., Delais-Roussarie, E., Fougeron, C., Gendrot, C. et Lamel, L. (2012). « La liaison dans la parole spontanée familière : exploration semi-automatiques de grands corpus », in *Actes de la Conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012 1*, Grenoble. p.545-552.
- Adda-Decker, M., Gendrot, C. et Nguyen, N. (2008). « Contributions du traitement automatique de la parole à l'étude des voyelles orales du français », *Revue Traitement Automatique des Langues* 49 (3), p. 1-34.
- Agnello, J.G. (1975). « Voice onset and voice termination features of stutterers », in Webster, L.M. et Furst, L.C. (éds.), *Vocal tract dynamics and dysfluency : the proceedings of the first annual Hayes Martin Conference on Vocal Tract Dynamics*, Speech and Hearing Institute, New York.
- Alcaraz, M., Braud, C., Calvez, A., Cornuau, G., Jacob, A., Pinson, C. et Vidal, S. (2016). *Edito*, Didier.
- Alleton, V. (2005) [1^{ère} édition : 1970]. *L'écriture chinoise*, Presse Universitaire de France, Paris.
- Anderson, J. (1983). « The markedness differential hypothesis and syllable structure difficulty », in Nathan, G.S. (éd.), *Proceedings of the Conference on the Uses of Phonology*, Southern Illinois University, Carbondale.
- Anderssen, M. et Bentzen, K. (2013). « Cross-linguistic influence outside the syntax-pragmatics interface: a case study of the acquisition of definiteness », *Studia Linguistica. Special Issue*, 67(1), p. 82–100.
- Androjna, K. (2010). *Assimilation régressive de voisement en français et en slovène, pour mots et non-mots*, Mémoire de Master, Université Paris 3, Sorbonne Nouvelle.
- De Angelis, G. et Selinker, L. (2001). « Interlanguage transfer and competing linguistic systems in the multilingual mind », in Hufeisen, B. et Fouser, R. (éds.), *Introductory readings in L3*, Stauffenburg Verlag, Tübingen, p. 42-58.
- Audacity 1.3.9 bêta Released, ©Audacity Team, Mazzoni D. (2009).
- Baglieto, D., Girardeau B. et Mistichelli, M. (2011). *Agenda 1*, Hachette Livre, Paris.
- Baglieto, D., Girardeau B., Magne, M. et Mistichelli, M. (2011). *Agenda 2*, Hachette Livre, Paris.

- Beacco di Giura, M., Jennepin, D., Kaneman-Pougatch, M. et Trevisi, S. (2003). *Café Crème 1*, Hachette Livre, Paris.
- Berthet, A., Daill, E., Hugot, C., Kizirian, V.M. et Waendendries, M. (2012). *Alter Ego + 1*, Hachette Livre, Paris.
- Berthet, A., Daill, E., Hugot, C., Kizirian, V.M. et Waendendries, M. (2012). *Alter Ego + 2*, Hachette Livre, Paris.
- Berthet, A., Hugot, C., Kizirian, V.M., Sampsonis, B. et Waendendries, M. (2006). *Alter Ego 1*, Hachette Livre, Paris.
- Berthet, A., Hugot, C., Kizirian, V.M., Sampsonis, B. et Waendendries, M. (2006). *Alter Ego 2*, Hachette Livre, Paris.
- Bellassen, J.M. (2007). *Sinographie : introduction aux caractères chinois*, ESKA, Paris.
- Bellassen, J.M. (2010). « La didactique du chinois et la malédiction de Babel : émergence, dynamique et structuration d'une discipline », *Etudes Chinoises*, hors-série, p. 27-44.
- Best, C. (1995). « A Direct Realist View of Cross-Language Speech Perception », in Strange W. (éd.), *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Language Research*, York, Timonium, MD, 171–204.
- Best, C., Tyler M. (2007). « Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities », in Bohn, O-S., Munro, M. (éds.), *Language Experience in Second language Speech Learning. In honor of James Emil Flege*, Amsterdam: John Benjamins, p.13-34.
- Billières, M. et Spanghero-Gaillard, N. (2005). « La didactique cognitive des langues : regards croisés de disciplines pour comprendre le "comment" », *Revue Parole* 34-35-36.
- Billières, M., Alazard, C., Astesano, C. et Nocaudie, O. (2013). *Phonétique corrective en FLE, Méthode Verbo-tonale*, Université de Toulouse le Mirail / UOH, Toulouse, <http://w3.uohprod.univ-tlse2.fr/UOH-PHONETIQUE-FLE/> [consulté le 29/09/2016]
- Boersma, P. et Weenink, D. (2012). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.21, retrieved 14 July 2012 from <<http://www.praat.org/>>.
- Brière, E. (1966). « An investigation of phonological interference », *Language* 42, p. 769-796.
- Burnham, D.K. (1986). « Developmental loss of speech perception: Exposure to and experience with a first language », *Applied Psycholinguistics*, 7, p. 207-240.
- Capelle, G., Courtillon, J. et Girardet, J. (1995). « Profession auteur (Table ronde) », in Pécheur, J. et Vigner, G. (éds.), *Le Français Dans Le Monde, recherches et Applications numéro spécial Méthodes et méthodologies*, Edicef, Paris.
- Capelle, G. et Menand, R. (2003). *Taxi 1*, Hachette Livre, Paris.

- Capelle, G. et Menand, R. (2009). *Le Nouveau Taxi ! 1*, Hachette Livre, Paris.
- Caramazza, A. Yeni-Komshian, G., Zurif, E. et Carbone, E. (1973). « The acquisition of a new phonological contrast : The case of stop consonants in French-English bilinguals », *Journal of the Acoustical Society of America* 54, p. 421-428.
- Catford, J. C. (1977). *Fundamental Problems in Phonetics*, Edinburgh University Press.
- Celce-Murcia, M., Brinton, D.M. et Goodwin, J.M. (1996). *Teaching pronunciation: a reference for teachers of English to speakers of other languages*, Cambridge University Press.
- Cenoz, J. (2003). « The role of typology in the organization of the multilingual lexicon », in Cenoz, J., Hufesein, B et Jessner, U. (éds.), *The multilingual lexicon*, Kluwer, Dordrecht, p. 103-116.
- Champagne-Muzar, C. et Bourdages, J.S. (1993). *Le point sur la phonétique*, Clé international.
- Chan, M. (1987). « Post-stopped nasals in Chinese: An areal study », *UCLA Working Papers in Phonetics* 68, p. 73-119.
- Chang, B.-Y. (1994). « Chinese EFL learners' production of English vowel lengthening variation before voiced obstruents », *Fu Jen Studies* 27, p. 86-103.
- Chang, B.-Y. (1995). « 母音長度與英語字尾塞音清濁對比之感知研究 » [Perception studies on a comparison between vowel length and voicing in stop consonants in English final position], *教學與研究 [Journal of Teaching and Research]* 17, p. 147-168.
- Chao, K.-Y., Khattab, G. et Chen, L.-M. (2006). « Comparison of VOT Patterns in Mandarin Chinese and in English », in *Proceedings of the 4th Annual Hawaii International Conference on Arts and Humanities*, p. 840–859.
- Chao, K.-Y et Chen, L.-M. (2008). « A Cross-Linguistic Study of Voice Onset Time in Stop Consonant Productions », *Computational Linguistics and Chinese Language Processing* 13, 2, The Association for Computational Linguistics and Chinese Language Processing, p. 215-232.
- Chao, Y-R. (1934) « The Non-Uniqueness of Phonemic Solutions of Phonetic Systems », *Bulletin of The Institute of History and Philology*, Academia Sinica 4(4), p.363-397.
- Chao, Y-R. (1968). *A Grammar of Spoken Chinese*, University of California Press, Berkeley.
- Charliac, L., Le Bougnec, J.-T., Loreil, B. et Motron, A.-C. (2003). *Phonétique progressive du Français avec 400 exercices, niveau débutant*, Clé international.
- Charliac, L. et Motron A.-C. (1998). *Phonétique progressive du français avec 600 exercices*, Clé international.
- Chaubet, P. (2001). *Sens et sons 2 (Saucisson ?) : Sept grands pièges de la prononciation du français*, Zhong Yang 中央, Taipei.

- Chen, L.-M., Chao, K.-Y. et Peng J.-F. (2007). « VOT productions of word-initial stops in Mandarin and English : a cross-language study », in *Proceedings of the 19th Conference on Computational Linguistics and Speech Processing*, p.303-317.
- Chen, P. (1999). *Modern Chinese: History and Sociolinguistics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Chen, Y.-C. (2003). *L'Enseignement du français langue étrangère à Taiwan, Analyse linguistique et praxéologique*, Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain.
- Cheng, C.C. (1973). *A Synchronie Phonology of Mandarin Chinese*, Mouton, The Hague.
- Cheng, R.L. (Zheng, L.-W) (1966). « Mandarin Phonological Structure », *Journal of Linguistics* 2(2), p.135-262.
- Cheng, R.L. (Zheng, L.-W) (1997). *臺語、華語的結構及動向* [Structure and development of Taiwanese and Mandarin], Yuan-Liou Publishing Co., Ltd., Taipei.
- Chiung, W.-V.T. (1999). « Language attitudes toward written Taiwanese », *28th Annual Meeting of the Linguistic Association of the Southwest*, University of Texas, San Antonio.
- Chiung, W.-V.T. (2001). « Is Taiwanese *bi* Really the Same as English *bee* ? – A Comparative Study of Stop Consonants in Taiwanese and English in Terms of VOT », *The 34th International Conference on Sino-Tibetan Language and Linguistics*, Kunming (Chine).
- Cho, T. et Ladefoged, P. (1999). « Variations and universals in VOT: evidence from 18 languages », *Journal of Phonetics* 27, p. 207-229.
- Cho, T. et McQueen, J.M. (2006). « Phonological versus phonetic cues in native and non-native listening: Korean and Dutch listeners' perception of Dutch and English consonants », *Journal of the Acoustical Society of America* 119(5), p. 3085–3096.
- Chomsky, N. et Halle, M. (1968), *The Sound Pattern of English*, Harper & Row, New-York.
- Chomsky, N. et Halle, M. (1973), *Principes de phonologie générative*, Traduction de P. Encrevé, Seuil, Paris.
- Chung, K.S. (2006). « Hypercorrection in Taiwan Mandarin », *Journal of Asian Pacific Communication* 16 :2, John Benjamins Publishing Company, p. 197-214.
- Conseil de l'Europe, Division des Politiques Linguistiques, Strasbourg (2001). *Cadre européen commun de référence pour les langues*, Didier, Paris.
- Cotton, N. (2012). *L'apprentissage et l'enseignement du français à des étudiants sinophones à Taiwan : enquête sociodidactique en milieu universitaire*, Thèse de doctorat en Sciences du langage, Université de Franche-Comté.

- Crochemore Restrepo, J. (2011). *Percepção e produção de aprendizes brasileiros de francês : o caso das vogais médias anteriores arredondadas*, mémoire de Master, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Cronbach, L. (1951). « Coefficient alpha and the internal structure of tests », *Psychometrika* 16 (3), p. 297-334.
- Crowther, C. et Mann, V. (1990). « Vocalic duration as a cue to consonant voicing », *Journal of the Acoustical Society of America* Suppl. 1 88, S80.
- Cuq, J.-P. (2003). *Dictionnaire de didactique du français langue étrangère et seconde*, Clé international, Paris.
- Debyser, F. (1970). « La linguistique contrastive et les interférences », in *Langue française* 8, Apprentissage du français langue étrangère, p. 31-61.
- Delattre, P. (1938). « L'accent final en français : accent d'intensité, accent de hauteur, accent de durée », *The French Review* 12, p. 141-145.
- Delattre, P. (1939). « Accent de mot et accent de groupe », *The French Review* 13 (2), p. 141-146.
- Delattre, P. (1958). « Les indices acoustiques de la parole, Premier rapport », *Phonetica* 2.
- Delattre, P. (1962), « Comparing the prosodic features of English, French, German and Spanish », *International Review of Applied Linguistics* 1 (3), p. 193-210.
- Delattre, P. (1966). *Studies in French and Comparative Phonetics*, Selected papers in French and in English, Mouton, London, The Hague, Paris.
- Delattre P. (1968). « From acoustic cues to distinctive features », *Phonetica* 18, p.198-230.
- Delebecque, L., Pelorson, X., Beautemps, D., Maillou, B., Savariaux, C. et Laval, X. (2012). « Influence de l'expansion des joues lors de la production d'une plosive bilabiale », in *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012, volume 1: JEP*, Grenoble, p. 113–120.
- Deterding, D. et Nolan, F. (2007). « Aspiration and voicing of Chinese and English plosives », *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhs)*, Saarbrücken.
- Detey, S. et Racine, I. (2012). « Les apprenants de français face aux normes de prononciation : quelle(s) entrée(s) pour quelle(s) sortie(s) ? », *Revue française de linguistique appliquée* 2012/1 (Vol. XVII), p. 81-96.
- Ding, P.S. (2005). « China », in Strazny, P. (éd.), *Encyclopedia of Linguistics*, Fitzroy Dearborn, New York, p. 189-194.
- Ding, P.S. (2011). « The partially denasalized bilabial plosive in Southern Min: comparison to [mb] in Amdo Tibetan », in Lee W.-S. et Zee E. (éds.), *Proceedings of the 17th International Conference of Phonetic Sciences*, Hong Kong, p. 584-587.

- Dominique, P., Girardet, J., Verdelhan, M. et Verdelhan, M. (1998). *Le Nouveau Sans Frontières*, Clé international.
- Dommelen van, W.A. (1983). « Parameter interaction in the perception of French plosives », *Phonetica*, 40 (1), p.32-62.
- Duanmu, S. (1990). *A formal study of syllable, tone, stress and domain in Chinese languages*, Thèse de Doctorat, Massachusetts Institute of Technology.
- Duanmu, S. (2000). *The Phonology of Standard Chinese*, Oxford University Press, Oxford.
- Dubois, A.-L. et Lerolle M. (2008). *Scénario 1*, Hachette Livre, Paris.
- Duez, D. (1995). « On spontaneous French: Aspects of the reduction and contextual assimilation of voiced stops », *Journal of Phonetics*, 23, p.407-427.
- Durand, M. (1956). « De la perception des consonnes occlusives: questions de sonorité », *Word* 12, p.15-34.
- Eckman, F. (1981). « On the naturalness of interlanguage phonological rules », *Language Learning* 31, p.195-216.
- Edmondson, J.A., Chang, Y.-C., Hsieh, F.-F. et Huang, H.-C.J. (2011). « Reinforcing voiceless finals in Taiwanese and Hakka: Laryngoscopic case studies », in Lee W.-S. et Zee E. (éds.), *Proceedings of the 17th International Conference of Phonetic Sciences*, Hong-Kong, p. 627-630.
- Ewan, W.G. (1976). *Laryngeal behavior in speech*, Thèse de Doctorat, Université de Californie, Berkeley.
- Ewan, W.G. et Krones, R. (1974). « Measuring larynx movement using the thyroumbrometer », *Journal of Phonetics* 2, p. 327-335.
- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*, La Hague, Mouton.
- Fant, G. (1973). *Speech Sounds and Features*, The MIT Press, Cambridge.
- Fant, G. (1982). « The voice source - acoustic modeling », *STL-QPSR* 23(4), p.28-48.
- Fant, G. (2006). *Speech Acoustics and Phonetics: Selected Writings*. Springer.
- Fischer-Jørgensen, E. (1954). « Acoustic analysis of stop consonants », *Miscellanea Phonetica*, 2, p.42-59.
- Flege, J.E. (1981). « The phonological basis of foreign accent: a hypothesis », *TESOL Quaterly* 15, p. 443-455.
- Flege, J.E. (1987a). « A Critical Period for Learning to Pronounce Foreign Languages ? », *Applied Linguistics* 8, p. 162-177.

- Flege, J., (1987b). « The Production of “ New ” and “ Similar ” Phones in a Foreign Language : Evidence for the Effect of Equivalence Classification », *Journal of Phonetics* 15, p. 47-65.
- Flege, J.E. (1988). « The Production and Perception of Foreign Language Speech Sounds », in Winitz, H. (éd.), *Human Communication and Its Disorders, A Review*, Ablex, Norwood, p. 224-401.
- Flege, J.E. (1989). « Chinese subjects' perception of the word-final English /t/-/d/ contrast: Performance before and after training », *Journal of the Acoustical Society of America* 86, p.1684-1697.
- Flege, J.E. (1993). « Production and perception of a novel, second-language phonetic contrast », *Journal of the Acoustical Society of America* 93 (3), p. 1589-1608.
- Flege, J.E. (1995). « Second-language Speech Learning: Theory, Findings, and Problems », in Strange W. (Ed) *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-language research*, Timonium, MD: York Press, p.229-273.
- Flege, J.E., Davidian, R.D., (1984). « Transfer and developmental processes in adult foreign language speech production », *Applied Psycholinguistics* 5, p. 323-347.
- Flege, J.E. et Hammond, R. (1982). « Mimicry of non-distinctive phonetic difference between language varieties », *Study of Second Language Acquisition* 5(1), p.1-17.
- Flege, J.E. et Hillenbrand J. (1984). « Limits on pronunciation accuracy in adult foreign language speech production », *Journal of the Acoustical Society of America* 76, p. 708-721.
- Flege, J.E., Mccutcheon, M. et Smith, S. (1987). « The development of skills in producing word-final stops », *Journal of the Acoustical Society of America* 82 (2).
- Flege, J.E., Munro, M.J. et Skelton, L. (1992). « Production of the word-final English /t/-/d/ contrast by native speakers of English, Mandarin, and Spanish », *Journal of the Acoustical Society of America* 92 (1), p. 128-143.
- Flege, J.E. et Port, R. (1981). « Cross-language phonetic interference: Arabic to English », *Language and Speech* 24, p. 125-146.
- Foote, R. (2009). « Transfer in L3 acquisition: The role of typology », in Leung, Y-K.I. (éd.), *Third language acquisition and Universal Grammar*, Multilingual Matters, Clevedon, p. 89-114.
- Fougeron, C. (1998). *Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français*, Thèse de doctorat en phonétique, Université Paris 3, Sorbonne Nouvelle, Paris.
- Fougeron, C. (1999). « Prosodically conditioned articulatory variations: a review », *UCLA Working Papers in Phonetics* 97, p.1-73.

- Fowler, C.A., Sramko, V., Ostry, D.J., Rowland, S.A. et Hallé, P. (2008). « Cross language phonetic influences on the speech of French-English bilinguals », *Journal of Phonetics* 36, p. 649-663.
- Fuchs, S. et Perrier, P. (2003). « An EMMA/EPG study of voicing contrast correlates in German », *Proceedings of the 15th ICPHS*, Barcelone, p.1057-1060.
- Gao, J. (2015). *Interdependence between Tones, Segments and Phonation types in Shanghai Chinese acoustics, articulation, perception and evolution*, Thèse de doctorat en phonétique, Université de Paris 3, Sorbonne Nouvelle, Paris.
- Gao, J., Georgeton, L., Kamiyama, T. et Paillereau, N. (2013). « Étude inter-langues sur la production des voyelles focales et des voyelles moyennes du français en français langue étrangère (FLE) », *PPLC13: Phonetics, phonology, languages in contact Contact: varieties, multilingualism, second language learning*, Paris. <halshs-01075973>
- Georgeton, L., Paillereau, N., Landron, S., Gao, J. et Kamiyama, T. (2012). « Analyse formantique des voyelles orales du français en contexte isolé : à la recherche d'une référence pour les apprenants de FLE », in Besacier, L., Lecouteux, B., Sérasset, G. (éds), *Proceedings of the Joint Conference JEP-TALN-RECITAL 2012, volume 1 : JEP*, Grenoble, ATALA/AFCP, p.145-152.
- Girardet, J. et Cridlig, J.-M. (2000). *Panorama 1*, Clé international / HER.
- Girardet, J. et Cridlig, J.-M. (2001). *Panorama 1*, Clé international/VUEF.
- Girardet, J., Pécheur, J., Gibbe, C. et Parizet, M.-L. (2016). *Tendances AI*, Clé international.
- Goldman, J.-P. (2011). *EasyAlign: an automatic phonetic alignment tool under Praat* Proceedings of InterSpeech, Firenze, Italie.
- Goudailler, J.P. (1983). « Diverses possibilités de matérialisation du trait de voisement », *Revue d'Acoustique Hors Série 11e I.C.A. 4*, p.267-270.
- Goudin, Y. (2012). « Mais si, le taïwanais s'écrit ! », *Taiwan Today*, un site du Ministère des Affaires Etrangères, Taïwan (R.O.C.) : <http://taiwantoday.tw/ct.asp?xItem=192936&ctNode=203> [consulté le 28/09/2016]
- Guilbert, L., Lagane, R. et Niobey, G. (1986). *Grand Larousse de la langue française*, Larousse, Paris.
- Hagège, C. et Haudricourt, A (1978). *La Phonologie Panchronique : comment les sons changent dans les langues*, PUF, Paris.
- Halle, M. et Stevens, K.N. (1971). « A note on laryngeal features », *Quarterly Progress Report*, Research Laboratory of Electronics, MIT, 101, p.198-213.

- Hallé, P. et Adda-Decker, M. (2007). « Voicing assimilation in journalistic speech », in Trouvain, J. et Barry, W.J. (éds.), *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences*, Saarbrücken, p.493-496.
- Hallé, P. et Adda-Decker, M. (2011). « Voice assimilation in French obstruents: Categorical or gradient ? », in Goldsmith, J., Hume E. et Wetzels, L. (éds.), *Tones and features: A festschrift for Nick Clements*, De Gruyter, p. 149-175.
- Hardcastle, W. J. (1973). « Some observations on the Tense-Lax distinction in initial stops in Korean », *Journal of Phonetics*, 1, p.263-271.
- Harmegnies, B., Delvaux, V., Huet, K. et Piccaluga, M. (2005). « Oralité et cognition : pour une approche raisonnée de la pédagogie du traitement de la matière phonique », *Revue Parole* 34-35-36.
- Hillenbrand, J., Ingrisano, D.R., Smith, B.L. et Flege, J.E. (1984). « Perception of the voiced-voiceless contrast in syllable-final stops », *Journal of the Acoustical Society of America* 76 (1), p.18-26.
- Honda, K., Hirai, H., Masaki, S. et Shimada, Y. (1999). « Role of vertical larynx movement and cervical lordosis in F0 control », *Language and Speech* 42(4), p.401-411.
- House, A.S. et Fairbanks, G. (1953). « The influence of consonantal environments upon the secondary acoustical characteristics of vowels », *Journal of the Acoustical Society of America* 25, p.105–113.
- Hirst, D. et Di Cristo, A. (1998). « A survey of intonation systems », in Hirst, D. et Di Cristo, A. (éds.), *Intonation Systems: A Survey of Twenty Languages*, Cambridge University Press, p. 1-44.
- Hogan, J. et Rozsypal, A. (1980). « Evaluation of vowel duration as a cue for the voicing distinction in the following word-final consonant », *Journal of the Acoustical Society of America* 67, p. 1764-1771.
- Hsieh, W.-H. et Kuo, F.-L. (1999). « Preceding vowel duration as a cue to the voicing of word-final consonants », *Proceedings of the Sixteenth Conference of English Teaching and Learning in the Republic of China*, Wenhe chubanshi [The Crane Publishing Co., Ltd.], Taipei, p. 481-498.
- Hu, F. (2007). « Post-oralized nasal consonants in Chinese dialects », in Trouvain, J. et Barry, W.J. (éds.), *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhs)*, Saarbrücken, p. 1405-1408.
- Hu, F. (2008). « When ongoing historical sound change meets with social factors », in Warren P. (éd.), *LabPhon11 abstracts*, Wellington, p.57-58.
- Huang X.-F. 黃宣範 (1993). *語言社會與族群意識台灣語言社會學的研究* [yuyan shehui yu zuqunyishi - taiwan yuyan shehuixue de yanjiu] [Language, Society and Ethnic Identity –

Sociological Studies on Taiwan's Linguistics], Wenhe chubanshi [The Crane Publishing Co., Ltd.], Taipei.

Iwata, R. et Hirose, H. (1976). « Fiberoptic acoustic studies of Mandarin stops and affricates », *Annual Bulletin Research Institute of Logopedics and Phoniatics* 10, p.47-60.

Iwata, R., Sawashima, M., Hirose, H., Niimi, S. (1979). « Laryngeal adjustment of Fukienese stops: Initial plosives and final applosives », *Annual Bulletin RILP* 13, p. 61-81.

Jakobson, R., Fant, G. et Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speech Analysis: The distinctive features and their correlates*, Acoustics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Technical Report 13. (Re-published by MIT press, seventh edition, 1967).

Kamiyama, T. (2012). « Production des voyelles du français par des apprenants japonophones : effet du dialecte d'origine », *Conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012*, Grenoble. p.771-778. <halshs-00977582>

Kamiyama, T., Georgeton, L., Paillereau N., Brkan A. et Gao, J. (2012). « Corpus PhoDiFle : les voyelles orales isolées du français prononcées par des apprenants bosniaques, japonais, shanghaiens et tchèques », *Journées IPFC (Interphonologie du Français Contemporain) 2012*, Paris. <halshs-01075991>

Keating, P.A. (1984). « Phonetic and Phonological Representation of Stop Consonant Voicing », *Language* 60, p. 286-319.

Keating, P., Linker, W. et Huffman, M. (1983). « Patterns in allophone distribution for voiced and voiceless stops », *Journal of Phonetics* 11, p. 277-290.

Kern, R., Liddicoat, A. (2008). « De l'apprenant au locuteur/acteur », in Zarate, G., Levy, D., Kramsch, C. (éds.), *Précis du plurilinguisme et du pluriculturalisme*, Editions scientifiques EAC et GB, Paris, p. 27-33.

Keyser, S.J. et Stevens, K.N. (2006). « Enhancement and overlap in the speech chain », *Language* 82, p.33–62.

Kingston, J. et Diehl, R.L. (1994). « Phonetic knowledge », *Language*, p.419-454.

Kockaert, H.J. et Li, J.-Y. (2008). *Guide pratique de prononciation française pour des apprenants chinois*, L'Harmattan, Paris.

Kubler, C.C. (1988). « Code-switching between Taiwanese and Mandarin in Taiwan », in Cheng R.L et Huang, S. (éds.), *The structure of Taiwanese: A modern synthesis*, Wenhe chubanshi [The Crane Publishing Co., Ltd.], Taipei, p. 263-283.

Kuehn, D.P. et Moll, K. (1976). « A cineradiographic study of VC and CV articulatory velocities », *Journal of Phonetics* 4, p.303-320.

- Kuhl, P.K. (1991). « Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not », *Perception & Psychophysics* 50, p. 93-107.
- Kuhl, P.K. et Iverson, P. (1995). « Linguistic experience and the "perceptual magnet effect" », in Strange, W. (éd.), *Speech perception and linguistic experience : Issues in cross-language research*, York Press, Timonium, p. 121-154.
- Ladefoged, P. (1973). « The features of the larynx », *Journal of Phonetics* 3, p.74-83.
- Ladefoged, P. (1982). *A Course in Phonetics*, (2nd ed.), Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- Ladefoged, P. (1983), « The linguistic use of different phonation types », in Bless, D. et Abbs, J., (éds), *Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues*, College-Hill Press., San Diego, p.351-360.
- Ladefoged, P. (2001). *Vowels and consonants*, Blackwell Publishing, Oxford.
- Ladefoged, P. et Maddieson, I. (1996), *The Sounds of the World's Languages*, Blackwell Publishers, Oxford.
- Lado, R. (1957). *Linguistics across cultures: Applied linguistics for language teachers*, Presses de l'Université du Michigan, Ann Arbor.
- Landron, S. (2005). *Rapport de stage FLE, Institut Wenzao des langues étrangères, Taiwan*, Mémoire de Master 1, Université de Nantes.
- Landron, S. (2009). « Cours de français sur objectifs spécifiques : français philosophique pour débutants, récit d'une expérience à l'Alliance Française de Kaohsiung, Taiwan », in Dreyer, S., Juan, R. (éds.), *Le français, la francophonie et la francophilie en Asie-Pacifique, Spécificités et interrogations*, L'Harmattan, Paris, p.237-249.
- Landron, S., Paillereau, N., Nawafleh, A., Exare C., Ando, H. et Gao, J. (2010). « Le corpus PhoDiFLE : un corpus commun de français langue étrangère pour une étude phonétique des productions de locuteurs de langues maternelles plurielles », in Azzopardi, S. (éd.), *Cahiers de praxématique, Corpus, Données, Modèles*, 54-55, Montpellier, PULM, p. 73-86. URL : <http://praxématique.revues.org/1119>
- Landron, S., Amelot, A. et Pillot-Loiseau, C. (2016). « Comparaison des pourcentages de présence de barre de voisement sur les occlusives voisées du français /b, d/ entre trois apprenantes avancées d'origine taïwanaise et trois natives du français », in Rainer, F., Russo, M. et Sánchez Miret, F. (éds.), *Actes du XXVII^e Congrès international de linguistique et de philologie romanes (Nancy, 15-20 juillet 2013). Section 3 : Phonétique, phonologie, morphophonologie et morphologie.* Nancy, ATILF. <http://www.atilf.fr/cilpr2013/actes/section-3.html>

- Landron, S., Gao, J., Chang, Y.-C. et Tian, Y. (2016). « Les sinophones », in Detey, S., Racine, I., Kawaguchi, Y. et Eychenne, J. (éds.), *La prononciation du français dans le monde : du natif à l'apprenant*, Clé international, p.193-199.
- Laroy, C. (1995). *Pronunciation*, Oxford University Press.
- Lauret, B. (2007). *Enseigner la prononciation du français : questions et outils*, Hachette Livre, Paris.
- Lebel, J.-G. (1990). *Traité de correction phonétique ponctuelle*, Les Editions de la faculté des Lettres, Université de Laval.
- Lee, W.-S. et Zee, E. (2003). « The illustrations of the IPA - Standard Chinese (Beijing) », *Journal of International Phonetic Association* 33/1, p.109-112.
- Lee, W.-S. et Zee, E. (2014). « Chinese phonetics », in Huang, C.T.J., Li, Y.H.A. et Simpson, A. (éds.), *The Handbook of Chinese Linguistics*, John Wiley et Sons, Malden, p.369-400.
- Lehiste, I. (1970). *Suprasegmentals*, MIT Press, Cambridge.
- Léon, M. (2003). *Exercices systématiques de prononciation française*, Hachette Livre, Paris.
- Li, F. (2013). « The effect of speakers' sex on voice onset time in Mandarin stops », *Journal of the Acoustical Society of America* 133 (2), p. 142-147.
- Liao, S.J. (2005). « Interlanguage production of English stop consonants: A VOT analysis », M. A. thesis, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.
- Liberman, A.M., Harris, K.S., Hoffman, H.S. et Griffith, B.C. (1957). « The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries », *Journal of Experimental Psychology* 54 (5), p. 358–368.
- Lin, L.-L., Qiu, X.-Z, Zhang, B.-L., Zhang, H.-L., Jiang, C.-Q., Jiang, C.-Q. et Yeh, T.-M. (2012). *Study-travel in Taiwan*, Fu Jen Catholic University, New-Taipei.
- Lin, Y.-H. (1988). « Nasal Segments in Taiwanese Secret Language », *Arizona Phonology Conference I*, University of Arizona, Tucson, p. 60-74.
- Lin, Y.-H. (1989). *Autosegmental Treatment of Segmental Processes in Chinese Phonology*, Thèse de doctorat, Université du Texas, Austin.
- Lin, Y.-H. (2007). *The Sounds of Chinese*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lisker, L. (1984). « How Is the Aspiration of English /p, t, k/ 'Predictable'? », *Language and Speech* 27.4, p. 391-394.
- Lisker, L. (1986). « “Voicing” in English: a catalogue of acoustic features signaling /b/ versus /p/ in trochees », *Language and Speech* 29, p. 3-11.

- Lisker, L. et Abramson, A.S. (1964). « A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops : Acoustical Measurements », *Word* 20, p.384-422.
- Lisker, L. et Abramson, A.S. (1965). « Stop categorisation and voice onset time », in Bethge, W. et Zwinger, E. (éds.), *Proceedings of the fifth International Congress of Phonetic Sciences*, Münster, p. 389-391, / S. Karger, Basel/New York.
- Lisker, L. et Abramson, A.S. (1967). « Some effects of context on voice onset time in English stops », *Language and Speech* 10, p. 1-28.
- Löfqvist, A., Baer, T., McGarr, N. et Story, R.S. (1989). « The cricothyroid muscle in voicing control », *Journal of the Acoustical Society of America* 85, p.1314-1321.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2014). *Totem 1*, Hachette Livre, Paris.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2016). *Texto 1*, Hachette Livre, Paris.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2016). *Texto 2*, Hachette Livre, Paris.
- Lyu, D.-C., Yang, B.-H., Liang, M.-S., Lyu, R.-Y. et Hsu, C.-N. (2002). « Speaker Independent Acoustic Modeling for Large Vocabulary Bi-lingual Taiwanese/Mandarin Continuous Speech Recognition », in *Proceedings of Australian International Conference on Speech Science and Technology (SST)*, Melbourne, p.28-33.
- Lyu, D.-C., Lyu, R.-Y., Chiang, Y.-C. et Hsu, C.-N. (2005). « Modeling Pronunciation Variation for Bi-Lingual Mandarin/Taiwanese Speech Recognition », *International Journal of Computational Linguistics and Chinese Language Processing*, Vol. 10, No. 3, p. 363-380.
- Lyu, D.-C., Lyu, R.-Y., Chiang, Y.-C. et Hsu, C.-N. (2006). « Speech Recognition on Code-Switching Among the Chinese Dialects », in *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Toulouse.
- MacKain, K.S. (1982). « Assessing the role of experience on infants' speech discrimination », *Journal of Child Language* 9, p. 527-542.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of Sounds*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Maddieson, I. (1996). « Phonetic universals », *UCLA Working Papers in Phonetics*, p.160-178.
- Maheo-Le Cohadic, M., Poisson-Quinton, S. et Vergne-Sirieys, A. (2005). *Festival 1*, Clé international.
- Major, R. C. (1987). « Phonological similarity, markedness, and rate of L2 acquisition », *Studies in Second Language Acquisition* 9, p. 63-82.
- Malécot, A. (1955). « An experimental study of force of articulation », *Studia Linguistica* 9, p. 35-44.
- Malécot, A. (1966). « The effectiveness of intra-oral air-pressure-pulse parameters in distinguishing between stop cognates », *Phonetica* 14, p. 65-81.

- Martin, P. (1998). « WinPitch Language Teaching, Easy Learning (LTEL) : Un outil multimédia pour faciliter l'apprentissage de l'oral en langue seconde », en collaboration avec Germain, A., *Conférence virtuelle sur les applications des NTIC dans l'enseignement du FLE*. <http://ciffad.francophonie.org/CONFFLE/RESSOURCES/contrib-martin.html>
- Martin, P. (2008). *Phonétique acoustique*, Armand Colin, Paris.
- Martin, P. (2009). *Intonation du français*, Armand Colin, Paris.
- Martin, P., Séminaire de linguistique comparée du chinois et du français, Université de Paris 7, <http://www.linguist.univ-paris-diderot.fr/cours.html>
- MATLAB and Statistics Toolbox Release 2010a, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, Etats-Unis.
- Menand, R. (2003). *Taxi 2*, Hachette Livre, Paris.
- Menand, R. (2009). *Le Nouveau Taxi ! 2*, Hachette Livre, Paris.
- Mérieux, R., Lainé, E. et Loiseau, Y. (2009). *Latitudes 2*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2004). *Connexions 1*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2004). *Connexions 2*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2008). *Latitudes 1*, Didier, Paris.
- Meynadier, Y. (2013). « Le voisement sans voix : production et perception », Présentation SRPP au Laboratoire de Phonétique et de Phonologie, Université de Paris 3, Sorbonne Nouvelle.
- Meynadier, Y. et Gaydina, Y. (2012). « Contraste de voisement en parole chuchotée », in Besacier, L., Lecouteux, B., Sérasset, G. (éds), *Proceedings of the Joint Conference JEP-TALN-RECITAL 2012, volume 1 : JEP*, Grenoble, ATALA/AFCP, p. 361–368.
- Meynadier, Y. et Gaydina, Y. (2013). « Aerodynamic and durational cues of phonological voicing in whisper », *Proceedings of the 14th Interspeech*, Lyon., p.335-339. <hal-01211117>
- Meynadier, Y., Dufour, S. et Gaydina, Y. (2013). « Duration as perceptual voicing cues in whisper », *Abstract booklet 6th Phonetics and Phonology in Iberia Conference*, Lisbonne. <hal-01211116>
- Ministère de l'information de la République de Chine (Taiwan) (2008). *Coup d'œil sur le République de Chine*, Ministère de l'information, Taiwan.
- Moeller, J., et Fischer, J.F. (1904). « Observation on the action of the cricothyroideus and thyroarytenoideus internus », *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology* 13, p.42-46.
- Monnerie, A. (1992). *Bienvenue en France 1*, Hatier / Didier.

- Montrul, S., Dias, R. et Santos, H. (2011). « Clitics and object expression in the L3 acquisition of Brazilian Portuguese : Structural similarity matters for transfer », *Second Language Research* 27, p. 21-58.
- Nakajima, M. (1973). « Fukkengo no tooshiin ni tsuite » [The Initial s in Kukien dialect], *Journal of Asian and African Studies* 6, p. 75-104.
- Norman, J. (1988). *Chinese*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ohala, J.J. (1972). « How is pitch lowered? », *The Journal of the Acoustical Society of America* 52, p. 124-124.
- Ohala, J.J. (1983). « The origin of sound patterns in vocal tract constraints », in MacNeilage, P.F. (éd.), *The production of speech*, Springer Verlag, New York, p. 189-216.
- Ohala, J.J. (1997). « Aerodynamics of phonology », *Proceedings of the 4th Seoul International Conference on Linguistics [SICOL]*, Séoul, p. 92-97.
- Ohala, J.J. (2011). « Accommodation to the Aerodynamic Voicing Constraint and its Phonological Relevance », *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences, 2011*, Hong Kong, p.64-67.
- Ohala, J.J. et Riordan, C.J. (1979). « Passive vocal tract enlargement during voiced stops », in Wolf, J.J. et Klatt, D.H. (éds.), *Speech communication papers*, Acoustical Society of America, New York, p.89-92.
- Paillereau, N., Landron, S., Georgeton, L. (2012). « Coder les voyelles médianes du français en vue de productions isolées ou de non-mots : enjeux et utilisation », In Colloque : *La linguistique de corpus à l'heure de la confrontation entre concepts, techniques et applications*, Bordeaux.
- Passeport, F. (2014). *Progrès de prononciation chez des apprenants débutants en FLE en contexte d'apprentissage non imitatif, analyse acoustique comparée des voyelles isolées des apprenants et de natifs (corpus PhoDiFLE) et réflexions autour de l'approche Silent Way*, Mémoire de Master, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Pennington, M.C. et Ku, P.-Y. (1993). « Realization of English Final Stops by Chinese Speakers », *RELC Journal* 24(2), p. 29-48.
- Peterson, G.E. et Lehiste, I. (1960). « Duration of syllable nuclei in English », *Journal of the Acoustical Society of America* 32, p.693-703.
- Poisson-Quinton, S. et Sala, M. (2000). *Initial 2*, Clé international/HER.
- Poisson-Quinton, S. et Sala, M. (2002). *Initial 1*, Clé international/VUEF.
- Polivanov, E. (1931). « La perception des sons d'une langue étrangère », *Travaux du Cercle Linguistique de Prague* 4, p. 79-96.

- Polka, L. (1991). « Cross-language speech perception in adults : Phonemic, phonetic and acoustic contributions », *Journal of the Acoustical Society of America* 89.
- Port, R. et Dalby, J. (1982). « Consonant/vowel ratio as a cue for voicing in English », *Perception and Psychophysics* 32, p. 141-152.
- Pulleyblank, D. (1983). « Vowelless Chinese? An application of the three tiered theory of syllable structure to Pekingese », Paper presented at the XVI International Conference on Sino-Tibetan Languages and Linguistics, at the University of Washington.
- Qin, Z. (2009). *The Production and Perception of French initial stops by Wu and Mandarin Speakers*, Mémoire de Master, The Chinese University of Hong Kong.
- Raphael, L. (1972). « Preceding vowel duration as a cue to the perception of the voicing characteristic of word-final consonants in American English », *Journal of the Acoustical Society of America* 51, p. 1296-1303.
- Repp, B. (1978). « Perceptual integration and differentiation of spectral cues for intervocalic stop consonants », *Perception and Psychophysics* 24, p. 471-485.
- Repp, B. (1979). « Relative amplitude of aspiration noise as a voicing cue for syllable-initial stop consonants », *Language and Speech* 22, 173–189.
- Rey, A. (dir.) (2001). *Le Grand Robert de la langue française*, Dictionnaires Le Robert, 2001.
- Ridouane, R., Audibert, N. et Nguyen, V.M. (2012). « Les ajustements laryngaux en français », in Besacier, L., Lecouteux, B. et Sérasset, G. (éds), *Proceedings of the Joint Conference JEP-TALN-RECITAL 2012, volume 1 : JEP*, Grenoble, ATALA/AFCP, p. 249-256.
- Rochet, B.L. et Fei, Y. (1991). « Effect of Consonant and Vowel Context on Mandarin Chinese VOT: Production and Perception », *Canadian Acoustics* 19, 4.
- Rossi, M. (1980). « Le français, langue sans accent ? », *Studia Phonetica* 15, p.13-51.
- Rousselot, P. J. (1901). *Principes de phonétique expérimentale*, Welter, Paris.
- Saerens, M., Serniclaes, W. et Beeckans, R. (1988). « Contributions relatives des indices acoustiques et des facteurs contextuels à la perception du trait de voisement des occlusives du français dans la parole spontanée », 17^{ème} journée d'études sur la parole, JEP, Nancy.
- Saerens, M., Serniclaes, W. et Beeckans, R. (1989). « Acoustic versus contextual factors in stop voicing perception in spontaneous French », *Language and Speech* 32, p.291-314.
- Saillard, C. (2003). « Les langues chinoises en contact : quelles conséquences fonctionnelles », Atelier 45 *Langues en contact*, Communication au 1^{er} Congrès du Réseau Asie, Centre de Conférences du Ministère des Affaires Etrangères, Paris.
- SAMPA, <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/french.htm>, UCL Phonetics and Linguistics, University College London.

Shimizu, K. (2011). « A study on VOT of initial stops in English produced by Korean, Thai and Chinese speakers as L2 learners », in Lee W.-S. et Zee E. (éds.), *Proceedings of the 17th International Conference of Phonetic Sciences*, Hong Kong, p. 1818-1821.

Saussure de, F. (1916) [réédition de 1972]. *Cours de linguistique générale*, Payot, Paris.

Segui, J. (1993). « Surdité phonologique et perception du langage », *Revue de Neuropsychologie* 4 (3), p. 397-406.

Segui, J., Hallé, P. (2001). « Connaître pour percevoir : Le rôle des contraintes phonotactiques dans la perception de la parole », *Revue de Neuropsychologie* 11, p. 323-335.

Serniclaes, W. (1984). « Fenêtre de prélèvement temporel des indices d'occlusives », *Actes des 13^{ mes} J.E.P.*, Bruxelles, p.69-78.

Serniclaes, W. (1987). *Etude expérimentale de la perception du trait de voisement des occlusives du français*, Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles.

Shelley-Hsieh, C.-Y. (2005). « Taiwanese Loanwords in Mandarin Chinese: Language Interaction in Taiwan », *Taiwan papers* 5.

Simon, P. (1967). *Les consonnes françaises : mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocin matographie*, Klincksieck, Paris (Thèse de doctorat, Université de Strasbourg).

Singleton, D. et O'Laoire, M. (2006). « Psychotypology and the 'L2 factor' in crosslexical interaction: An analysis of English and Irish influence in learner French », in Bendtsen, M., Björklund, M, Fant, C et Forsman, L. ( ds.), *Spr k, l rande och utbildning i sikte*, Faculty of Education,  bo Akademi, Vasa, p. 191-205.

Slis, I.H. (1986). « Assimilation of voice in Dutch as function of stress, word boundaries, and sex of speaker and listener », *Journal of Phonetics* 14, p. 311-326.

Smith, B.L. (1977). « Effects of vocalic context, place of articulation and speaker's sex on « voiced » stop consonant production », Paper presented at West Coast Phonetics Symposium, March 1977, Santa Barbara, Californie.

Sock, R. (1998). *Organisation temporelle en production de la parole :  mergence de catégories sensori-motrices phonétiques*, Thèse de doctorat, Presses universitaires du Septentrion, Université Stendhal, Grenoble III.

Sossouvi, L.-F. (2014). « Quelques aspects d'influence translinguistique dans la production orale d'apprenants taiwanais de FLE : l'anglais comme possible langue de référence ? », *Encuentro, Revista de investigación e innovación en la clase de idiomas* 23, p. 152-166.

Stevens, K.N. (1972). « The quantal nature of speech: Evidence from articulatory-acoustic data », in Denes, P.B. et David Jr., E.E. ( ds.), *Human communication: A unified view*, McGraw Hill, New York, p.51-66.

- Stevens, K.N. (1977). « Physics of laryngeal behavior and larynx modes », *Phonetica* 34, p.264-279.
- Stevens, K.N. (1991). « Vocal-fold vibration for obstruent consonants », in Gauffin, J. et Hammarberg, B. (éds.), *Vocal Fold Physiology*, Singular, San Diego, p. 29-36.
- Stevens, K.N. (1999). *Acoustic phonetics*, MIT Press, Cambridge.
- Stevens, K.N. (2004). « Invariance and Variability in Speech: Interpreting Acoustic Evidence », in Proceedings from *From Sound to Sense: 50+ Years of Discoveries in Speech Communication*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, p. B77-B85.
- Stevens, K.N. et Keyser, S., J. (2010). « Quantal theory, enhancement and overlap », *Journal of Phonetics* 38, p.10-19.
- Straka, G. (1963). « La division des sons du langage entre voyelles et consonnes peut-elle être justifiée ? », *Travaux de Linguistique et de Littérature de Strasbourg* 1, p.17-99.
- Strange, W. (1986). « Speech input and the development of speech perception », in Kavanagh, J. (éd.), *Otitis Media and Child Development*, Parkton, York, p. 12-26.
- Su, L.-W. (2011). *Les erreurs phonologiques en français des étudiants taiwanais débutants : analyse et propositions de correction*, Mémoire de Master 1, Université Stendhal, Grenoble 3.
- Suen, C.-Y. et Beddoes. M.P. (1974). « The silent interval of stop consonants », *Language and Speech* 17, p.126-134.
- Summerfield, Q. (1975). « Cues, contexts and complications in the perception of voicing contrasts », *Speech Perception, Prog. Rep. Dept of Psychol.*, The Queen's University of Belfast, 4, p. 99-129.
- Summerfield, Q. et Haggard, M. (1977). « On the dissociation of spectral and temporal cues to the voicing distinction in initial stop consonants », *Journal of the Acoustical Society of America* 62, p. 435-448.
- Sung, M.M.Y. (1973). « A study of literary and colloquial Amoy Chinese », *Journal of Chinese Linguistics* 1, p. 414-436.
- Trubetzkoy, N.S. (1939). *Grundzüge der Phonologie*, TCLP7, Prague.
- Trubetzkoy, N.S. (1967). *Principes de phonologie*, traduction de *Grundzüge der Phonologie*, traduit par Cantineau, J., Editions Klincksieck, Paris, 2^{ème} édition (1^e éd. 1949).
- Tsai, S.-L., Yang, S.-J. et Monier, I. (2004). *Vis-à-vis*, Cave books, Taipei.
- Vaissière, J. (1982). « Utilisation des paramètres suprasegmentaux en reconnaissance automatique de la parole comme aide à la segmentation », in Di Cristo, A., Haton, J.-P., Rossi, M. et Vaissière, J. (éds.), *Prosodie et reconnaissance automatique de la parole*, Groupement des Acousticiens de Langue Française, p. 123-139.

- Vaissière, J. (1988). « Prediction of velum movement from phonological specifications », *Phonetica* 45, p.122-139.
- Vaissière, J. (1991). « Rythm, accentuation and final lengthening in French », in Sundberg, J., Nord, L. et Carlson, R. (éds.), *Music, Language, Speech and Brain*, Macmillan Press, p.108-120.
- Vaissiere, J. (1997). « Phonological use of the larynx: a tutorial », *Larynx* 97, 1994, Marseille, p.115-126. <halshs-00703584>
- Vaissière, J. (2001). *Changements de sons et changements prosodiques : du latin au français*. Revue Parole 17/18/19, *Parole spontanée* II, p.53-88.
- Vaissière, J. (2006). *La phonétique*, Presses Universitaires de France, Paris.
- Vaissiere, J. (2010). « Le français, langue à frontières par excellence ». <halshs-00456280>
- Vaissière, J. (2016). *Cleanaccent@: applying phonetic knowledge for learning languages, applications mobiles Apple et web*.
- Vaissière, J. Cours de SL444, Laboratoire de Phonétique et de Phonologie, Université Paris 3, Sorbonne Nouvelle, Paris.
- Van den Berg, J.W. (1958). « Myoelastic-aerodynamic theory of voice production », *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 1, p.227-244.
- Wachs, S. (2011). « Tendances actuelles en enseignement de la prononciation du français, langue étrangère (FLE) », *Revista de Lenguas Modernas* 14, p.183-196.
- Wajskop, M. et Sweerts, J. (1973). « Voicing cues in oral stop consonants », *Journal of Phonetics* 1, p. 121-130.
- Wajskop, M. (1979). « Segmental durations of French intervocalic plosives », in Lindblom, B. et Öhman, S. (éds.), *Frontiers of Speech Communication Research*, Academic Press, Londres, p. 109-123.
- Wan, I-P., Jaeger, J. (2003). « The Phonological Representation of Taiwan Mandarin Vowels : A Psycholinguistic Study », *Journal of East Asian Linguistics* 12, 3, Springer, p. 205-257.
- Wang, J.Z. (1993). *The Geometry of Segmental Features in Beijing Mandarin*, Thèse de doctorat, University of Delaware.
- Wang, H.S. et Wu, J.-C. (2001). « The Effect of Vowel Duration on the Perception of Postvocalic Voiced/Voiceless Consonants », *Concentric: Studies in English Literature and Linguistics* 27 (2), p. 35-52.
- Wardrip-Fruin, C. (1982). « On the status of temporal cues to phonetic categories : Preceding vowel duration as a cue to voicing in final consonants », *Journal of the Acoustical Society of America* 71, p. 187-195.

- Weinberger, S. (1987). « The influence of linguistic context of syllable structure simplification », in Ioup, G. et Weinberger, S. (éds.), *Interlanguage Phonology*, Newbury House, Rowley, p. 401-418.
- Weinreich, U. (1953). *Languages in contact, findings and problems*, Linguistic Circle of New York, New York.
- Werker, J.F. et Tees, R.C. (1984). « Phonemic and phonetic factors in adult cross-language speech perception », *Journal of the Acoustical Society of America* 75, p.1866-1878.
- Westbury, J.R. (1983). « Enlargement of the supraglottic cavity and its relation to stop consonant devoicing », *Journal of the Acoustical Society of America* 73, p.1322-1336.
- Westbury, J.R. et Keating, P.A. (1986). « On the Naturalness of Stop Consonant Voicing », *Journal of Linguistics* 22, p.145-166.
- Williams, L. (1977). « The voicing contrast in Spanish », *Journal of Phonetics* 5, p. 169-184.
- Williams, G. (dir.). (2005). *La linguistique de corpus*, Presses Universitaires de Rennes.
- Wioland, F. (1991). *Prononcer les mots du français : des sons et des rythmes*, Hachette, Paris.
- Wu, Y. (1994). *Mandarin Segmental Phonology*, Thèse de doctorat, University of Toronto.
- Yang, H.-Y. (2009). *Pour une approche interculturelle des transferts méthodologiques en didactique des langues – Application à l’enseignement du FLE en contexte taiwanais*, Thèse de doctorat, Université de Nantes.
- Yang-Drocourt, Z. (2007). *Parlons chinois*, l’Harmattan, Paris.
- Yeh, T.-M., Liu, M.-M, Pan, L.-T. et Lin, C.-H. (2005). *Far East Everyday Chinese, Book 1*, The Far East Book Co., Ltd., Taipei.
- Young, R. (1986). *Language Maintenance and Language Shift Among the Chinese on Taiwan*, Wenhe chubanshi [The Crane Publishing Co., Ltd.], Taipei.
- Zhang, F.-C. et Yin, P.-P. (2009). « A study of pronunciation problems of English learners in China », *Asian Social Science* 5, p. 141–146.
- Zhang, Z.-H. (1989). *臺灣閩南方言記略* [A Sketch of the Minnan Dialect of Taiwan], Wenshizhe Press (文史哲出版社), Taipei.

ANNEXES

Document 1 : Bibliographie des manuels de FLE cités

Alcaraz, M., Braud, C., Calvez, A., Cornuau, G., Jacob, A., Pinson, C. et Vidal, S. (2016). *Edito*, Didier.

Baglieto, D., Girardeau B. et Mistichelli, M. (2011). *Agenda 1*, Hachette Livre, Paris.

Baglieto, D., Girardeau B., Magne, M. et Mistichelli, M. (2011). *Agenda 2*, Hachette Livre, Paris.

Beacco di Giura, M., Jennepin, D., Kaneman-Pougatch, M. et Trevisi, S. (2003). *Café Crème 1*, Hachette Livre, Paris.

Berthet, A., Daill, E., Hugot, C., Kizirian, V.M. et Waendendries, M. (2012). *Alter Ego + 1*, Hachette Livre, Paris.

Berthet, A., Daill, E., Hugot, C., Kizirian, V.M. et Waendendries, M. (2012). *Alter Ego + 2*, Hachette Livre, Paris.

Berthet, A., Hugot, C., Kizirian, V.M., Sampsonis, B. et Waendendries, M. (2006). *Alter Ego 1*, Hachette Livre, Paris.

Berthet, A., Hugot, C., Kizirian, V.M., Sampsonis, B. et Waendendries, M. (2006). *Alter Ego 2*, Hachette Livre, Paris.

Capelle, G. et Menand, R. (2003). *Taxi 1*, Hachette Livre, Paris.

Capelle, G. et Menand, R. (2009). *Le Nouveau Taxi ! 1*, Hachette Livre, Paris.

Charliac, L., Le Bougnec, J.-T., Loreil, B. et Motron, A.-C. (2003). *Phonétique progressive du Français avec 400 exercices, niveau débutant*, CLE international.

Charliac, L. et Motron A.-C. (1998). *Phonétique progressive du français avec 600 exercices*, CLE International.

Chaubet, P. (2001). *Sens et sons 2 (Saucisson ?) : Sept grands pièges de la prononciation du français*, Zhong Yang 中央, Taipei.

Girardet, J. et Cridlig, J.-M. (2000). *Panorama 1*, Clé international/HER.

Girardet, J. et Cridlig, J.-M. (2001). *Panorama 1*, Clé international/VUEF.

Dominique, P., Girardet, J., Verdelhan, M. et Verdelhan, M. (1998). *Le Nouveau Sans Frontières*, Clé international.

- Dubois, A.-L. et Lerolle M. (2008). *Scénario 1*, Hachette Livre, Paris.
- Girardet, J., Pécheur, J., Gibbe, C. et Parizet, M.-L. (2016). *Tendances A1*, Clé international.
- Léon, M. (2003). *Exercices systématiques de prononciation française*, Hachette Livre, Paris.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2014). *Totem 1*, Hachette Livre, Paris.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2016). *Texto 1*, Hachette Livre, Paris.
- Lopès, M.-J. et Le Bougnec, J.-T. (2016). *Texto 2*, Hachette Livre, Paris.
- Maheo-Le Cohadic, M., Poisson-Quinton, S. et Vergne-Sirieys, A. (2005). *Festival 1*, Clé international.
- Menand, R. (2003). *Taxi 2*, Hachette Livre, Paris.
- Menand, R. (2009). *Le Nouveau Taxi ! 2*, Hachette Livre, Paris.
- Mérieux, R., Lainé, E. et Loiseau, Y. (2009). *Latitudes 2*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2004). *Connexions 1*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2004). *Connexions 2*, Didier, Paris.
- Mérieux, R. et Loiseau, Y. (2008). *Latitudes 1*, Didier, Paris.
- Monnerie, A. (1992). *Bienvenue en France 1*, Hatier / Didier.
- Poisson-Quinton, S. et Sala, M. (2000). *Initial 2*, Clé international/HER.
- Poisson-Quinton, S. et Sala, M. (2002). *Initial 1*, Clé international/VUEF.
- Tsai, S.-L., Yang, S.-J. et Monier, I. (2004). *Vis-à-vis*, Cave books, Taipei.

Document 2 : Questionnaire natifs (PhoDiFLE)

- | Date | Initiales: | Age: |
|-------|---|-------|
| 1. | Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) | _____ |
| 2. | Quel diplôme préparez-vous ? | _____ |
| 2bis. | Votre dernier diplôme ? | _____ |
| 3. | Quelle est votre langue maternelle ? | _____ |
| | Celle de votre père ? | _____ |
| | Celle de votre mère ? | _____ |
| 4. | Dans quelle région votre mère a-t-elle grandi ? | _____ |
| | Dans quelle région votre père a-t-il grandi ? | _____ |

5. Dans quels pays (précisez la région) avez-vous vécu jusqu'à présent ? Pendant combien de temps ? Indiquez dans l'ordre chronologique. Si vous avez vécu dans plusieurs régions du même pays, indiquez plusieurs entrées.

PAYS - REGION

Durée (en mois/ années)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

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

Langue Nombre d'années d'étude Estimation de vos compétences

Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé

	Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
_____	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

Document 3 : Questionnaire non-natifs (PhoDiFLE)

Date :

Initiales:

Age:

1. Niveau d'étude (par exemple, année scolaire en cours) _____

2. Quel diplôme préparez-vous ? _____

2bis. Votre dernier diplôme ? _____

3. Quelle est votre langue maternelle ? _____

Celle de votre père ? _____

Celle de votre mère ? _____

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 ? _____

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

école primaire collège lycée université cours privés

école de langue seul(e) autre _____

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

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 ? _____

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 _____

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

Encerclez un chiffre de 1 = niveau débutant à 5 = niveau avancé

	Parlé	Prononciation	Compris	Ecrit	Lu
_____	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 _____

Document 4 : Texte lu du Corpus PhoDiFLE

Il était une fois deux frères, Paul et Jean. Paul était un jeune pêcheur, pauvre et gentil. Mais son frère Jean était méchant, voleur et jaloux. Les deux frères habitaient un ancien quartier de la capitale vietnamienne. A cette époque, il n'y avait pas de sel au Viêt-Nam. Un jour, Paul rencontra un personnage mystérieux. Ce personnage lui donna une cruche magique et magnifique. Cette cruche produisait du sel. Pour s'en servir, il fallait dire une formule magique. Pour l'arrêter, il fallait dire une autre formule. Grâce à ce cadeau, Paul devint riche. Jean voulut découvrir le secret de cette richesse. Alors, il se mit à suivre discrètement et à épier son frère. Puis il lui vola la cruche avec la formule pour la faire fonctionner. Jean emporta la cruche sur son bateau et quand il fut loin du village, il s'en servit. Celle-ci lui donna bien du sel, mais comme Jean ne connaissait pas la formule magique pour l'arrêter, la cruche continua d'en créer. Et elle en produit maintenant sans arrêt. Voilà pourquoi la mer est salée.

Document 5 : Phrases lues du Corpus PhoDiFLE

- 1- Il a peint les murs en bleu et la porte en vert.
- 2- Je voudrais une tasse de thé et un verre d'eau, s'il vous plaît.
- 3- Il est allé au marché pour acheter du pain, du beurre, du lait, des pommes et des bonbons pour sa fille.
- 4- Ils ont passé leur lune de miel à Paris. Ils ont visité tous les musées et ils ont vu tous les ponts de Paris.
- 5- C'est un beau livre, il se lit facilement. Si tu veux le lire, je te le prête.
- 6- Le gâteau que tu as fait est délicieux.
- 7- Vous devez partir à onze heures pile. Sinon, vous allez manquer le train.
- 8- Ils ont une fille, deux garçons et ils attendent un bébé.
- 9- J'ai peur de cet examen, je n'ai pas pu réviser cette matière car j'étais un peu fatigué.
10. Il s'appelle Louis.
11. C'est elle, pas lui.

Document 6 : Texte du *Powerpoint* d'entraînement à la tâche de lecture des voyelles isolées

Diapositive 1

Voyelles isolées - entraînement

Entraînez-vous

Diapositive 2

Consignes générales pour la lecture :

Lire ni trop lentement <son>¹⁰⁰ ni trop rapidement <son>.

Lire chaque phrase d'une façon continue.

Lire chaque phrase d'abord dans sa tête avant de la lire à haute voix pour éviter une lecture trop hâtive.

Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Diapositive 3

¹⁰⁰ L'indication « <son> » signifie ici qu'un son est inséré à cet emplacement comme exemple pour le locuteur.

Consignes spécifiques pour ce corpus

Les phrases qui vous seront proposées sont construites de la manière suivante :

Exemple : **Ville**, il a dit <i> comme dans ville <son>

La voyelle qui apparaît entre crochets est celle du mot de référence qui apparaît au début et à la fin de la phrase. Détachez bien cette voyelle du mot précédant et suivant.

Essayez de lire cette phrase et on vous dira si vous avez bien compris le fonctionnement.

Diapositive 4

Entraînez-vous en écoutant et lisant les phrases suivantes :

Mère, il a dit <è> comme dans mère. <son>

Cœur, il a dit <oeu> comme dans cœur. <son>

Blé, il a dit <é> comme dans blé. <son>

Bon, il a dit <on> comme dans bon. <son>

Lin, il a dit <in> comme dans lin.¹⁰¹ <son>

Diapositive 5

La lecture du corpus peut maintenant commencer. Elle va durer environ 5 minutes.

MERCI

Document 7 : Texte du *Powerpoint* d'entraînement à la tâche de lecture des logatomes

Diapositive 1

Consonnes et Voyelles en contexte - entraînement

Entraînez-vous

Diapositive 2

Consignes générales pour la lecture :

Lire ni trop lentement <son>¹⁰² ni trop rapidement <son>.

¹⁰¹ (Cette note n'apparaît pas sur le *Powerpoint*) « Lin » a été introduit pour permettre de faire remarquer aux locuteurs sinophones qu'il s'agit de la voyelle nasale, et non pas de /lin/ tel qu'il existe en chinois et est transcrit en pinyin

¹⁰² L'indication « <son> » signifie ici qu'un son est inséré à cet emplacement comme exemple pour le locuteur.

Lire avec un débit normal <son>.

Lire chaque phrase d'une façon continue.

Lire chaque phrase d'abord dans sa tête avant de la lire à haute voix pour éviter une lecture trop hâtive.

Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Diapositive 3

Consignes spécifiques pour ce corpus

Les phrases qui vous seront proposées contiennent des mots inexistant.

Exemples de mot inexistant : dédedéde <son>, goeugoeugoeugue <son>

Pour lire ce mot inventé, appliquez les règles de lecture telles que vous les avez apprises pour des mots existants. Détachez bien ce mot du mot précédant et du suivant.

Dans les mots inventés, ne lisez pas le dernier <e>. Exemple : le mot « dédedéde » doit être lu <son> en non pas <son>

Diapositive 4

Exemple d'une diapositive

[ε] Symbole phonétique de la voyelle <è>

Voyelle <è>













Dessins des mots existants qui contiennent la voyelle <è>

Le mot **sèssèssesse** peut bien coller.

Mot inexistant










Diapositive 5

Comment dois-je lire la voyelle ? A quel son correspond-t-elle ?

Voyelle (graphème)	Mot inexistant avec la voyelle	Symbole phonétique de la voyelle	Mots existants avec cette voyelle	Dessins correspondant aux mots
<i>	bibibibe 	[i]	Lit, six, mille 	
<é>	tététète 	[e]	Thé, blé, fée 	
<è>	mèmèmème 	[ɛ]	Sel, mer, pelle, sept, treize 	
<a>	papapape 	[a]	Rat, chat, quatre 	










Diapositive 6

Comment dois-je lire la voyelle ? A quel son correspond-t-elle ?

Voyelle (graphème)	Mot inexistant avec la voyelle	Symbole phonétique de la voyelle	Mots existants avec cette voyelle	Dessins correspondant s aux mots
<u>	tututute 	[y]	Lune, flûte 	
<eu>	peupeupe 	[ø]	Feu, bleu, deux 	
<œu>	goeugoeuegue 	[œ]	Beurre, cœur, neuf 	




Diapositive 7

Comment dois-je lire la voyelle ? A quel son correspond-t-elle ?

Voyelle (graphème)	Mot inexistant avec la voyelle	Symbole phonétique de la voyelle	Mots existants avec cette voyelle	Dessins correspondant s aux mots
<ou>	vouvouvoue 	[u]	Loup, roue, douze 	
<au>	paupaupa 	[o]	Seau, pot, veau 	
<o>	tototote 	[ɔ]	Pomme, coq, porc 	

Diapositive 8

Comment dois-je lire la voyelle ? A quel son correspond-t-elle ?

Voyelle (graphème)	Mot inexistant avec la voyelle	Symbole phonétique de la voyelle	Mots existants avec cette voyelle	Dessins correspondant s aux mots
<in>	tintintinte	[ɛ̃]	Vin, pain, cinq, vingt	
<an>	kankankanke	[ɑ̃]	Dent, banc, vent, cent	
<on>	tontontonte	[ɔ̃]	Pont, bonbon, onze	

Diapositive 9

D'autres exemples :

Le mot vinvinvinve peut bien coller

La suite <in> dans le mot inventé <vinvinvinve > correspond à la voyelle du mot "vin"

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Attention : lisez toujours le mot inexistant comme un seul mot; n'en faites pas 3 mots détachés (ne le syllabifiez pas)

Diapositive 10

Un autre exemple :

Le mot boeuboeuboeube peut bien coller

La suite <oeu> dans le mot inventé <boeuboeuboeube > correspond à la voyelle du mot "coeur"

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 11

Un autre exemple :

Le mot beubeubeube peut bien coller

La suite <eu> dans le mot inventé <beubeubeube> correspond à la voyelle du mot "feu"

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 12

Un autre exemple :

Le mot baubaubaube peut bien coller

La suite <au> dans le mot inventé <baubaubaube> correspond à la voyelle du mot “seau”

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 13

Un autre exemple :

Le mot bobobobe peut bien coller

La voyelle <o> dans le mot inventé <bobobobe> correspond à la voyelle du mot “pomme”

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 14

Un autre exemple :

Le mot joujoujouje peut bien coller

La suite <ou> dans le mot inventé <joujoujouje> correspond à la voyelle du mot “roue”

Attention, la consonne <j> de ce mot se lit /ʒ/ comme dans le mot “Jean”

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 15

Un autre exemple :

Le mot guiguiguie peut bien coller

La suite <gui> dans le mot inventé <guiguiguie> correspond à la voyelle du mot “lit”

Attention : la consonne <g> de ce mot se lit /g/ comme dans le mot “Guerre”

Essayez maintenant de lire cette phrase.

Diapositive 16

Un autre exemple :

Le mot gnignigne peut bien coller

La suite « gn » est celle que l’on trouve dans le mot « magnifique ».

Diapositive 17

La lecture du corpus peut maintenant commencer. Elle va durer environ 35 minutes.

MERCI

Document 8 : Texte du *Powerpoint* d'entraînement à la tâche de lecture du texte et des phrases

Diapositive 1

Texte – entraînement

Diapositive 2

Consignes générales pour la lecture :

Lire ni trop lentement ni trop rapidement.

Lire les phrases d'une façon continue.

En lisant, concentrez-vous sur le sens du texte plutôt que sur la façon dont vous lisez

Articulez bien. Si vous faites une erreur lors de la lecture, arrêtez-vous et relisez encore une fois la phrase.

Lire calmement. On ne vous évalue pas, votre participation est très précieuse pour nous.

Diapositive 3

Vous allez lire 4 fois un petit texte et un ensemble de phrases.

Avant de l'enregistrer, lisez le texte une fois à haute voix et on vous indiquera, si nécessaire, à quel endroit vous faites éventuellement des erreurs liées à la lecture. Dans ce cas-là, essayez de relire le mot correctement. On vous dira dès que le mot est bien lu. Retenez cela alors pour la prochaine lecture.

Diapositive 4

On s'entraîne ensemble :

Diapositive 5

Il était une fois deux frères, Paul et Jean. Paul était un jeune pêcheur, pauvre et gentil. Mais son frère Jean était méchant, voleur et jaloux. Les deux frères habitaient un ancien quartier de la capitale vietnamienne. A cette époque, il n'y avait pas de sel au Viêt-Nam. Un jour, Paul rencontra un personnage mystérieux. Ce personnage lui donna une cruche magique et magnifique. Cette cruche produisait du sel. Pour s'en servir, il fallait dire une formule magique. Pour l'arrêter, il fallait dire une autre formule. Grâce à ce cadeau, Paul devint riche. Jean voulut découvrir le secret de cette richesse. Alors, il se mit à suivre discrètement et à épier son frère. Puis il lui vola la cruche avec la formule pour la faire fonctionner. Jean emporta la cruche sur son bateau et quand il fut loin du village, il s'en servit. Celle-ci lui donna bien du sel, mais comme Jean ne connaissait pas la formule magique pour l'arrêter, la cruche continua d'en créer. Et elle en produit maintenant sans arrêt. Voilà pourquoi la mer est salée.

NB : épier = espionner; cruche = pichet, récipient avec un bec et une anse

Diapositive 6

- 1- Il a peint les murs en bleu et la porte en vert.
- 2- Je voudrais une tasse de thé et un verre d'eau, s'il vous plaît.
- 3- Il est allé au marché pour acheter du pain, du beurre, du lait, des pommes et des bonbons pour sa fille.
- 4- Ils ont passé leur lune de miel à Paris. Ils ont visité tous les musées et ils ont vu tous les ponts de Paris.
- 5- C'est un beau livre, il se lit facilement. Si tu veux le lire, je te le prête.
- 6- Le gâteau que tu as fait est délicieux.
- 7- Vous devez partir à onze heures pile. Sinon, vous allez manquer le train.
- 8- Ils ont une fille, deux garçons et ils attendent un bébé.
- 9- J'ai peur de cet examen, je n'ai pas pu réviser cette matière car j'étais un peu fatigué.
10. Il s'appelle Louis.
11. C'est elle, pas lui.

Document 9 : Script Praat utilisé pour l'analyse des différents paramètres du voisement

```
## un script qui mesure de multiples corrélats du voisement des occlusives du français
## prévoir un dossier contenant la liste des fichiers segmentés contenant les sons à analyser
## les consonnes doivent être précédées au moins d'une voyelle (ou d'un silence codé)
## créé par Simon Landron le 28/07/2013
clearinfo
#extraction des consonnes d'un dossier
form ouvrir_liste_et_recuperation_phoneme
comment Indiquer le nom des fichiers son (les Textgrids doivent avoir le même)
word fichier *.wav
comment indiquer le nom du locuteur
word nom CSL
comment Indiquez le chemin de votre dossier de travail
text chemin C:\Users\Simon Landron\Desktop\Dossier\
comment Indiquez le dossier d'où les sons doivent être extraits (sous-dossier du précédent)
text Dossier analyses
choice Sexe_du_locuteur 1
  bouton feminin
  bouton masculin
comment Indiquez le phonème à analyser
word phoneme bpdtkg
comment Indiquez la Tier contenant la transcription en phonèmes (Tier 2 réservée aux syllabes)
real tier 1
```



```

comment Indiquez la Tier contenant la segmentation de l'occlusion
real occl 3
comment Indiquez la Tier contenant la segmentation de la barre de voisement
real vot 4
endform
#####
##ouverture des fichiers sous praat##
i = 0
#dossier$= "Dossier$"+"/" --VERSION MAC
dossier$= "Dossier$"+"\"
file$=chemin$+dossier$+fichier$
file_resul$=chemin$+dossier$+nom$
##créer le fichier de résultats##
outputfile$ = file_resul$ + "_" + "ratio" + "_" + "Dossier$" + ".xls"
fileappend "outputfile$" nom du locuteur'tab$'chemin'tab$'Nom de
fichier'tab$'phoneme'tab$'texte'tab$'position prosodique'tab$'Nombre de Frames'tab$'Nombre de
Frames voisees'tab$'ratio(%)'tab$'duree'tab$'type analyse v-pattern'tab$'1/3 Nombre de Frames'tab$'1/3
Nombre de Frames voisees'tab$'1/3 v-pattern'tab$'2/3 Nombre de Frames'tab$'2/3 Nombre de Frames
voisees'tab$'2/3 v-pattern'tab$'3/3 Nombre de Frames'tab$'3/3 Nombre de Frames voisees'tab$'3/3 v-
pattern'tab$'1/2 Nombre de Frames'tab$'1/2 Nombre de Frames voisees'tab$'1/2 v-pattern'tab$'2/2
Nombre de Frames'tab$'2/2 Nombre de Frames voisees'tab$'2/2 v-pattern'tab$'
outputfile2$ = file_resul$ + "_" + "VOT_durees_formants" + "_" + "Dossier$" + ".xls"
fileappend "outputfile2$" nom du locuteur'tab$'nom de
fichier'tab$'phoneme'tab$'texte'tab$'intervalle'tab$'duree (ms)'tab$'duree totale du fichier avec les
pauses (ms)'tab$'duree de la syllabe (ms)'tab$'nombre total d'intervalles pris en compte (sans les
extemes)'tab$'duree totale sans les pauses (ms)'tab$'nombre de syllabes sans les pauses'tab$'HNR sur la
consonne'tab$'HNR occlusion'tab$'HNR relachement'tab$'centre de gravite de la consonne
(Hz)'tab$'centre de gravite du relachement'tab$'
...calcul de VOT possible'tab$'VOT (ms)'tab$'code occlusion'tab$'duree occlusion'tab$'code
relachement'tab$'duree relachement'tab$'intensite debut relachement'tab$'intensite moyenne de
l'occlusion'tab$'intensite moyenne du relachement'tab$'F0 au debut du relachement'tab$'
...Presence d'un deuxieme burst'tab$'intensite du deuxieme burst'tab$'F0 du deuxieme
burst'tab$'Nombre de frames pendant l'occlusion'tab$'nombre de frames voisees pendant
l'occlusion'tab$'v-ratio (%) pendant l'occlusion'tab$'nombre de frames pendant le
relachement'tab$'nombre de frames voisees pendant le relachement'tab$'v-ratio (%) pendant le
relachement'tab$'
...intervalle precedent'tab$'duree de l'intervalle precedent'tab$'
...F0 milieu phoneme precedent'tab$'F0 fin phoneme precedent'tab$'difference F0 (fin - milieu)
phoneme precedent'tab$'
...F1 milieu phoneme precedent'tab$'F1 fin phoneme precedent'tab$'difference F1 (fin - milieu)
phoneme precedent'tab$'
...F2 milieu phoneme precedent'tab$'F2 fin phoneme precedent'tab$'difference F2 (fin - milieu)
phoneme precedent'tab$'
...F3 milieu phoneme precedent'tab$'F3 fin phoneme precedent'tab$'difference F3 (fin - milieu)
phoneme precedent'tab$'
...intensite de F1 a la fin du phoneme precedent'tab$'intensite de F2 a la fin du phoneme
precedent'tab$'difference d'intensite F1 - F2 sur le phoneme precedent'tab$'type de rapport de l'intensite
F1 - F2 sur le phoneme precedent'tab$'
...intervalle suivant'tab$'Durée de l'intervalle suivant'tab$'F0 debut phoneme suivant'tab$'F0 milieu
phoneme suivant'tab$'difference F0 (milieu - fin) phoneme suivant'tab$'
...F1 debut phoneme suivant'tab$'F1 milieu phoneme suivant'tab$'difference F1 (milieu - fin) phoneme
suivant'tab$'
...F2 debut phoneme suivant'tab$'F2 milieu phoneme suivant'tab$'difference F2 (milieu - fin) phoneme
suivant'tab$'

```

...F3 debut phoneme suivant'tab\$F3 milieu phoneme suivant'tab\$'difference F3 (milieu - fin) phoneme suivant'tab\$'
 ...Intervalle + 2'newline\$'

```
##creer la liste
Create Strings as file list... fileList 'file$'
strings=selected ("Strings")
nb_strings = Get number of strings
printline 'nb_strings' fichiers
fileappend "'outputfile$" 'nb_strings' fichiers 'newline$'
## début de la grande boucle #####
# analyse des phonèmes 1 par 1
nb_phon_analyze = length (phoneme$)
printline 'phoneme$' : 'nb_phon_analyze' sons analysés
sons_a_analyser$ = phoneme$
for h from 1 to nb_phon_analyze
    phoneme$ = mid$ (sons_a_analyser$, h, 1)
printline on analyse maintenant : 'phoneme$'
##
select 'strings'
for m from 1 to 'nb_strings'
select 'strings'
ligne$ = Get string... m
printline 'ligne$'
## ouverture des fichiers
audio$ = chemin$ + dossier$ + ligne$
grille$ = chemin$ + dossier$ + ligne$ - ".wav" + ".TextGrid"
name$ = ligne$ - ".wav"
Read from file... 'audio$'
sound=selected("Sound")
select 'strings'
Read from file... 'grille$'
textgrid = selected("TextGrid")
#####
# début analyses #####
##### analyse des durées de la consonne et de la voyelle précédente #####
##### analyse des temps d'occlusion et de relâchement #####
##### analyse de l'intensité #####
# ! Important : vous devez segmenter le temps d'occlusion avec un 'O' et le relâchement avec un 'R'
##### analyse du VOT #####
### ! Important : Sur la Tier du VOT, vous ne segmentez pas le relâchement, seulement le début du
phonème précédent jusqu'à la fin du phonème suivant. Entre les deux, le seul "boundary" est celui du
début du voisement.
### avant le "boundary" du début de voisement, vous devez indiquer 'N' (comme 'non-voisé') et après
'V' (comme 'voisé') et rien d'autre.
##### Analyse du v-ratio sur le relâchement et l'occlusion (si supérieur à 30ms)
## analyse l'intensité d'un second burst (segmenter chaque burst et indiquer "R" pour chacun)
## calcul du centre de gravité du relâchement de la consonne
nb_intervals=Get number of intervals... 'tier'
nb_syllabes=Get number of intervals... 2
select 'textgrid'
toto$ = ""
for toto from 1 to 'nb_intervals'
    pourquoi_pas$ =Get label of interval... 'tier' toto
    toto$ = toto$ + pourquoi_pas$
```

```

endfor
index_toto = index (toto$, phoneme$)
if index_toto >= 1
printline 'toto$'
#calcul de la durée totale de n+1 à nb_intervals-1 (avec et sans pause)
# Rappel : les syllabes doivent être segmentées sur la Tier 2 obligatoirement
# les pause doivent être annotées avec un tiret bas
limite = 'nb_syllabes' - 1
nb_syllabes_prisesencompte = nb_syllabes - 2
debut_total = Get starting point... 2 2
fin_total = Get end point... 2 'limite'
duree_totale_avec_pauses = 'fin_total' - 'debut_total'
duree_totale_sans_pause = 0
nb_syllabes_sans_pause = 0
for d from 2 to 'limite'
    select 'textgrid'
    the_phone$=Get label of interval... 2 d
    identification = index_regex (the_phone$, "_")
    if identification <> 1
        debut_seq = Get starting point... 2 d
        fin_seq = Get end point... 2 d
        sequence = fin_seq - debut_seq
        duree_totale_sans_pause = duree_totale_sans_pause + sequence
        nb_syllabes_sans_pause = nb_syllabes_sans_pause + 1
    endif
endif
endfor
duree_totale_sans_pause = duree_totale_sans_pause * 1000
duree_totale_avec_pauses = duree_totale_avec_pauses * 1000
####
for n from 1 to 'nb_intervals'
    select 'textgrid'
    interval_phoneme$=Get label of interval... 'tier' n
    interval = index_regex (interval_phoneme$, phoneme$)
    if interval = 1
##calcul de la durée de la consonne
        select 'textgrid'
        start_cons = Get starting point... 'tier' n
        end_cons = Get end point... 'tier' n
        cons_duration = end_cons - start_cons
        cinqpourcent = start_cons + (cons_duration / 20)
        unquart = start_cons + (cons_duration / 4)
        moitiecons = start_cons + (cons_duration / 2)
        troisquart = start_cons + ((cons_duration / 4) * 3)
        cons_duration = cons_duration*1000
## calcul de la durée de la voyelle précédente
        select 'textgrid'
        a=n-1
        voy_avant$=Get label of interval... 'tier' a
        start_voy_avant = Get starting point... 'tier' a
        end_voy_avant = Get end point... 'tier' a
        voy_avant_duration = (end_voy_avant - start_voy_avant)*1000
        vodur = 'end_voy_avant'-'start_voy_avant'
        demvodur = vodur/2
        quartvodur = demvodur/2
        mid_phon_av = 'start_voy_avant'+ 'demvodur'
    endif
endif
endfor

```

```

        quartphonav = 'end_voy_avant' - 'quartvodur'
## données sur la voyelles suivante
        ap = n+1
        voy_apres$=Get label of interval... 'tier' ap
        start_voy_apres = Get starting point... 'tier' ap
        end_voy_apres = Get end point... 'tier' ap
        vodura = 'end_voy_apres'-'start_voy_apres'
        demvodura = vodura/2
        mid_phon_ap = 'start_voy_apres'+ 'demvodura'
## identification de l'intervalle consonne + 2 (pour vérifier si la phrase est enchainée ou en position
finale)
        app = n+2
        inter_2apres$=Get label of interval... 'tier' app
##calcul durée syllabes
## attention, il peut y avoir plusieurs consonnes par syllabe!!
        select 'textgrid'
        syll = Get interval at time... 2 start_cons
        end_syll = Get end point... 2 syll
        duree_syllabe = (end_syll - start_cons)*1000
## calcul des durées d'occlusion et de relâchement
## calcul intensité
## calculs de variations F0, F1, F2, F3 sur les phonèmes avant et après
## calculs de HNR
## calculs de v-ratio sur l'occlusion et le relâchement
        select 'textgrid'
        flut1 = Get interval at time... occl start_cons
        flut3 = Get interval at time... occl end_cons
        flut2 = 'flut3' - 1
        dora_deb$=Get label of interval... occl flut1
        dora_fin$=Get label of interval... occl flut2
        dbburst$=Get label of interval... occl flut3
        select 'textgrid'
        start_flut1 = Get starting point... occl flut1
        end_flut1 = Get end point... occl flut1
        flut1_duration = (end_flut1 - start_flut1)*1000
        select 'sound'
        To Intensity... 100 0 yes
        intensity=selected("Intensity")
        select 'sound'
        To Pitch... 0 75 600
        pitcha=selected("Pitch")
        select 'sound'
        To Harmonicity (cc)... 0.002 60 0.03 4.5
        harmonicity = selected ("Harmonicity")
        select 'sound'
        Extract part... 'start_flut1' 'end_flut1' Rectangular 1 no
        Rename... part_occlusion
        part_occlusion = selected("Sound")
        if flut1_duration > 26.66
        select 'part_occlusion'
        To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
        pitocclusion = selected("Pitch")
        select 'pitocclusion'
        nbframeoccl = Get number of frames
        voicedoccl = Count voiced frames

```

```

        ratiooccl = (voicedoccl/nbframeoccl)*100
# si l'occlusion est trop courte pour être analysée
else
        nb_poocclusion = undefined
        nbframeoccl = undefined
        voicedoccl = undefined
        ratiooccl = undefined
endif
select 'sound'
if sexe_du_locuteur = 1
        plafond = 6000
elsif sexe_du_locuteur = 2
        plafond = 5000
endif
To Formant (burg)... 0 5 plafond 0.025 50
formant=selected("Formant")
## intensité moyenne de l'occlusion
select 'intensity'
mean_intensity_O = Get mean... 'start_flut1' 'end_flut1'
#mean_intensity_O = round (mean_intensity_O)
# HNR de la consonne
select 'harmonicity'
mean_HNR = Get mean... 'start_cons' 'end_cons'
mean_HNR_O = Get mean... 'start_flut1' 'end_flut1'

# Calcul du centre de gravité sur toute la consonne
select 'sound'
Extract part... 'start_cons' 'end_cons' Rectangular 1 no
Rename... consonne
To Spectrum... yes
spectrum_total = selected("Spectrum")
centre_gravite_total = Get centre of gravity... 2

#F0
select 'pitcha'
pitch_mid_phon_av = Get value at time... 'mid_phon_av' Hertz Linear
pitch_mid_phon_ap = Get value at time... 'mid_phon_ap' Hertz Linear
pitch_end_phon_av = Get value at time... 'end_voy_avant' Hertz Linear
pitch_beg_phon_ap = Get value at time... 'start_voy_apres' Hertz Linear
var_F0_av = pitch_end_phon_av - pitch_mid_phon_av
var_F0_ap = pitch_mid_phon_ap - pitch_beg_phon_ap

#F1
select 'formant'
f1_mid_phon_av = Get value at time... 1 'mid_phon_av' Hertz Linear
f1_mid_phon_ap = Get value at time... 1 'mid_phon_ap' Hertz Linear
f1_end_phon_av = Get value at time... 1 'end_voy_avant' Hertz Linear
f1_beg_phon_ap = Get value at time... 1 'start_voy_apres' Hertz Linear
mean_f1_fin_voyelle = Get mean... 1 'quartphonav' 'end_voy_avant' Hertz
mean_f1_fin_mid_voyelle = Get mean... 1 'mid_phon_av' 'end_voy_avant' Hertz

var_F1_av = f1_end_phon_av - f1_mid_phon_av
var_F1_ap = f1_mid_phon_ap - f1_beg_phon_ap

#F2
select 'formant'
f2_mid_phon_av = Get value at time... 2 'mid_phon_av' Hertz Linear
f2_mid_phon_ap = Get value at time... 2 'mid_phon_ap' Hertz Linear

```

```

f2_end_phon_av = Get value at time... 2 'end_voy_avant' Hertz Linear
f2_beg_phon_ap = Get value at time... 2 'start_voy_apres' Hertz Linear
mean_f2_fin_voyelle = Get mean... 2 'quartphonav' 'end_voy_avant' Hertz
mean_f2_fin_mid_voyelle = Get mean... 2 'mid_phon_av' 'end_voy_avant' Hertz
var_F2_av = f2_end_phon_av - f2_mid_phon_av
var_F2_ap = f2_mid_phon_ap - f2_beg_phon_ap

#F3
select 'formant'
f3_mid_phon_av = Get value at time... 3 'mid_phon_av' Hertz Linear
f3_mid_phon_ap = Get value at time... 3 'mid_phon_ap' Hertz Linear
f3_end_phon_av = Get value at time... 3 'end_voy_avant' Hertz Linear
f3_beg_phon_ap = Get value at time... 3 'start_voy_apres' Hertz Linear
var_F3_av = f3_end_phon_av - f3_mid_phon_av
var_F3_ap = f3_mid_phon_ap - f3_beg_phon_ap
# calcul de la différence d'intensité entre le F1 et le F2 à la fin de la voyelle précédente
if vodur > 0.024
    select 'sound'
    Extract part... 'quartphonav' 'end_voy_avant' Rectangular 1 no
    Rename... dernier_quart_voy_avant
    To Ltas... 100
    if mean_f1_fin_mid_voyelle <> undefined
        intensite_F1_finvoyelle = Get value at frequency...
'mean_f1_fin_voyelle' Nearest
    else
        intensite_F1_finvoyelle = undefined
    endif
    if mean_f2_fin_mid_voyelle <> undefined
        intensite_F2_finvoyelle = Get value at frequency...
'mean_f2_fin_voyelle' Nearest
    else
        intensite_F2_finvoyelle = undefined
    endif
    difference_f1_f2 = intensite_F1_finvoyelle - intensite_F2_finvoyelle
    if difference_f1_f2 <> undefined
        if difference_f1_f2 > 0
            rapport_formants_F1_F2$ = "oral_fin_quart-voyelle"
        else
            rapport_formants_F1_F2$ = "nasalise?_fin_quart-voyelle"
        endif
    else
        rapport_formants_F1_F2$ = "--undefined--"
    endif
# procédure alternative : si la voyelle est trop courte, analyse sur la moitié de la voyelle (si encore trop
court, revoir la segmentation ou adapter le script)
    else
        select 'sound'
        Extract part... 'mid_phon_av' 'end_voy_avant' Rectangular 1 no
        Rename... dernier_moitie_voy_avant
        To Ltas... 100
# erreur possible : la voyelle precedente est vraiment trop courte (vérifier la segmentation)
    if mean_f1_fin_mid_voyelle <> undefined
        intensite_F1_finvoyelle = Get value at frequency...
'mean_f1_fin_mid_voyelle' Nearest
    else
        intensite_F1_finvoyelle = undefined

```

```

endif
if mean_f2_fin_mid_voyelle <> undefined
    intensite_F2_finvoyelle = Get value at frequency...
'mean_f2_fin_mid_voyelle' Nearest
else
    intensite_F2_finvoyelle = undefined
endif

difference_f1_f2 = intensite_F1_finvoyelle - intensite_F2_finvoyelle
if difference_f1_f2 <> undefined
    if difference_f1_f2 > 0
        rapport_formants_F1_F2$ = "oral_demi-voyelle"
    else
        rapport_formants_F1_F2$ = "nasalise?_demi-voyelle"
    endif
else
    rapport_formants_F1_F2$ = "--undefined--"
endif

endif
# analyse du relâchement s'il y en a un (ou deux)
if flut2 <> flut1
    select 'textgrid'
    bst1 = flut2-1
    start_flut2 = Get starting point... occl flut2
    end_flut2 = Get end point... occl flut2
    if bst1 <> flut1
        start_bst1 = Get start point... occl bst1
        start_flut2 = start_bst1
    endif
    flut2_duration = end_flut2 - start_flut2
# intensité du début du relâchement
select 'intensity'
resultat_intensity = Get value at time... 'start_flut2' Cubic
#resultat_intensity = round (resultat_intensity)
#intensité moyenne du relâchement
mean_intensity_R = Get mean... 'start_flut2' 'end_flut2'
#mean_intensity_R = round (mean_intensity_R)
# HNR moyen du relâchement
select 'harmonicity'
mean_HNR_R = Get mean... 'start_flut2' 'end_flut2'
# F0 à l'occlusion
select 'pitcha'
pitch_occl = Get value at time... 'start_flut2' Hertz Linear
# Calcul du centre de gravité du relâchement de la consonne
select 'sound'
Extract part... 'start_flut2' 'end_flut2' Rectangular 1 no
Rename... part_relachement
part_relachement = selected("Sound")
To Spectrum... yes
spectrum = selected("Spectrum")
centre_gravite = Get centre of gravity... 2
#####
#v-ratio occlusion
if flut2_duration > 0.030
    select 'part_relachement'

```

```

To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
pitchrelach = selected("Pitch")
select 'pitchrelach'
nbframerelach = Get number of frames
voicedrelach = Count voiced frames
ratiorelach = (voicedrelach/nbframerelach)*100
else
nbframerelach = 0
voicedrelach = 0
ratiorelach = 0
endif
flut2_duration = flut2_duration *1000
# s'il y a un double burst
# mesure de l'intensité du deuxième burst
if bst1 <> flut1
select 'textgrid'
end_bst1 = Get end point... occl bst1
select 'intensity'
intensity_dbburst = Get value at time... 'end_bst1' Cubic
doubleburst$ = "YES"
###vérification de la segmentation
select 'textgrid'
titi$=Get label of interval... occl bst1
verifR = index_regex (titi$, "R")
if verifR <>1
pause vous n'avez rien inscrit dans l'intervalle du premier
relâchement
endif
# F0 à l'occlusion du deuxième burst
select 'pitcha'
pitch_occl2 = Get value at time... 'end_bst1' Hertz Linear
else
intensity_dbburst = undefined
doubleburst$ = "NO"
pitch_occl2 = undefined
endif
#s'il n'y a pas de relâchement
else
flut2_duration = undefined
resultat_intensity = undefined
mean_intensity_R = undefined
mean_HNR_R = undefined
nbframerelach = undefined
voicedrelach = undefined
ratiorelach = undefined
endif
## début de la mesure du VOT #####
select 'textgrid'
deb_vot = Get interval at time... 'vot' 'start_cons'
deb_vois$=Get label of interval... 'vot' 'deb_vot'
attribut1$ = "N"
attribut2$ = "V"

if flut2 <> flut1
correspond_a = index_regex (deb_vois$, attribut1$)

```



```

correspond_c = index_regex (deb_vois$, attribut2$)
  if correspond_a = 1
    cat_VOT$ = "yes"
    deb_vot_bis = 'deb_vot' + 1
    deb_vois_bis$=Get label of interval... 'vot' 'deb_vot_bis'
    correspond_b = index_regex (deb_vois_bis$, attribut2$)
    if correspond_b = 1
      deb_voic = Get starting point... 'vot' 'deb_vot_bis'
      vot_phon = ('deb_voic'-'end_flut1')*1000
    else
      printline vous n'avez pas segmenté le début de la barre de
voisement, le script va indiquer le VOT à partir du "boundary" suivant
      deb_voic = Get end point... 'vot' deb_vot
      vot_phon = ('deb_voic'-'end_flut1')*1000
      cat_VOT$ = "yes"
    endif
  elseif correspond_c = 1
    cat_VOT$ = "yes"
    deb_vot = Get interval at time... vot start_cons
    deb_voic = Get starting point... 'vot' deb_vot
    vot_phon = ('deb_voic'-'end_flut1')*1000
  else
    pause vous n'avez pas inscrit N (=non-voisé) ou V (=voisé) sur la tier
de segmentation du VOT, le script va indiquer --undefined-- pour cette valeur
    vot_phon = undefined
    cat_VOT$ = "no"
  endif
elseif flut2 = flut1
  vot_phon = undefined
  cat_VOT$ = "no"
endif
fileappend "outputfile2$"
'nom$"tab$"ligne$"tab$"phoneme$"tab$"toto$"tab$"n"tab$"cons_duration"tab$"duree_totale_avec_pau
ses"tab$"duree_syllabe"tab$"nb_syllabes_prisesencompte"tab$"duree_totale_sans_pause"tab$"nb_sylla
bes_sans_pause"tab$"mean_HNR:1"tab$"mean_HNR_O:1"tab$"mean_HNR_R:1"tab$"centre_gravite_
total:0"tab$"centre_gravite:0"tab$'
...'cat_VOT$"tab$"vot_phon"tab$"dora_deb$"tab$"flut1_duration"tab$"dora_fin$"tab$"flut2_duration"t
ab$"resultat_intensity"tab$"mean_intensity_O"tab$"mean_intensity_R"tab$"pitch_occl"tab$'
...'doubleburst$"tab$"intensity_dbburst"tab$"pitch_occl2"tab$"nbframeoccl"tab$"voicedoccl"tab$"ratio
occl:0"tab$"nbframerelach"tab$"voicedrelach"tab$"ratiorelach:0"tab$'
...'voy_avant$"tab$"voy_avant_duration"tab$'
...'pitch_mid_phon_av:0"tab$"pitch_end_phon_av:0"tab$"var_F0_av:0"tab$'
...'f1_mid_phon_av:0"tab$"f1_end_phon_av:0"tab$"var_F1_av:0"tab$'
...'f2_mid_phon_av:0"tab$"f2_end_phon_av:0"tab$"var_F2_av:0"tab$'
...'f3_mid_phon_av:0"tab$"f3_end_phon_av:0"tab$"var_F3_av:0"tab$'
...'intensite_F1_finvoyelle"tab$"intensite_F2_finvoyelle"tab$"difference_f1_f2"tab$"rapport_formants_
F1_F2$"tab$'
...'voy_apres$"tab$"vodura"tab$"pitch_beg_phon_ap:0"tab$"pitch_mid_phon_ap:0"tab$"var_F0_ap:0"t
ab$'
...'f1_beg_phon_ap:0"tab$"f1_mid_phon_ap:0"tab$"var_F1_ap:0"tab$'
...'f2_beg_phon_ap:0"tab$"f2_mid_phon_ap:0"tab$"var_F2_ap:0"tab$'
...'f3_beg_phon_ap:0"tab$"f3_mid_phon_ap:0"tab$"var_F3_ap:0"tab$'
...'inter_2apres$"newline$'
endif
endifor

```

```

#####
##### Calculs de v-ratio et v-pattern#####
select 'textgrid'
plus 'sound'
Extract intervals where... 'tier' no "is equal to" 'phoneme$'
p=numberOfSelected ("Sound")
printline 'p' fichier(s) son sélectionné(s)
for j from 1 to p
    ligne$ = replace$ ("ligne$", " ", "_", 0)
    fich$ = "ligne$" - ".wav" + "_" + "phoneme$" + "_" + "j"
    printline 'fich$'
    select Sound 'fich$'
    select Sound 'fich$'
    To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
    pitch = selected("Pitch")
    select 'pitch'
    nbframe = Get number of frames
    voiced = Count voiced frames
    ratio = (voiced/nbframe)*100
##### calcul du v-pattern #####
# principe : on calcule le v-ratio sur trois séquences de la consonne : début, milieu et fin
# si seuil critique d'analyse atteint, l'analyse est faite par moitiés ou annulée
## attention, selon la durée de la consonne, le calcul du v-pattern change :
# >0,8 : en trois parties; >0,055 et <=0,08 : en deux parties égales; <=0,055 : pas de calcul possible
# en cas de non calcul, le ratio apparaîtra avec --undefined--
    select Sound 'fich$'
    deb_point = Get start time
    end_point = Get end time
    time_duration = Get total duration
    select 'textgrid'
    start_flut1 = Get starting point... occl flut1
    end_flut1 = Get end point... occl flut1
    flut1_duration = (end_flut1 - start_flut1)*1000
    if 'time_duration' > 0.055
        if 'time_duration' <= 0.08
            patternproc$ = "deux_moities"
            pattern_deb = undefined
            pattern_mid = undefined
            pattern_end = undefined
            nbframe1 = undefined
            voiced1 = undefined
            nbframe2 = undefined
            voiced2 = undefined
            nbframe3 = undefined
            voiced3 = undefined
        endif
        moit = 'time_duration' /2
        select Sound 'fich$'
        ceson = selected ("Sound")
        Extract part... 'deb_point' 'moit' Rectangular 1 no
        Rename... moit1
        premot = selected("Sound")
        select 'ceson'
        Extract part... 'moit' 'end_point' Rectangular 1 no
        Rename... moit2

```

```

        deumot = selected("Sound")
        select 'ceson'
##debut
    select 'premot'
    To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
    pitchw = selected("Pitch")
    select 'pitchw'
    nbframew = Get number of frames
    voicedw = Count voiced frames
    pattern_moit1 = (voicedw/nbframew)*100
##fin
    select 'deumot'
    To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
    pitchx = selected("Pitch")
    select 'pitchx'
    nbframex = Get number of frames
    voicedx = Count voiced frames
    pattern_moit2 = (voicedx/nbframex)*100
endif
if 'time_duration' > 0.08
    patternproc$ = "trois_tiers"
    tiers = 'time_duration' /3
    premier_tiers = 'deb_point' + 'tiers'
    deuxieme_tiers = 'premier_tiers' + 'tiers'
    select Sound 'fich$'
    ceson = selected ("Sound")
    Extract part... 'deb_point' 'premier_tiers' Rectangular 1 no
    Rename... part1
    prems = selected("Sound")
    select 'ceson'
    Extract part... 'premier_tiers' 'deuxieme_tiers' Rectangular 1 no
    Rename... part2
    deuz = selected("Sound")
    select 'ceson'
    Extract part... 'deuxieme_tiers' 'end_point' Rectangular 1 no
    Rename... part3
    troiz = selected("Sound")
##debut
    select 'prems'
    To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
    pitch1 = selected("Pitch")
    select 'pitch1'
    nbframe1 = Get number of frames
    voiced1 = Count voiced frames
    pattern_deb = (voiced1/nbframe1)*100
##milieu
    select 'deuz'
    To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
    pitch2 = selected("Pitch")
    select 'pitch2'
    nbframe2 = Get number of frames
    voiced2 = Count voiced frames
    pattern_mid = (voiced2/nbframe2)*100
##fin
    select 'troiz'

```

```

        To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
        pitch3 = selected("Pitch")
        select 'pitch3'
        nbframe3 = Get number of frames
        voiced3 = Count voiced frames
        pattern_end = (voiced3/nbframe3)*100
    endif
    if 'time_duration' <= 0.055
        pattern_deb = undefined
        pattern_mid = undefined
        pattern_end = undefined
        pattern_moit1 = undefined
        pattern_moit2 = undefined
        patternproc$ = "aucun"
        nbframew = undefined
        voicedw = undefined
        nbframex = undefined
        voicedx = undefined
        nbframe1 = undefined
        voiced1 = undefined
        nbframe2 = undefined
        voiced2 = undefined
        nbframe3 = undefined
        voiced3 = undefined
    endif
#####enregistrer dans le fichier de résultats #####
    fileappend "'outputfile$"
'nom$"tab$"chemin$"tab$"ligne$"tab$"phoneme$"tab$"toto$"tab$"j$"tab$"nbframe$"tab$"voiced$"tab$"ratio$"tab$"time_duration$"tab$"patternproc$"tab$"nbframe1$"tab$"voiced1$"tab$"pattern_deb$"tab$"nbframe2$"tab$"voiced2$"tab$"pattern_mid$"tab$"nbframe3$"tab$"voiced3$"tab$"pattern_end$"tab$"nbframew$"tab$"voicedw$"tab$"pattern_moit1$"tab$"nbframex$"tab$"voicedx$"tab$"pattern_moit2$"newline$'
endfor
endif
##### fin de la boucle complète #####
endfor
endfor
pause fin
#### Script développé par Simon Landron
#### contact : simon.landron@etud.sorbonne-nouvelle.fr
## dernière mise à jour : 8 mai 2015

```

Document 10 : lignes du script pour le calcul du v-ratio

```

select Sound 'nom$'
To Pitch (cc)... 0.001 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
pitch = selected("Pitch")
select 'pitch'
nbframe = Get number of frames
voiced = Count voiced frames
v_ratio = (voiced/nbframe)*100

```

Document 11 : Tableau des stimuli par locutrice taïwanaise pour le test d'identification proposés à 10 auditeurs natifs du français

Position :	initiale			intervocalique			finale		
Type de syllabe	voisée	dévoisée	sourde	voisée	dévoisée	sourde	voisée	dévoisée	sourde
b/p + a	Loc2t Loc3t Loc10t Loc11t	Loc4t Loc9t Loc11t Loc6t	Loc3t Loc4t Loc6t Loc10t	Loc1t Loc2t Loc3t Loc4t	Loc1t Loc6t Loc7t Loc11t	Loc1t Loc3t Loc7t Loc10t	Loc1t Loc6t Loc10t Loc11t	Loc6t Loc7t Loc10t Loc3t	Loc1t Loc2t Loc6t Loc8t
b/p + i	Loc2t Loc3t Loc6t Loc11t	Loc1t Loc5t Loc7t Loc9t	Loc2t Loc4t Loc7t Loc8t	Loc4t Loc6t Loc10t Loc11t	Loc1t Loc5t Loc8t Loc9t	Loc3t Loc4t Loc6t Loc11t	Loc3t Loc11t Loc2t Loc6t	Loc1t Loc5t Loc6t Loc10t	Loc1t Loc3t Loc5t Loc11t
b/p + u	Loc3t Loc6t Loc11t Loc1t	Loc1t Loc5t Loc7t Loc9t	Loc6t Loc9t Loc10t Loc11t	Loc6t Loc7t Loc3t Loc10t	Loc4t Loc7t Loc9t Loc10t	Loc2t Loc5t Loc9t Loc11t	Loc11t Loc2t Loc3t Loc7t	Loc1t Loc7t Loc8t Loc10t	Loc2t Loc6t Loc7t Loc10t
d/t + a	Loc2t Loc4t Loc11t Loc4t	Loc6t Loc7t Loc11t Loc5t	Loc3t Loc5t Loc7t Loc9t	Loc2t Loc6t Loc10t Loc3t	Loc1t Loc5t Loc7t Loc8t	Loc3t Loc4t Loc5t Loc9t	Loc3t Loc6t Loc10t Loc11t	Loc1t Loc5t Loc7t Loc8t	Loc1t Loc4t Loc5t Loc9t
d/t + i	Loc2t Loc4t Loc11t Loc4t	Loc5t Loc8t Loc9t Loc7t	Loc5t Loc7t Loc9t Loc11t	Loc1t Loc11t Loc7t Loc10t	Loc1t Loc4t Loc9t Loc11t	Loc2t Loc7t Loc10t Loc11t	Loc2t Loc6t Loc11t Loc7t	Loc5t Loc9t Loc10t Loc11t	Loc2t Loc6t Loc7t Loc9t
d/t + u	Loc2t Loc4t Loc1t Loc11t	Loc1t Loc5t Loc8t Loc9t	Loc5t Loc8t Loc1t Loc11t	Loc2t Loc4t Loc11t Loc6t	Loc5t Loc8t Loc9t Loc10t	Loc1t Loc4t Loc6t Loc8t	Loc6t Loc2t Loc3t Loc11t	Loc5t Loc8t Loc9t Loc10t	Loc3t Loc8t Loc10t Loc11t
g/k + a	Loc2t Loc4t Loc2t Loc4t	Loc7t Loc10t Loc11t Loc1t	Loc1t Loc2t Loc8t Loc10t	Loc2t Loc4t Loc11t Loc3t	Loc4t Loc5t Loc7t Loc8t	Loc1t Loc2t Loc4t Loc6t	Loc3t Loc6t Loc2t Loc2t	Loc1t Loc6t Loc7t Loc9t	Loc2t Loc4t Loc8t Loc11t
g/k + i	Loc2t Loc3t Loc4t Loc2t	Loc8t Loc10t Loc11t Loc9t	Loc6t Loc10t Loc1t Loc11t	Loc3t Loc4t Loc6t Loc10t	Loc4t Loc6t Loc10t Loc11t	Loc5t Loc8t Loc9t Loc11t	Loc2t Loc2t Loc2t Loc6t	Loc1t Loc5t Loc7t Loc8t	Loc1t Loc7t Loc9t Loc10t
g/k+u	Loc2t Loc4t Loc6t Loc11t	Loc5t Loc7t Loc8t Loc10t	Loc2t Loc3t Loc4t Loc9t	Loc2t Loc3t Loc4t Loc6t	Loc5t Loc6t Loc10t Loc11t	Loc3t Loc7t Loc8t Loc10t	Loc6t Loc2t Loc3t Loc3t	Loc2t Loc5t Loc10t Loc11t	Loc3t Loc4t Loc5t Loc6t

Tableau 34 : Inventaire des locutrices taïwanaises ayant prononcé les syllabes issues de logatomes CVCVCVC français, issus du corpus PhoDiFLE, en fonction de la consonne (occlusive voisée, dévoisée ou non voisée), de la voyelle (/i a u/) et de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) présentées pour le test d'identification à 10 natifs du français pour chaque position prosodique (3 tests distincts)

Document 12 : liste des stimuli pour le test d'identification AX proposé à 10 auditeurs taiwanais

(les paires de stimuli ont été répétées 2 fois, l'ordre est le même pour toutes les auditrices)

Stimulus 1 Stimulus 2

Loc2f pi	loc7f bi	(non pris en compte)		
Loc1f da	loc2f ta	(non pris en compte)		
Loc6f ga	loc1f ga	(non pris en compte)		
Loc5f tu	loc2f du	(non pris en compte)		
Loc2f ki	loc5f gi	(non pris en compte)		
Loc6f pu	loc11f bu			... (suite)
Loc10f ka	loc2f ka		Loc2f du	loc1f tu
Loc6f pu	loc1f bu		Loc6f pa	loc10f pa
Loc7f di	loc2f di		Loc1f da	loc3f da
Loc3f da	loc7f ta		Loc6f du	loc2f du
Loc9f gu	loc6f ku		Loc2f di	loc8f ti
Loc10f ka	loc1f ga		Loc2f pu	loc1f bu
Loc6f bi	loc7f bi		Loc2f pi	loc6f bi
Loc1f ga	loc2f ka		Loc10f pa	loc5f ba
Loc5f ti	loc8f ti		Loc2f du	loc6f du
Loc1f bu	loc2f pu		Loc2f ku	loc6f ku
Loc6f ga	loc2f ka		Loc1f ba	loc10f pa
Loc2f pi	loc7f bi		Loc5f gi	loc10f gi
Loc1f da	loc2f ta		Loc10f pa	loc6f pa
Loc6f ga	loc1f ga		Loc10f ka	loc6f ga
Loc5f tu	loc2f du		Loc5f ti	loc2f di
Loc2f ki	loc5f gi		Loc6f ku	loc3f gu
Loc2f ka	loc10f ka		Loc5f ti	loc7f di
Loc3f gu	loc9f gu		Loc3f da	loc2f ta
Loc3f da	loc1f da		Loc6f ku	loc2f ku
Loc7f bi	loc6f bi		Loc7f di	loc5f ti
Loc10f gi	loc5f gi		Loc6f bi	loc9f pi
Loc5f tu	loc6f du		Loc7f ta	loc2f ta
Loc2f ku	loc3f gu		Loc5f tu	loc1f tu
Loc7f ta	loc3f da		Loc2f ki	loc10f gi
Loc1f ga	loc6f ga		Loc8f ti	loc5f ti
Loc9f gu	loc2f ku		Loc11f bu	loc6f pu
Loc6f du	loc5f tu		Loc10f gi	loc1f ki
Loc6f pu	loc2f pu		Loc11f bu	loc2f pu
Loc9f gu	loc3f gu		Loc7f di	loc8f ti
Loc6f pa	loc1f ba		Loc2f ku	loc9f gu
Loc7f bi	loc9f pi		Loc2f pu	loc6f pu
Loc1f tu	loc2f du		Loc1f tu	loc5f tu
Loc1f bu	loc11f bu		Loc5f gi	loc2f ki
Loc5f gi	loc1f ki		Loc2f ta	loc7f ta
Loc5f ba	loc10f pa		Loc6f pa	loc5f ba
Loc1f ki	loc10f gi		Loc9f pi	loc2f pi
Loc2f di	loc7f di		Loc1f ki	loc2f ki
Loc7f ta	loc1f da		Loc11f bu	loc1f bu
Loc5f ba	loc1f ba		Loc1f ba	loc5f ba

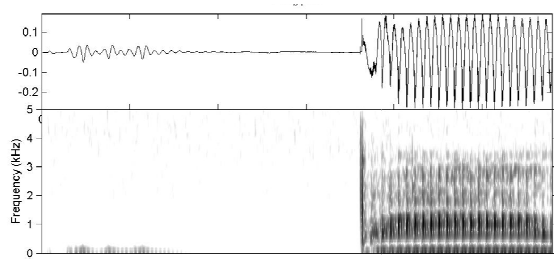
Loc2f ki loc1f ki
 Loc2f ta loc1f da
 Loc2f ka loc6f ga
 Loc2f pi loc9f pi
 Loc1f ga loc10f ka
 ...

Loc8f ti loc2f di
 Loc9f pi loc7f bi
 Loc6f du loc1f tu
 Loc3f gu loc6f ku
 Loc1f ba loc6f pa
 Loc6f bi loc2f pi
 (fin)

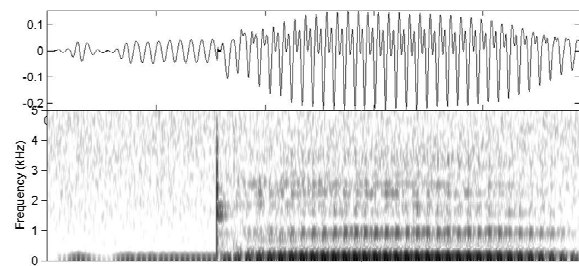
Document 13 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaïses en position initiale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs

Pour chaque son, nous présentons sous son spectrogramme :

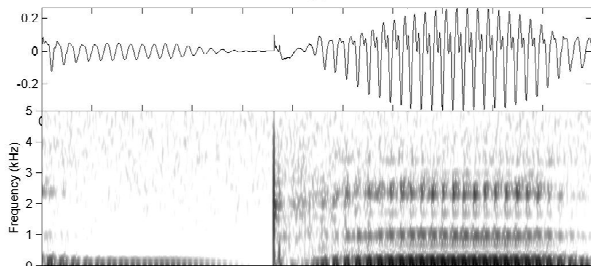
- La locutrice qui l'a réalisé (Loc1t à Loc11t)
- La syllabe cible pour le test (consonnes /b d g p t k/ avec les voyelles /a i u/)
- La catégorie du son pour le test de perception :
 - ... Catégorie 1= son présenté comme voisé
 - ... Catégorie 2 = son présenté comme dévoisé
 - ... Catégorie 3 = son présenté comme sourd



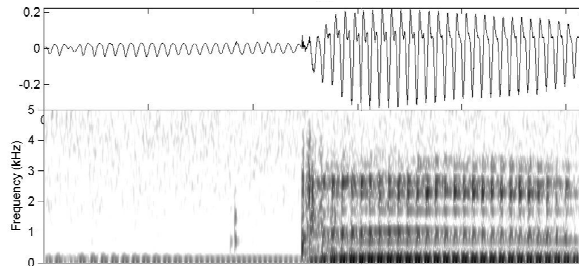
Loc1t /bi/ catégorie 2



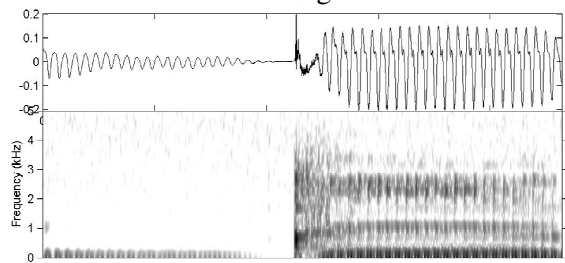
Loc1t /bu/ catégorie 1



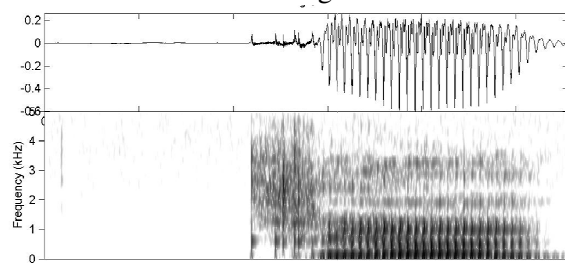
Loc1t /bu/ catégorie 2



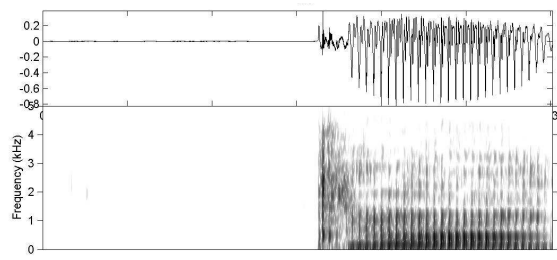
Loc1t /du/ catégorie 1



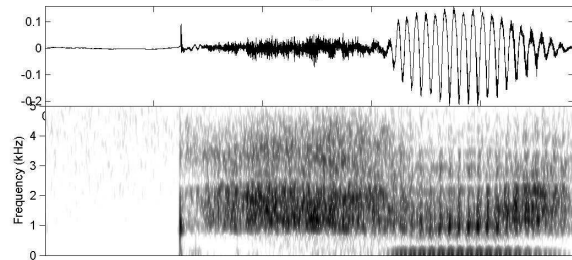
Loc1t /du/ catégorie 2



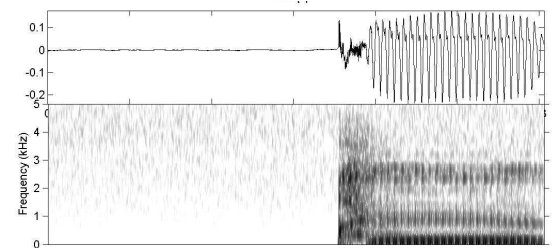
Loc1t /ga/ catégorie 2



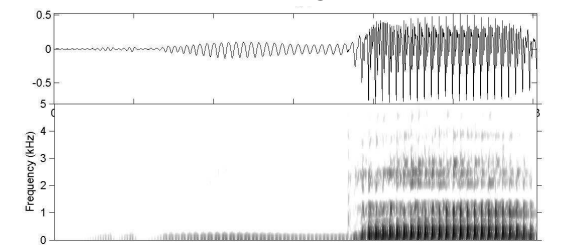
Loc1t /ka/ catégorie 3



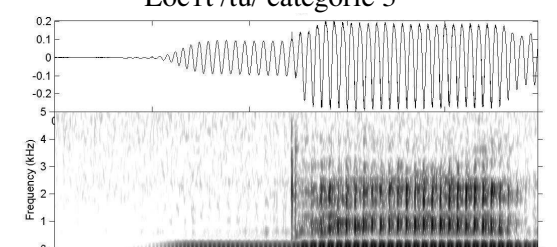
Loc1t /ki/ catégorie 3



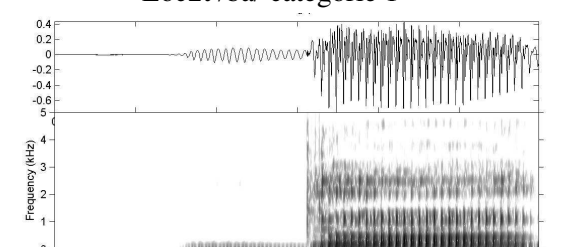
Loc1t /tu/ catégorie 3



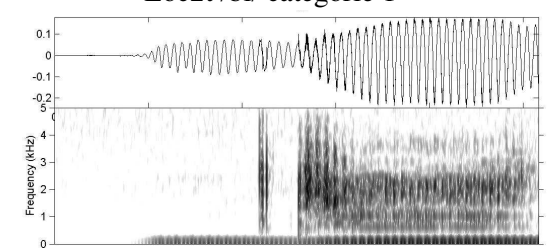
Loc2t /ba/ catégorie 1



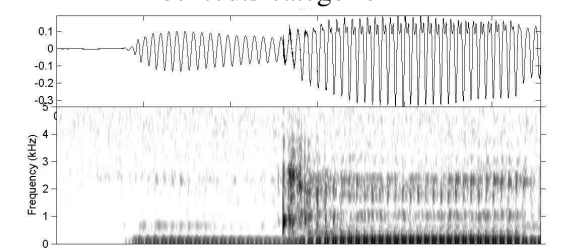
Loc2t /bi/ catégorie 1



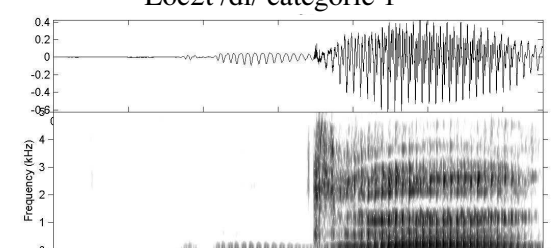
Loc2t /da/ catégorie 1



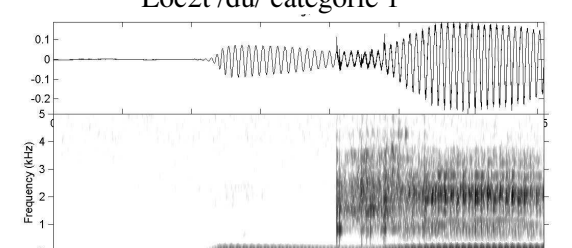
Loc2t /di/ catégorie 1



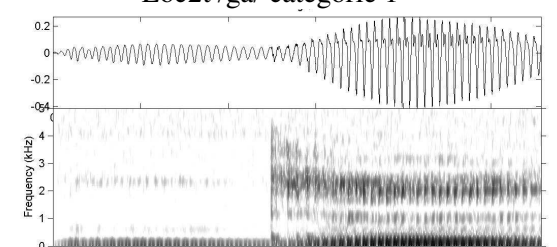
Loc2t /du/ catégorie 1



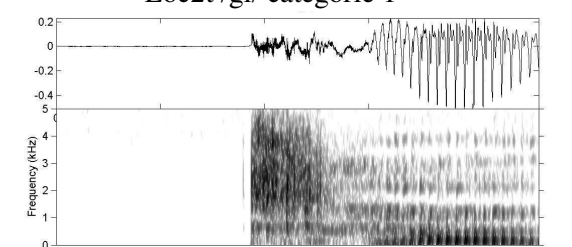
Loc2t /ga/ catégorie 1



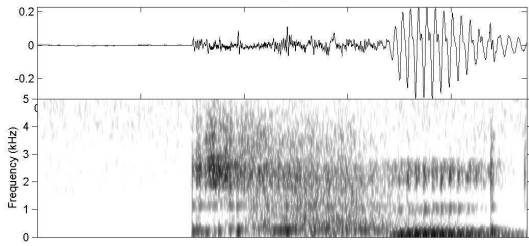
Loc2t /gi/ catégorie 1



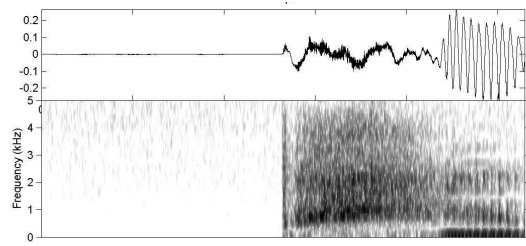
Loc2t /gu/ catégorie 1



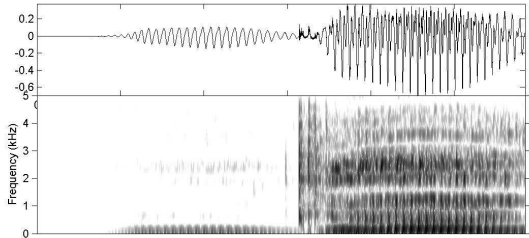
Loc2t /ka/ catégorie 3



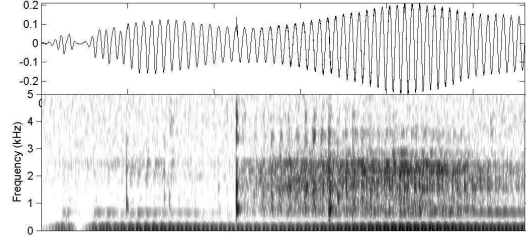
Loc2t /ku/ catégorie 3



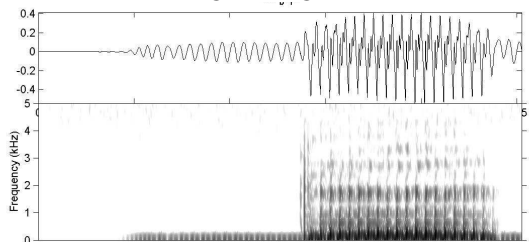
Loc2t /pi/ catégorie 3



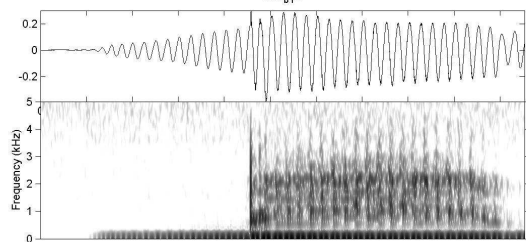
Loc2t /ga/ catégorie 1



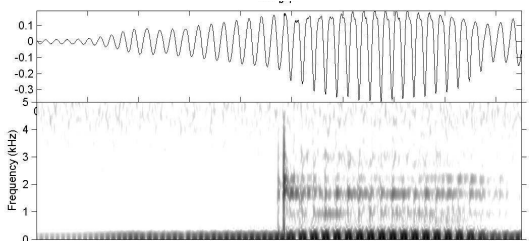
Loc2t /gi/ catégorie 1



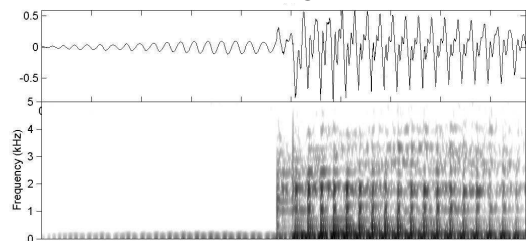
Loc3t /ba/ catégorie 1



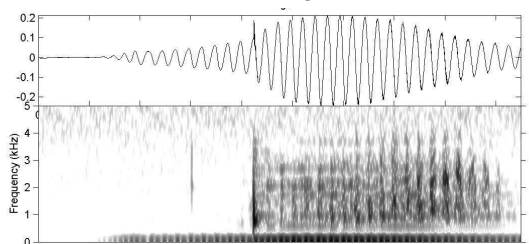
Loc3t /bi/ catégorie 1



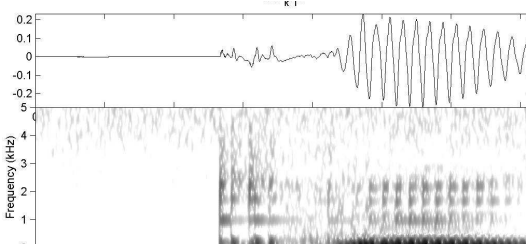
Loc3t /bu/ catégorie 1



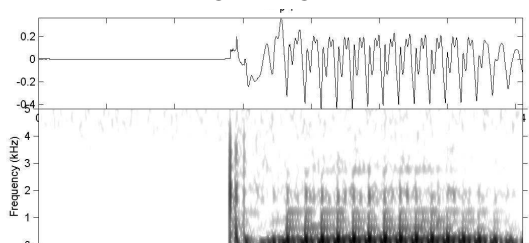
Loc3t /da/ catégorie 1



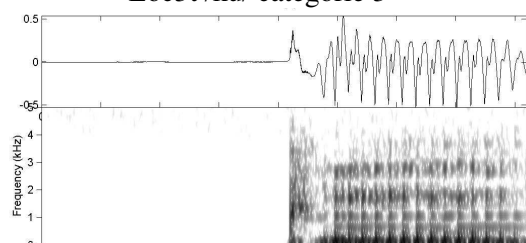
Loc3t /gi/ catégorie 1



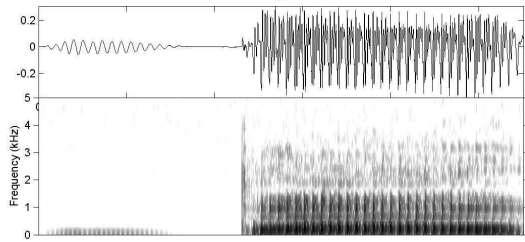
Loc3t /ku/ catégorie 3



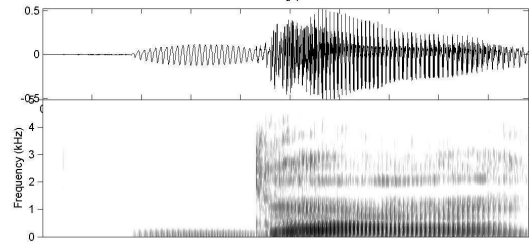
Loc3t /pa/ catégorie 3



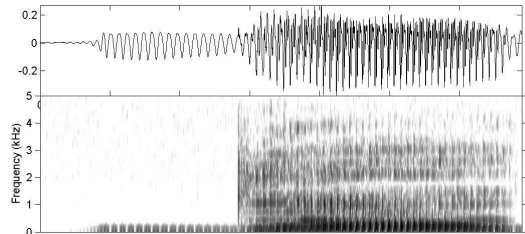
Loc3t /ta/ catégorie 3



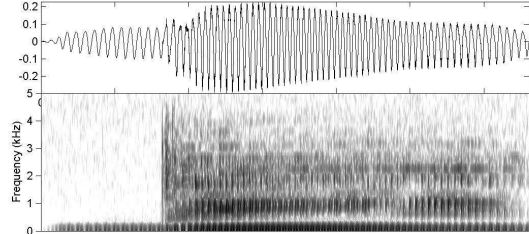
Loc4t /ba/ catégorie 2



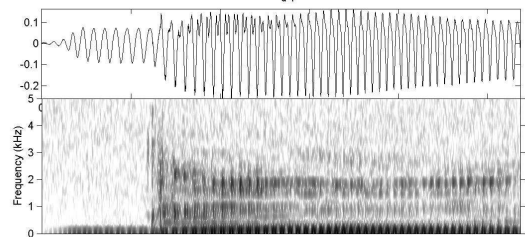
Loc4t /da/ catégorie 1



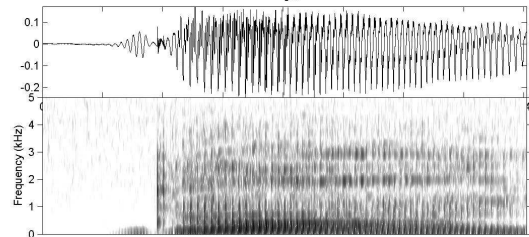
Loc4t /da/ catégorie 1



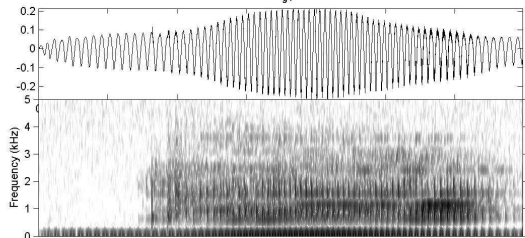
Loc4t /di/ catégorie 1



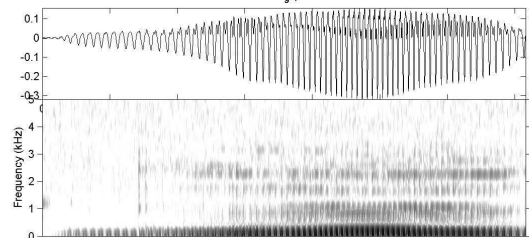
Loc4t /du/ catégorie 1



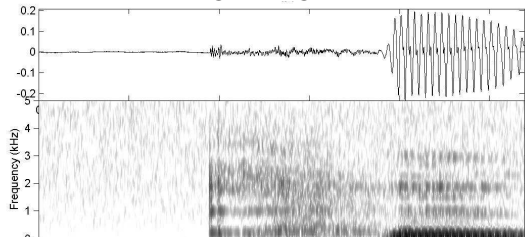
Loc4t /ga/ catégorie 1



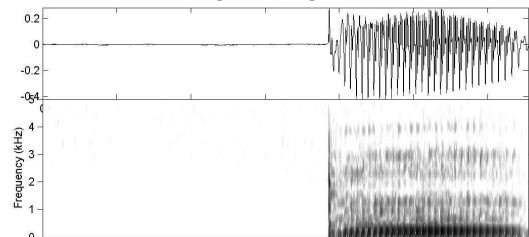
Loc4t /gi/ catégorie 1



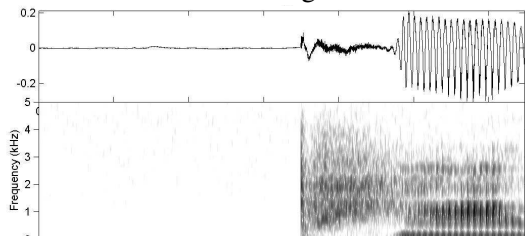
Loc4t /gu/ catégorie 1



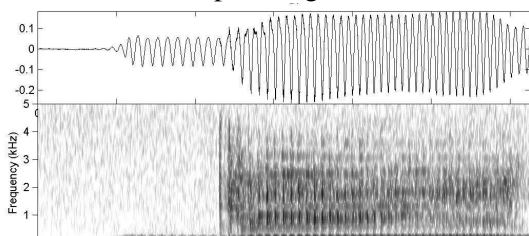
Loc4t /ku/ catégorie 3



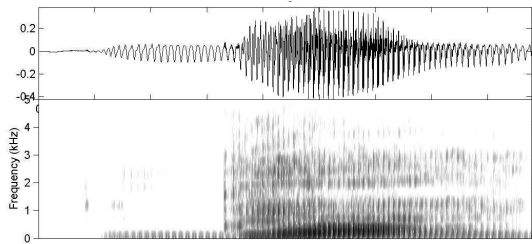
Loc4t /pa/ catégorie 3



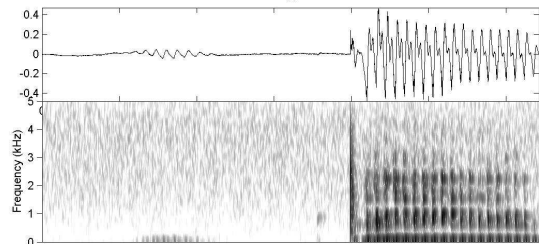
Loc4t /pi/ catégorie 3



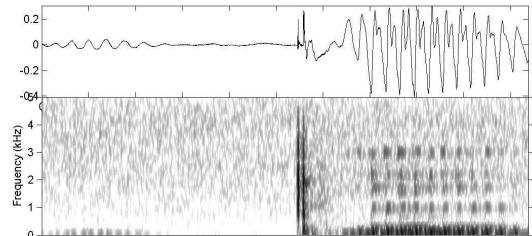
Loc4t /di/ catégorie 1



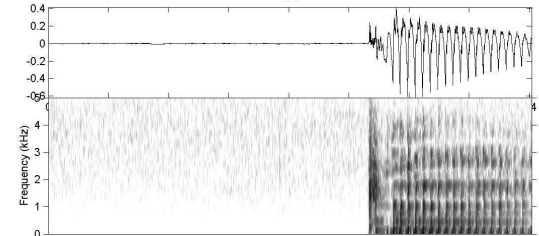
Loc4t /ga/ catégorie 1



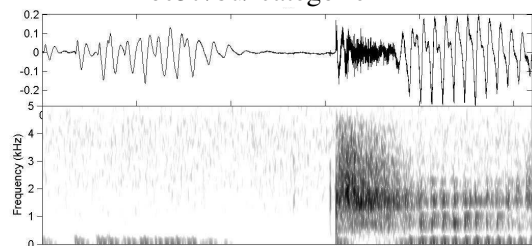
Loc5t /bi/ catégorie 2



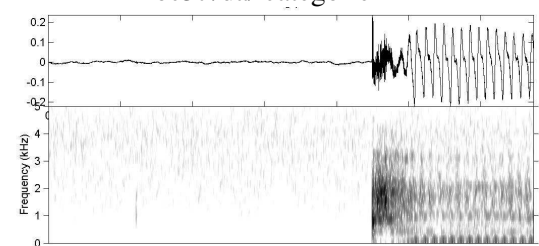
Loc5t /bu/ catégorie 2



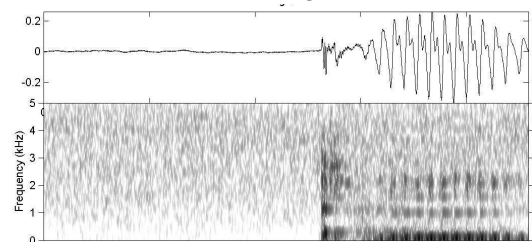
Loc5t /da/ catégorie 2



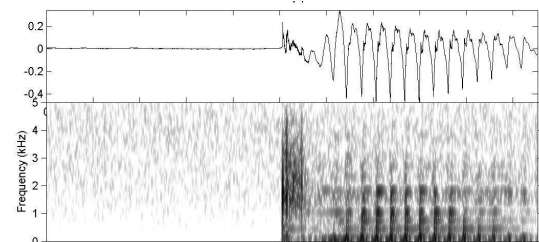
Loc5t /di/ catégorie 2



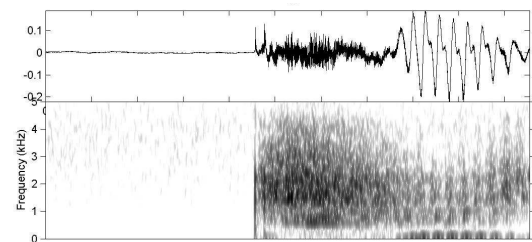
Loc5t /du/ catégorie 2



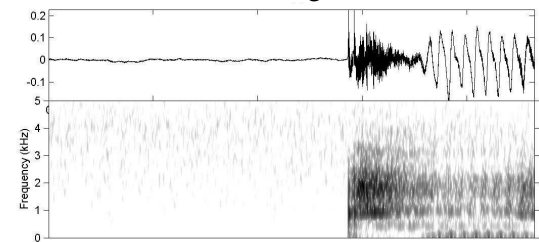
Loc5t /gu/ catégorie 2



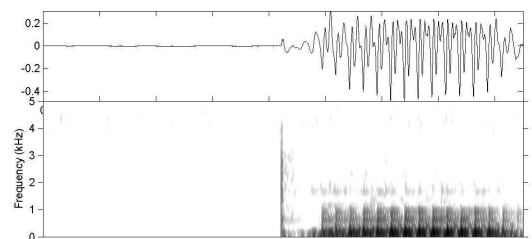
Loc5t /ta/ catégorie 3



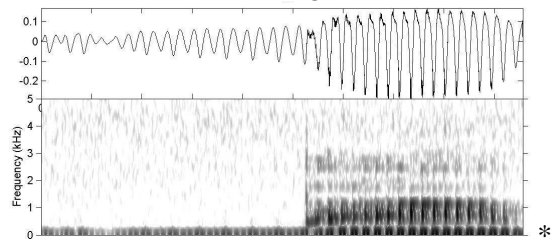
Loc5t /ti/ catégorie 3



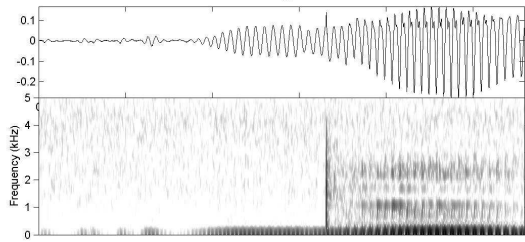
Loc5t /tu/ catégorie 3



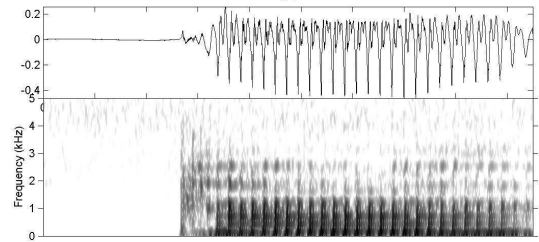
Loc6t /ba/ catégorie 2



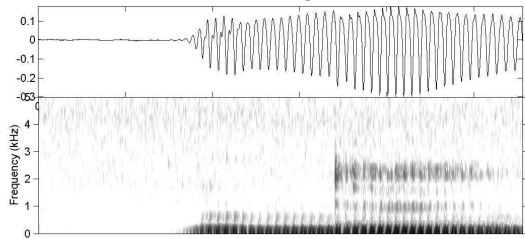
Loc6t /bi/ catégorie 1 *



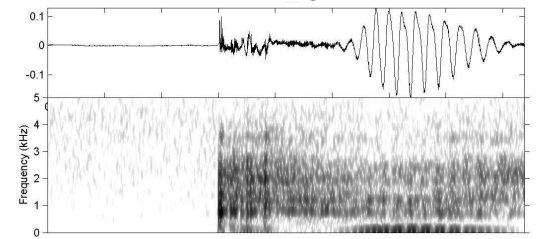
Loc6t /bu/ catégorie 1



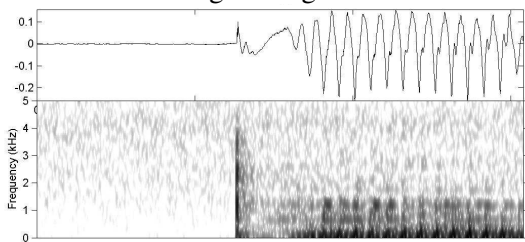
Loc6t /da/ catégorie 2



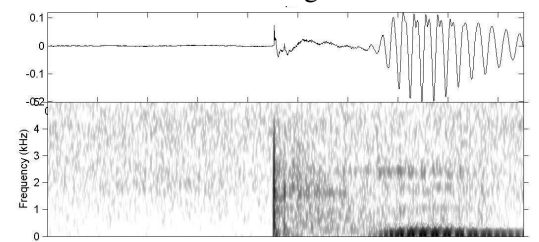
Loc6t /gu/ catégorie 1



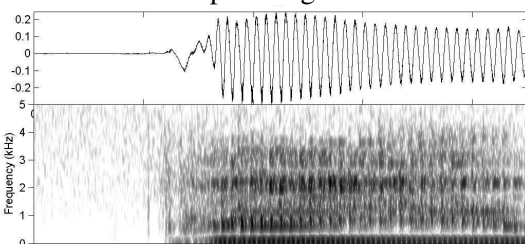
Loc6t /ki/ catégorie 3



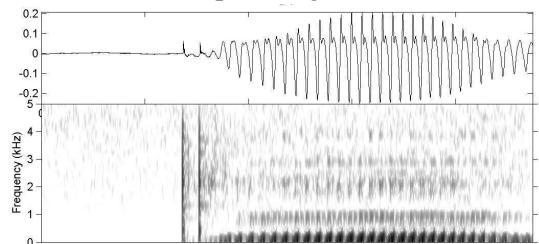
Loc6t /pa/ catégorie 3



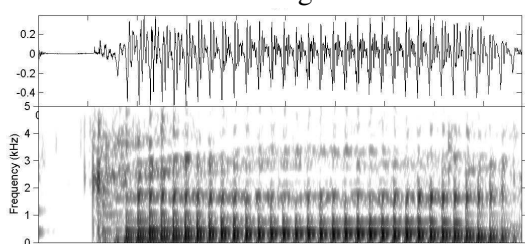
Loc6t /pu/ catégorie 3



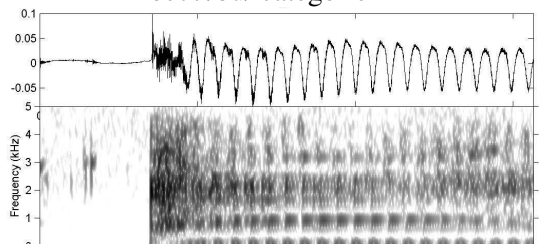
Loc7t /bi/ catégorie 2



Loc7t /bu/ catégorie 2



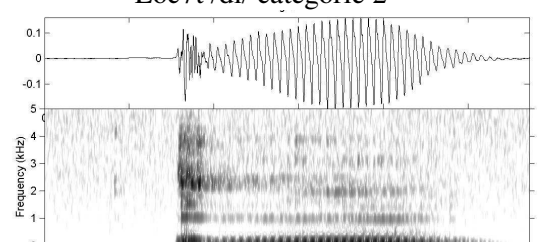
Loc7t /da/ catégorie 2



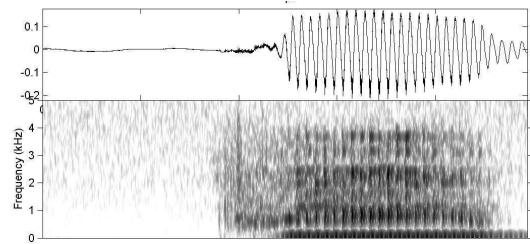
Loc7t /di/ catégorie 2



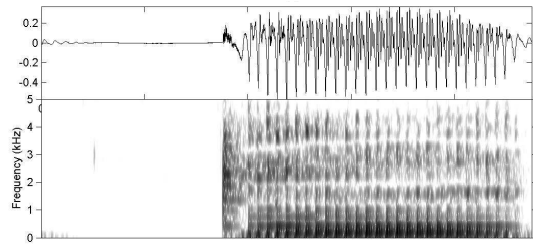
Loc7t /ga/ catégorie 2



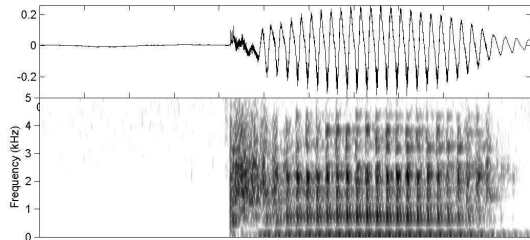
Loc7t /gu/ catégorie 2



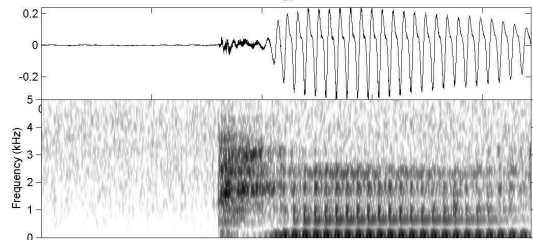
Loc7t /pi/ catégorie 3



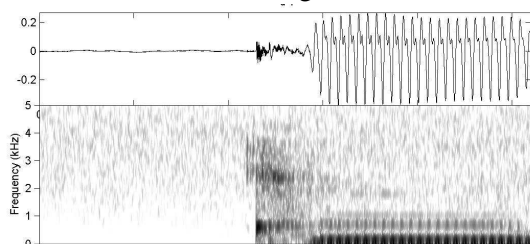
Loc7t /ta/ catégorie 3



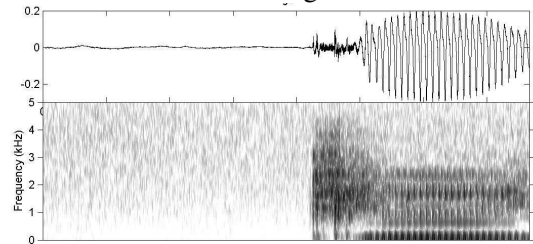
Loc7t /ti/ catégorie 3



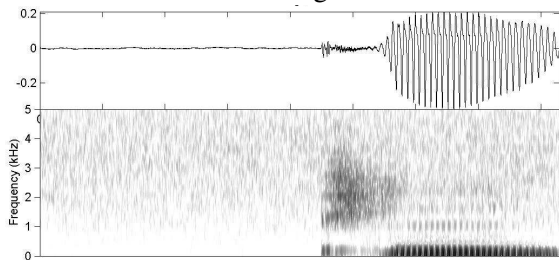
Loc8t /di/ catégorie 2



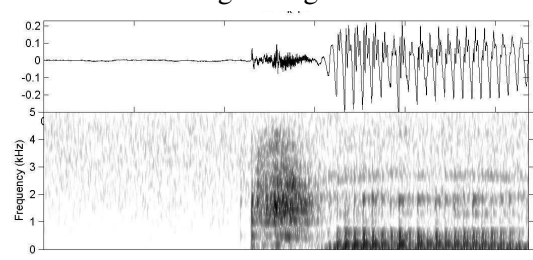
Loc8t /du/ catégorie 2



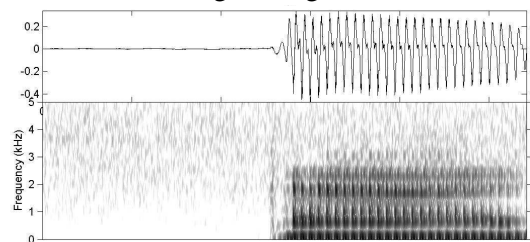
Loc8t /gi/ catégorie 2



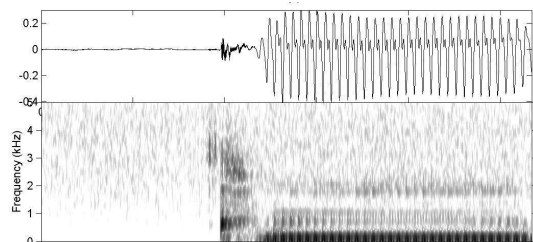
Loc8t /gu/ catégorie 2



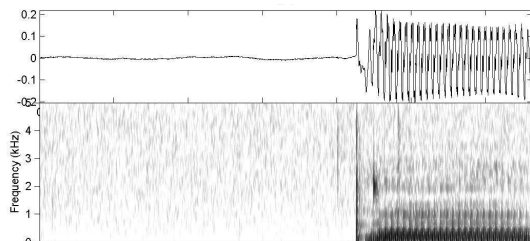
Loc8t /ka/ catégorie 3



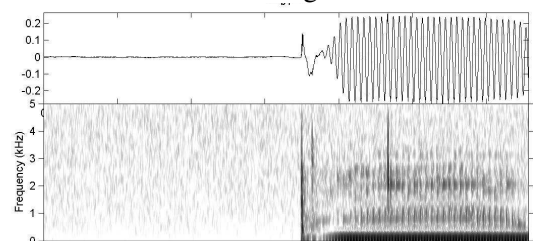
Loc8t /pi/ catégorie 3



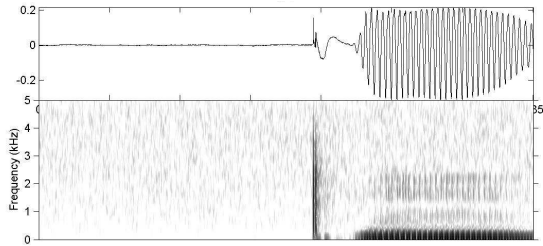
Loc8t /tu/ catégorie 3



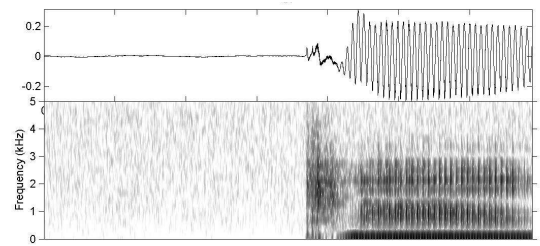
Loc9t /ba/ catégorie 2



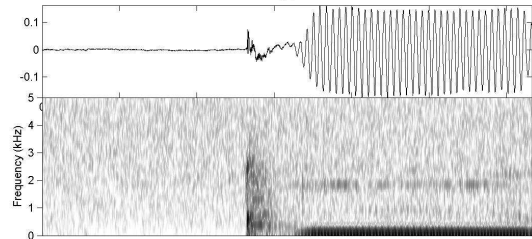
Loc9t /bi/ catégorie 2



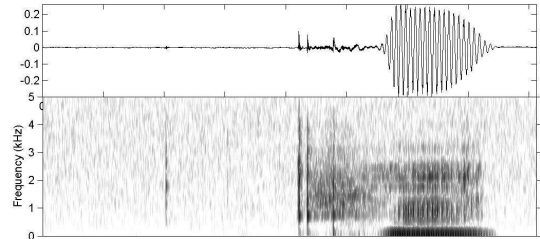
Loc9t /bu/ catégorie 2



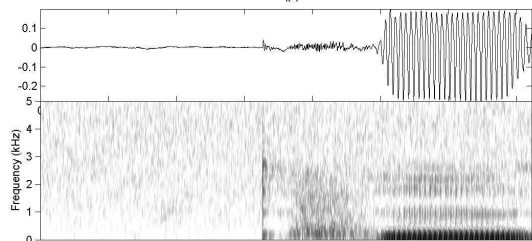
Loc9t /di/ catégorie 2



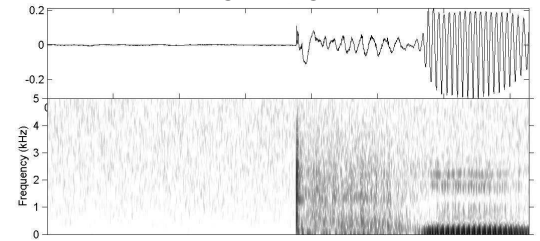
Loc9t /du/ catégorie 2



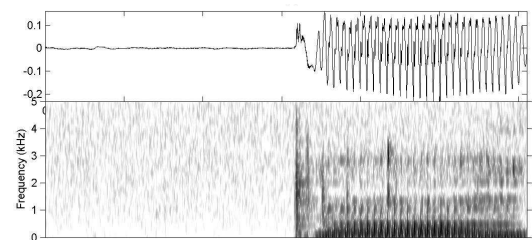
Loc9t /gi/ catégorie 2



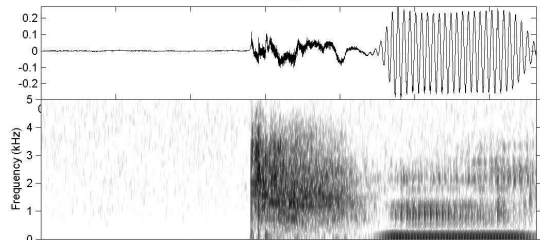
Loc9t /ku/ catégorie 3



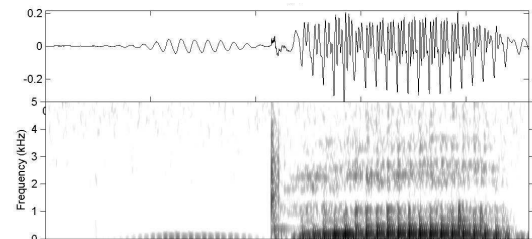
Loc9t /pu/ catégorie 3



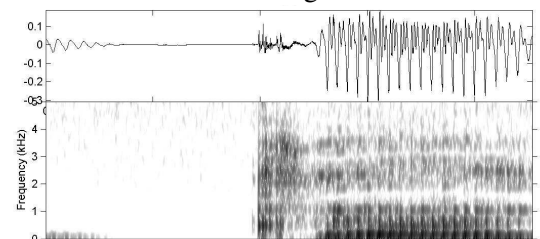
Loc9t /ta/ catégorie 3



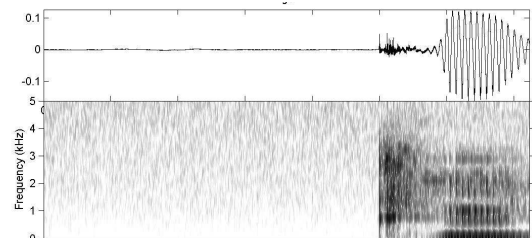
Loc9t /ti/ catégorie 3



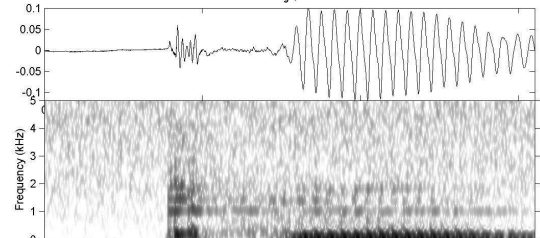
Loc10t /ba/ catégorie 1



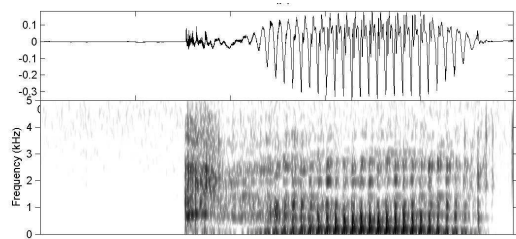
Loc10t /ga/ catégorie 2



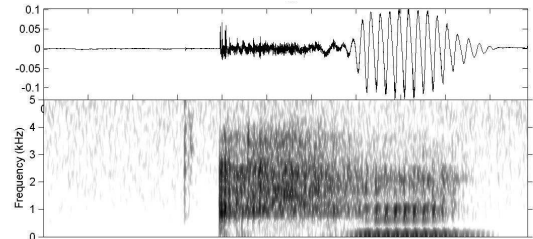
Loc10t /gi/ catégorie 2



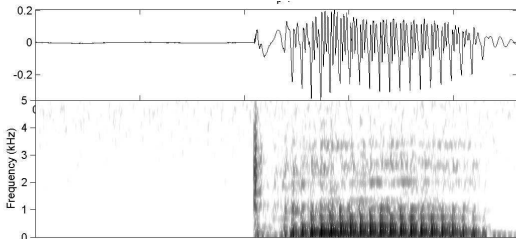
Loc10t /gu/ catégorie 2



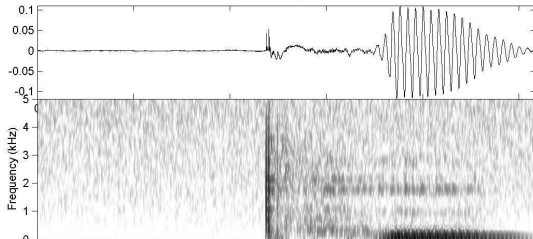
Loc10t /ka/ catégorie 3



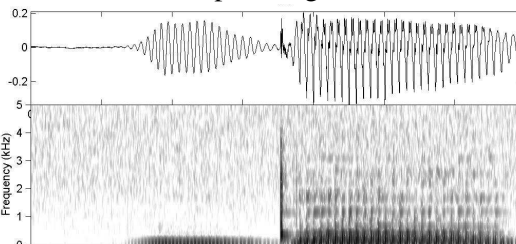
Loc10t /ki/ catégorie 3



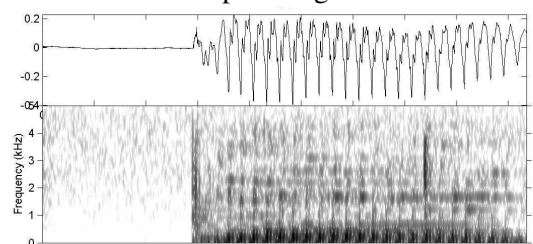
Loc10t /pa/ catégorie 3



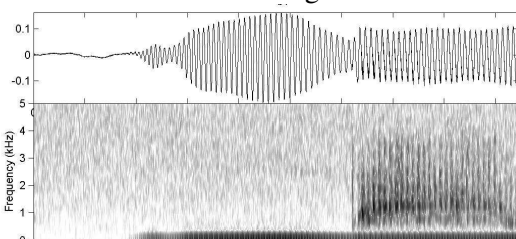
Loc10t /pu/ catégorie 3



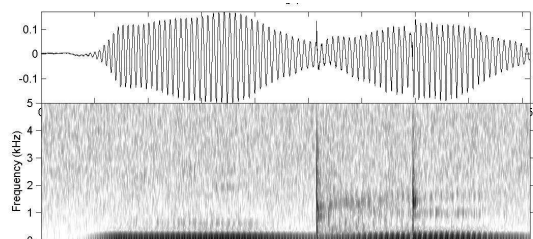
Loc11t /ba/ catégorie 1



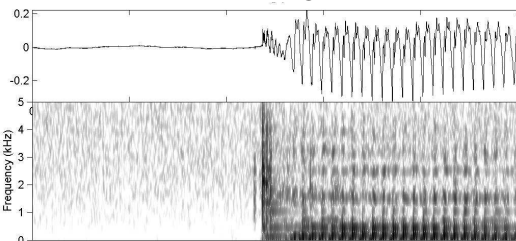
Loc11t /ba/ catégorie 2



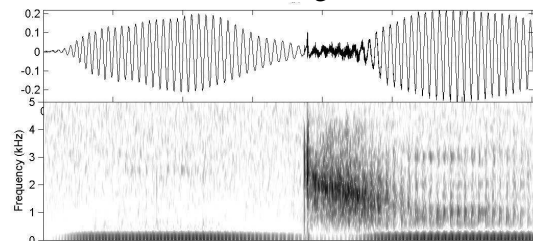
Loc11t /bi/ catégorie 1



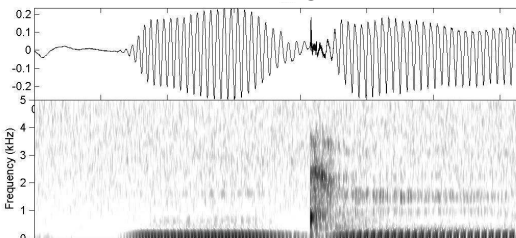
Loc11t /bu/ catégorie 1



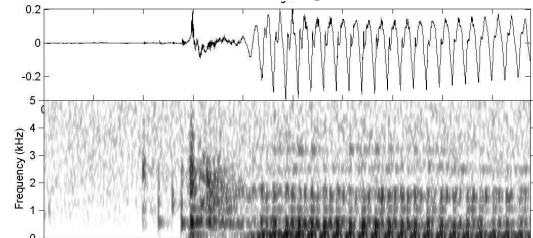
Loc11t /da/ catégorie 2



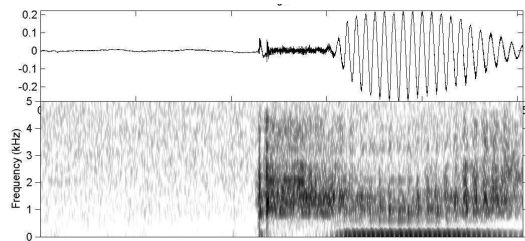
Loc11t /di/ catégorie 1



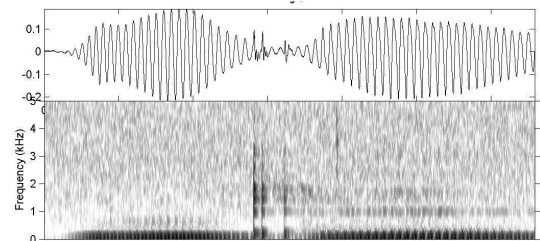
Loc11t /du/ catégorie 1



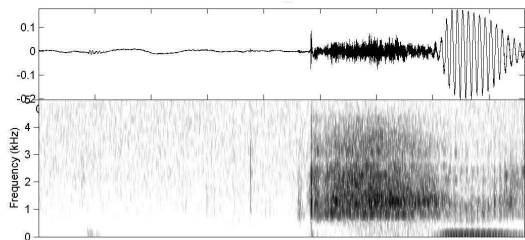
Loc11t /ga/ catégorie 2



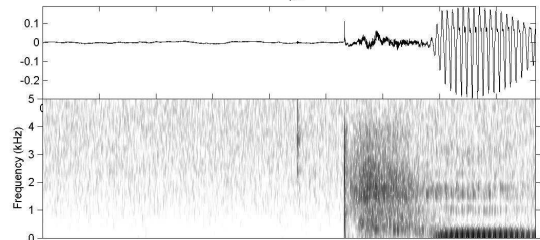
Loc11t /gi/ catégorie 2



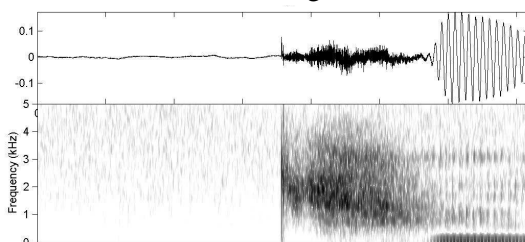
Loc11t /gu/ catégorie 1



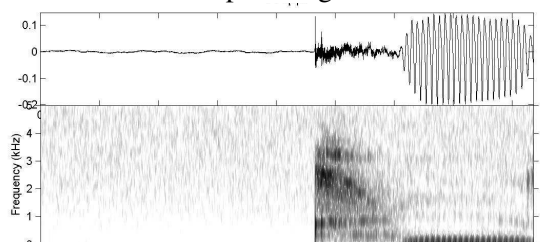
Loc11t /ki/ catégorie 3



Loc11t /pu/ catégorie 3



Loc11t /ti/ catégorie 3

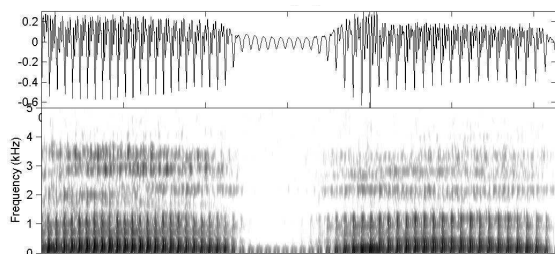


Loc11t /tu/ catégorie 3

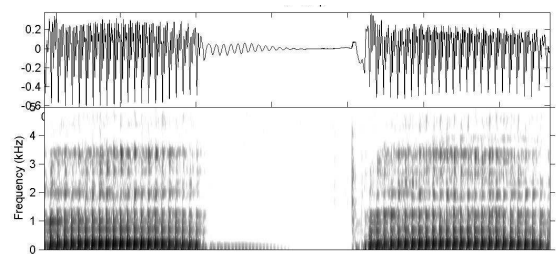
Document 14 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaises en position intervocalique pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs

Pour chaque son, nous présentons sous son spectrogramme :

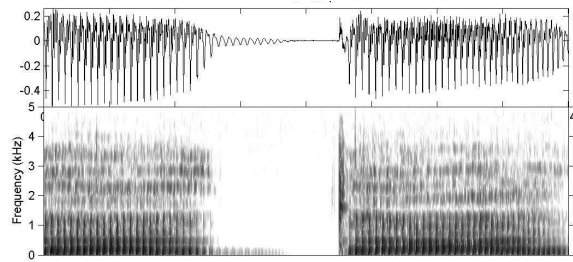
- La locutrice qui l'a réalisé (Loc1t à Loc11t)
- La syllabe cible pour le test (consonnes /b d g p t k/ avec les voyelles /a i u/)
- La catégorie du son pour le test de perception :
 - ... Catégorie 1= son présenté comme voisé
 - ... Catégorie 2 = son présenté comme dévoisé
 - ... Catégorie 3 = son présenté comme sourd



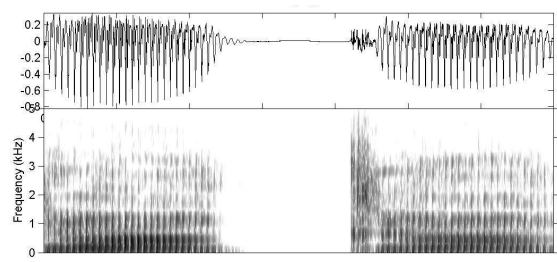
Loc1t /aba/ catégorie 1



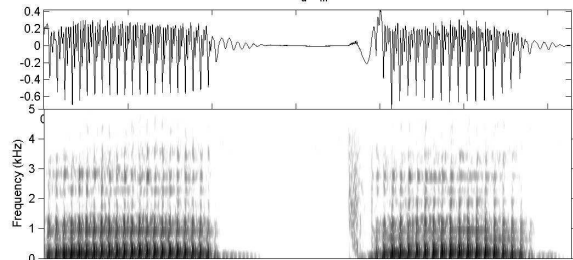
Loc1t /aba/ catégorie 2



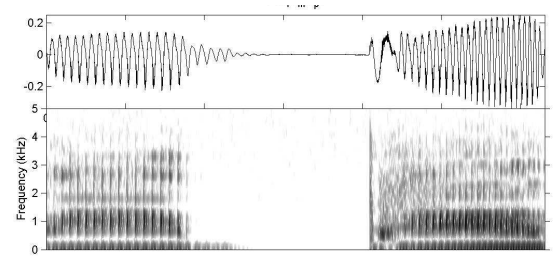
Loc1t /ada/ catégorie 2



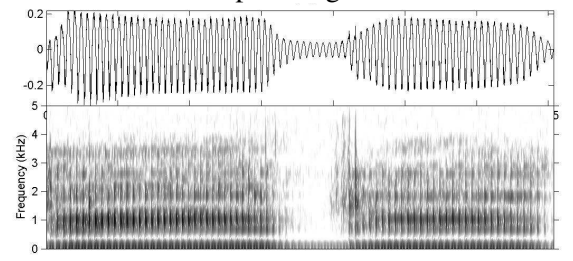
Loc1t /aka/ catégorie 3



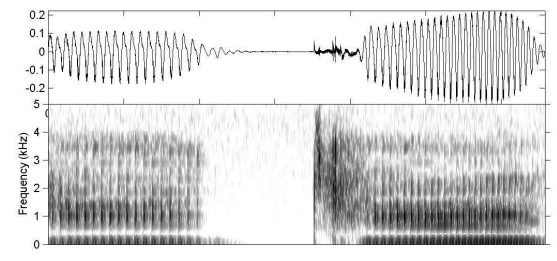
Loc1t /apa/ catégorie 3



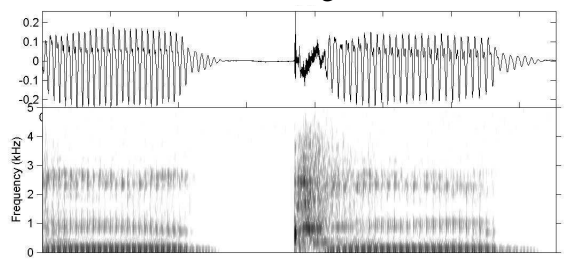
Loc1t /ibi/ catégorie 2



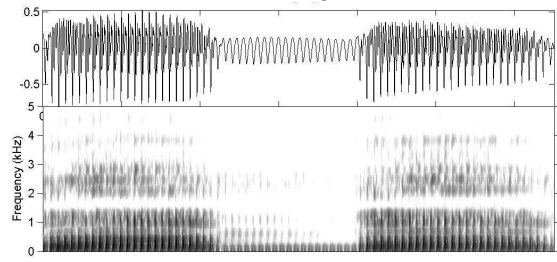
Loc1t /idi/ catégorie 1



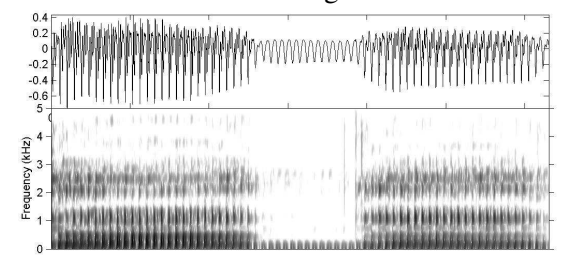
Loc1t /idi/ catégorie 2



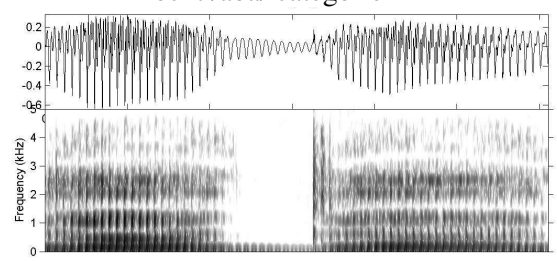
Loc1t /utu/ catégorie 3



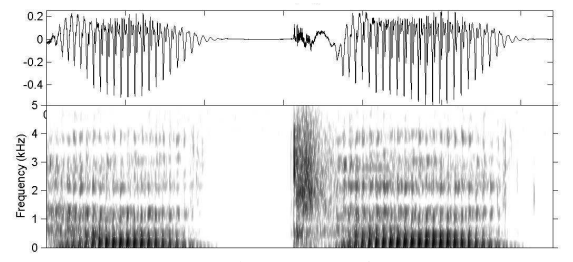
Loc2t /aba/ catégorie 1



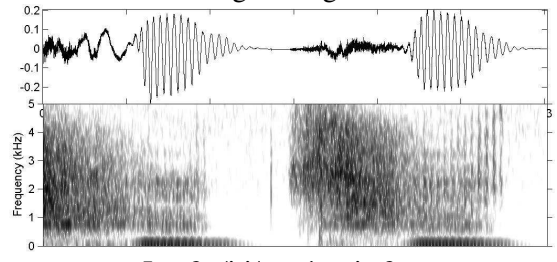
Loc2t /ada/ catégorie 1



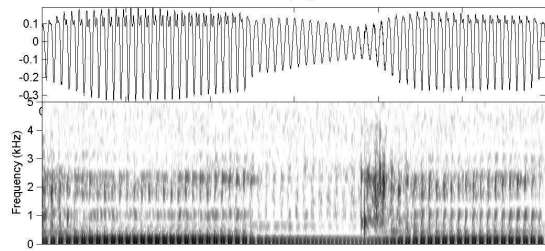
Loc2t /aga/ catégorie 1



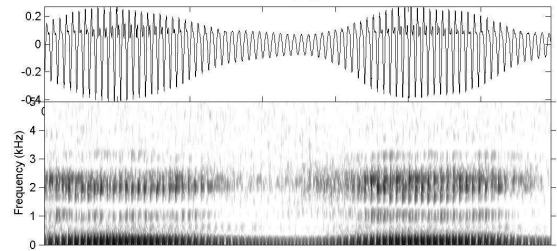
Loc2t /aka/ catégorie 3



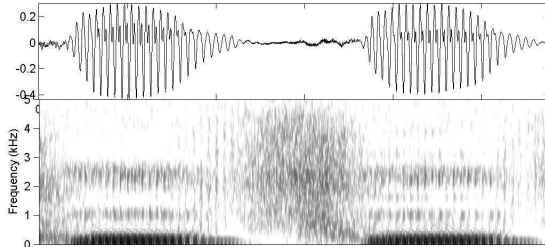
Loc2t /iti/ catégorie 3



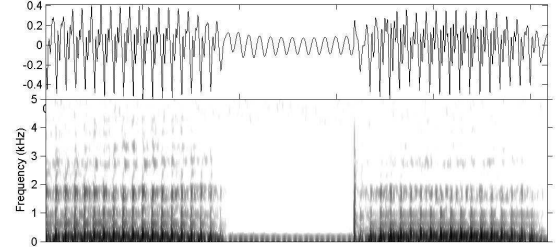
Loc2t /udu/ catégorie 1



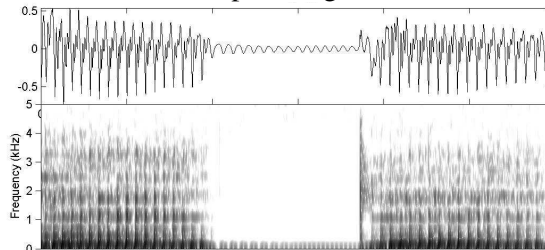
Loc2t /ugu/ catégorie 1



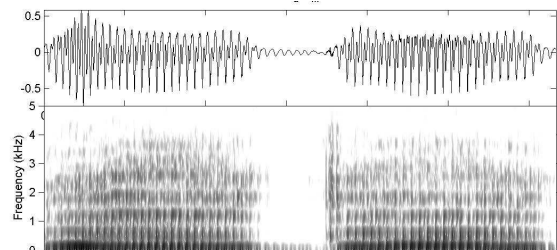
Loc2t /upu/ catégorie 3



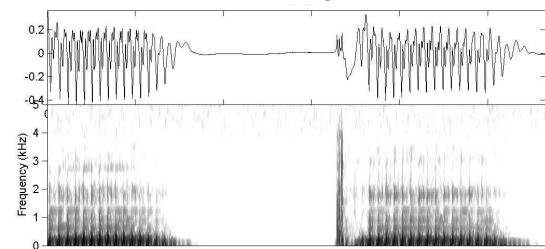
Loc3t /aba/ catégorie 1



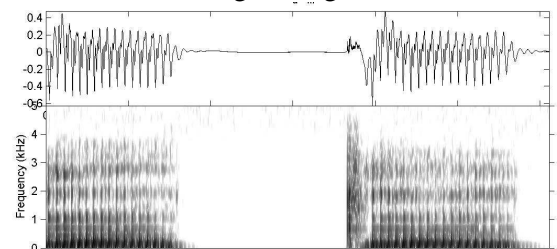
Loc3t /ada/ catégorie 1



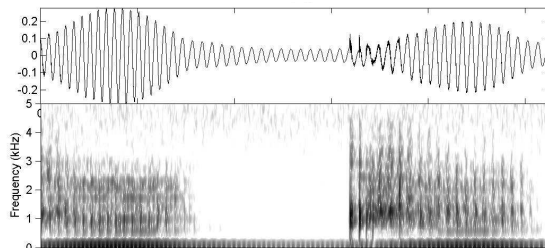
Loc3t /aga/ catégorie 1



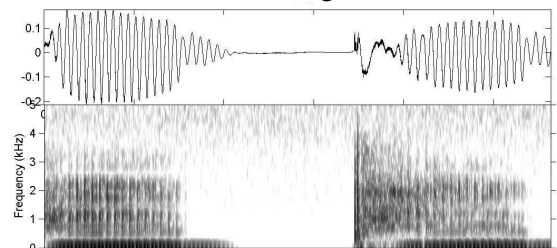
Loc3t /apa/ catégorie 3



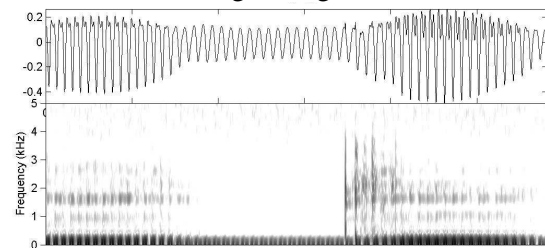
Loc3t /ata/ catégorie 3



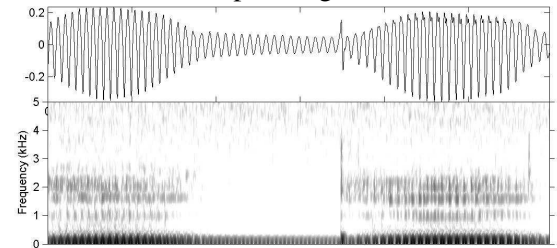
Loc3t /igi/ catégorie 1



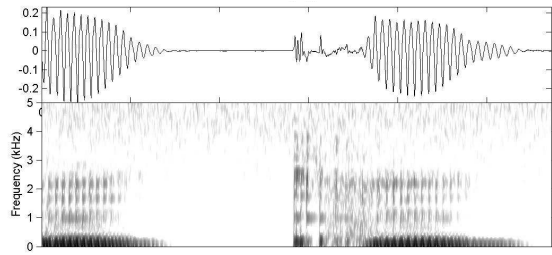
Loc3t /ipi/ catégorie 3



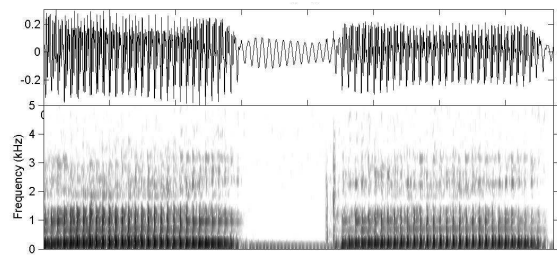
Loc3t /ubu/ catégorie 1



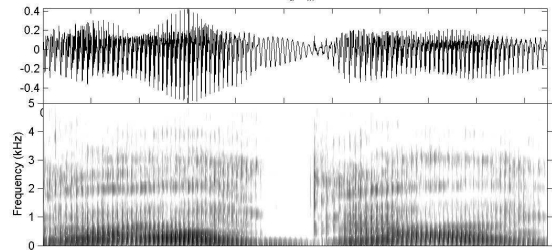
Loc3t /ugu/ catégorie 1



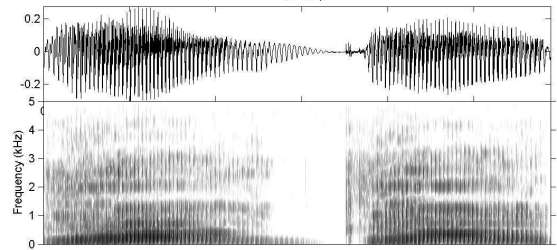
Loc3t /uku/ catégorie 3



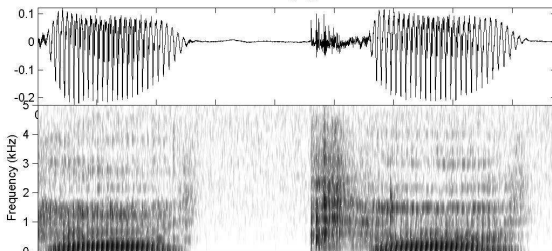
Loc4t /aba/ catégorie 1



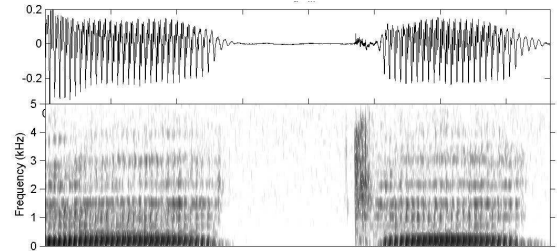
Loc4t /aga/ catégorie 1



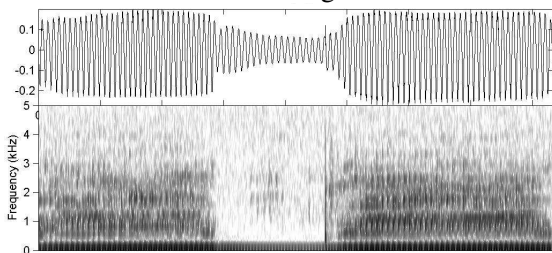
Loc4t /aga/ catégorie 2



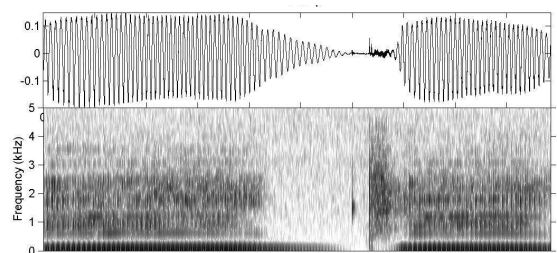
Loc4t /aka/ catégorie 3



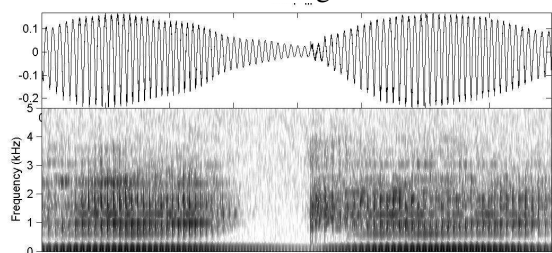
Loc4t /ata/ catégorie 3



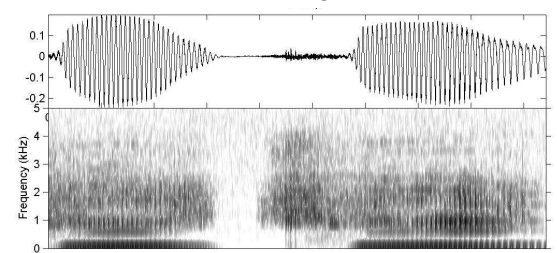
Loc4t /ibi/ catégorie 1



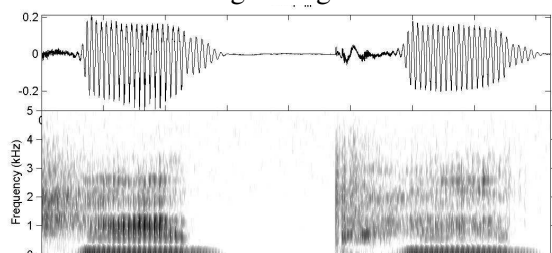
Loc4t /idi/ catégorie 2



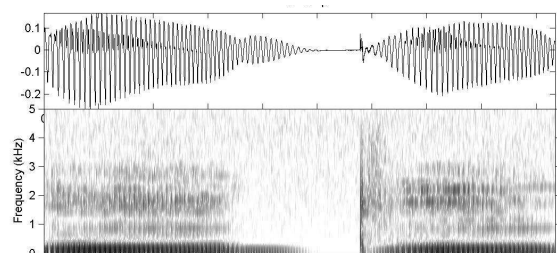
Loc4t /igi/ catégorie 1



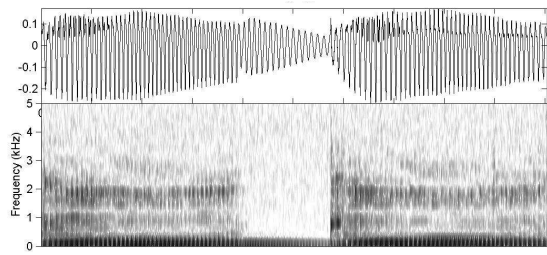
Loc4t /igi/ catégorie 2



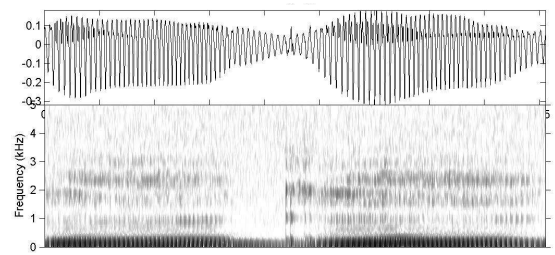
Loc4t /ipi/ catégorie 3



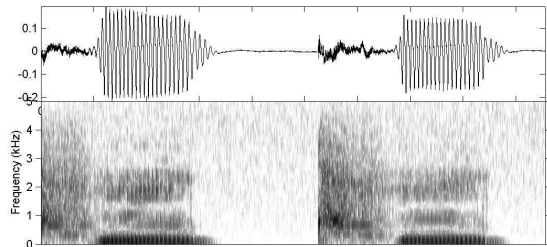
Loc4t /ubu/ catégorie 2



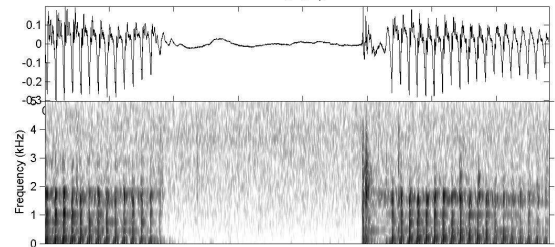
Loc4t /udu/ catégorie 1



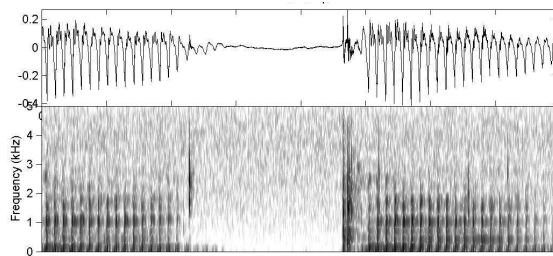
Loc4t /ugu/ catégorie 1



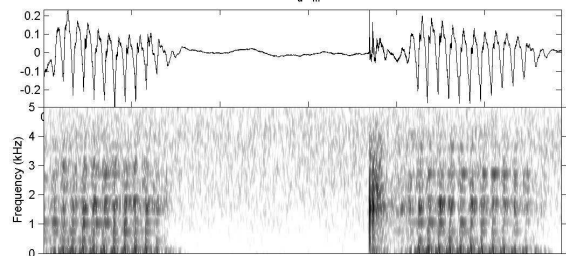
Loc4t /utu/ catégorie 3



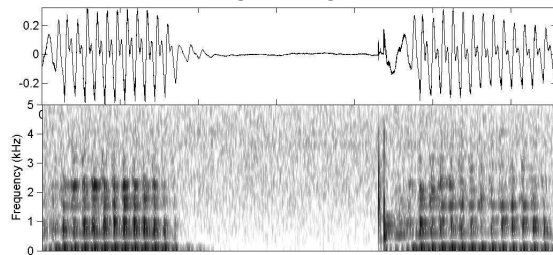
Loc5t /ada/ catégorie 2



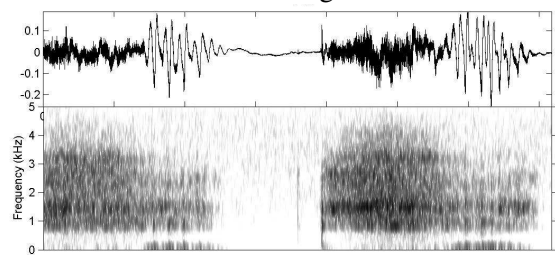
Loc5t /aga/ catégorie 2



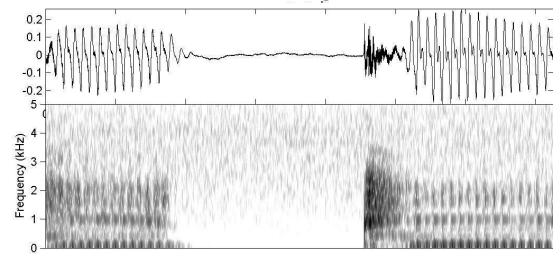
Loc5t /ata/ catégorie 3



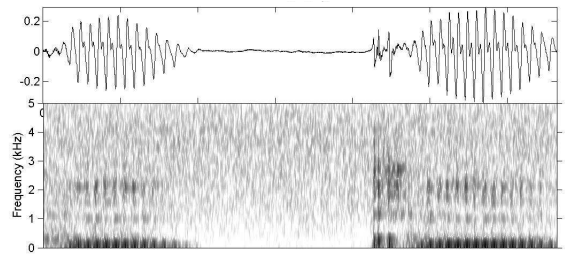
Loc5t /ibi/ catégorie 2



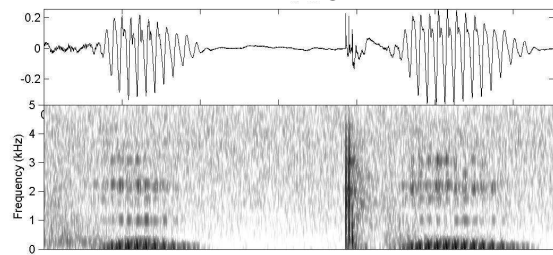
Loc5t /iki/ catégorie 3



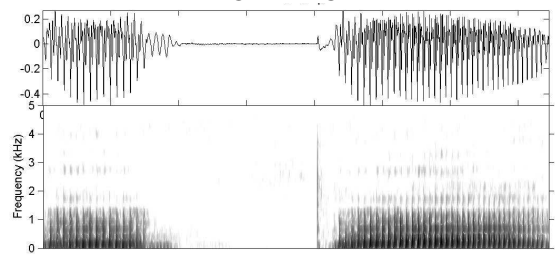
Loc5t /udu/ catégorie 2



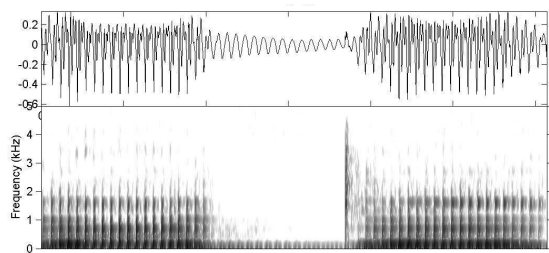
Loc5t /ugu/ catégorie 2



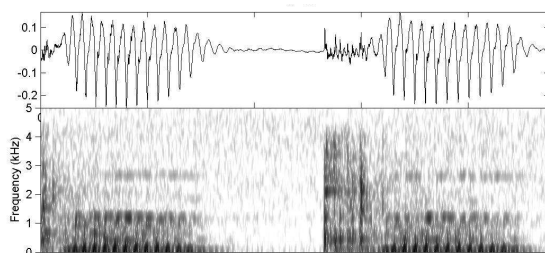
Loc5t /upu/ catégorie 3



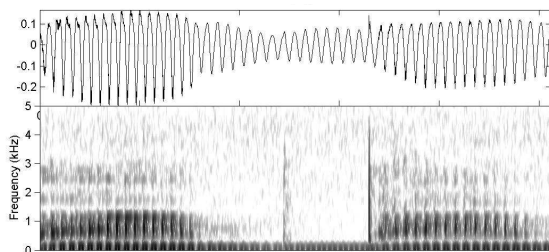
Loc6t /aba/ catégorie 2



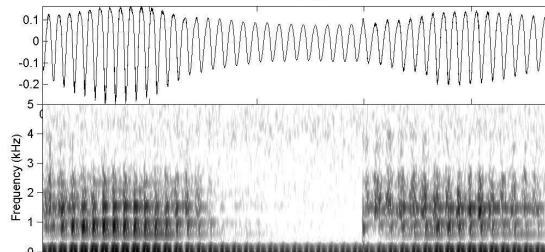
Loc6t /ada/ catégorie 1



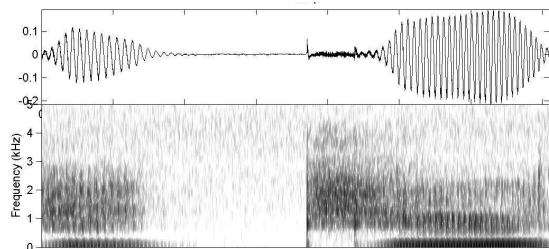
Loc6t /aka/ catégorie 3



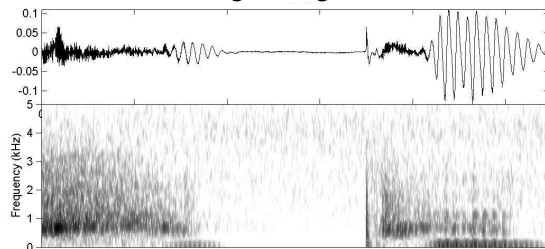
Loc6t /ibi/ catégorie 1



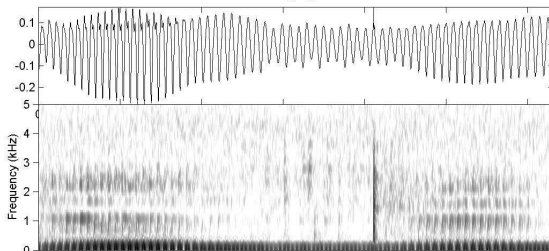
Loc6t /igi/ catégorie 1



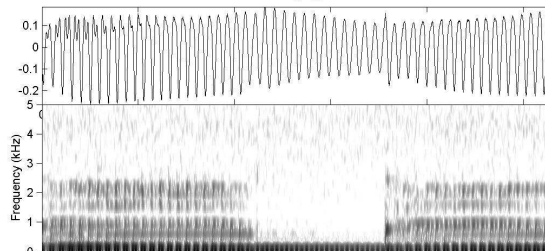
Loc6t /igi/ catégorie 2



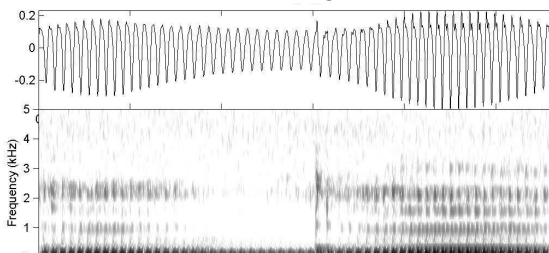
Loc6t /ipi/ catégorie 3



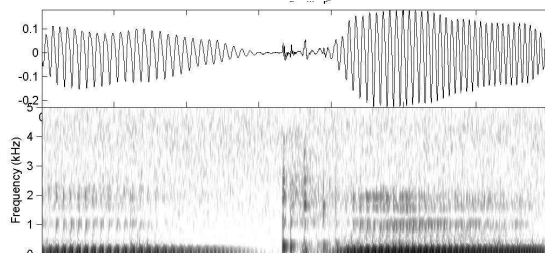
Loc6t /ubu/ catégorie 1



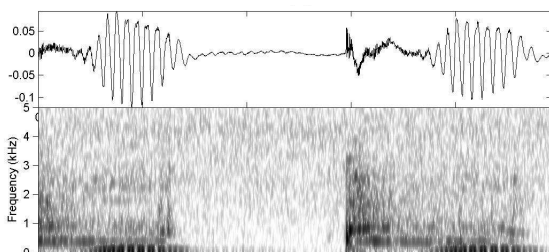
Loc6t /udu/ catégorie 1



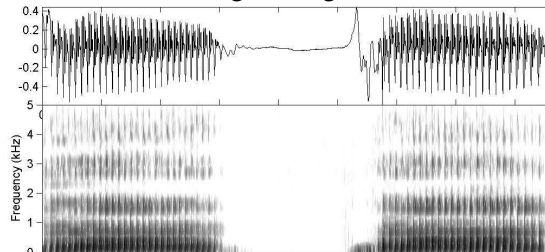
Loc6t /ugu/ catégorie 1



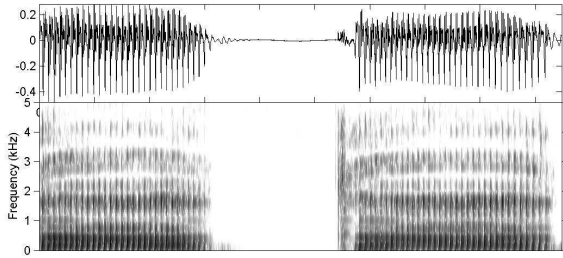
Loc6t /ugu/ catégorie 2



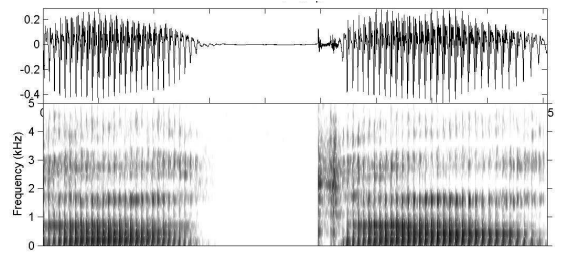
Loc6t /utu/ catégorie 3



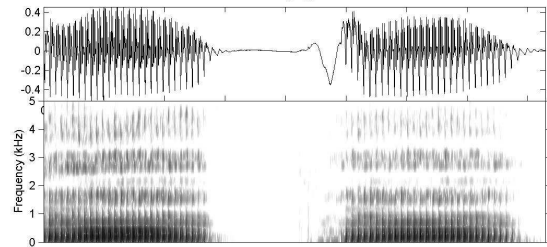
Loc7t /aba/ catégorie 2



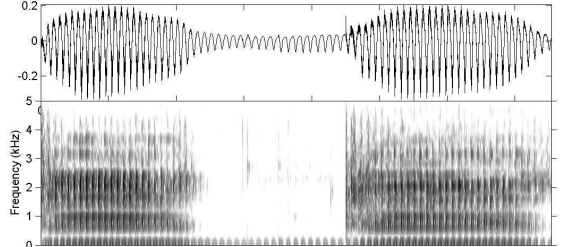
Loc7t /ada/ catégorie 2



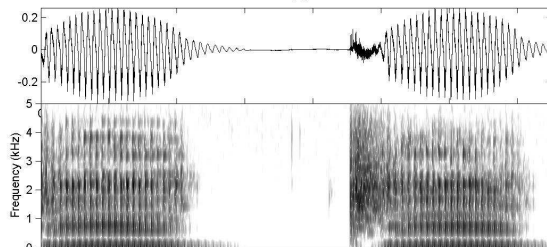
Loc7t /aga/ catégorie 2



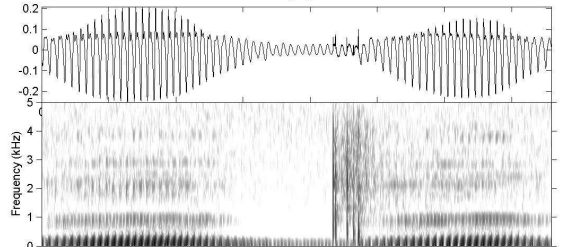
Loc7t /apa/ catégorie 3



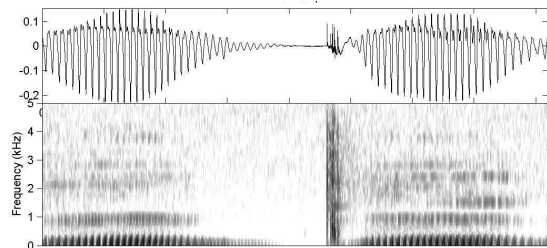
Loc7t /idi/ catégorie 1



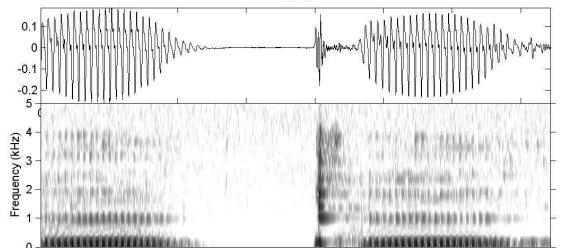
Loc7t /iti/ catégorie 3



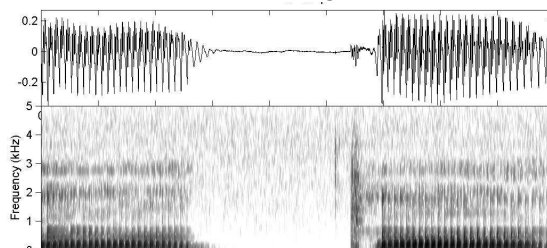
Loc7t /ubu/ catégorie 1



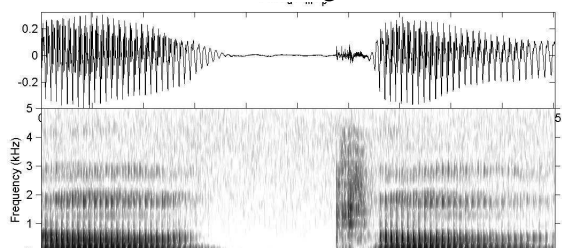
Loc7t /ubu/ catégorie 2



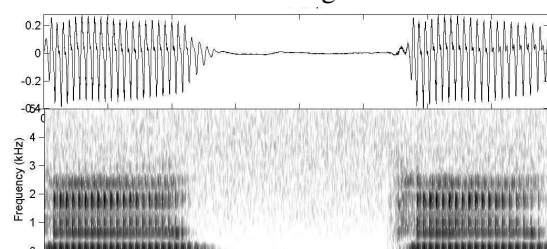
Loc7t /uku/ catégorie 3



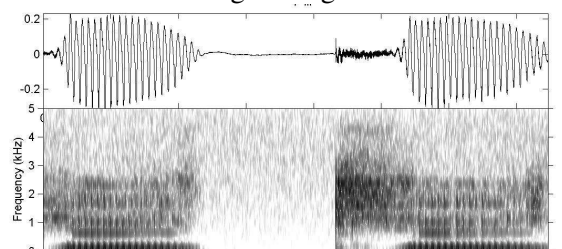
Loc8t /ada/ catégorie 2



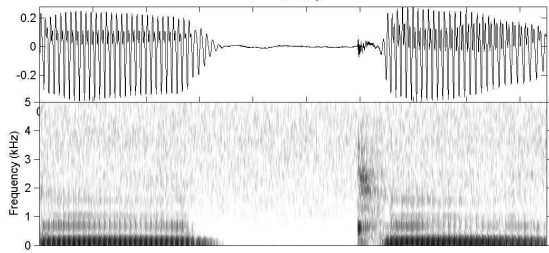
Loc8t /aga/ catégorie 2



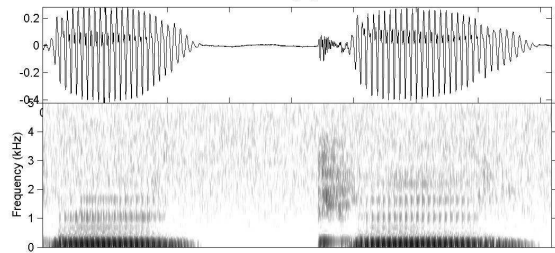
Loc8t /ibi/ catégorie 2



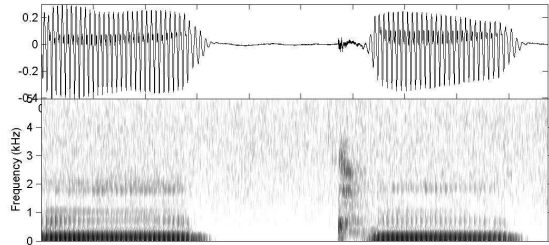
Loc8t /iki/ catégorie 3



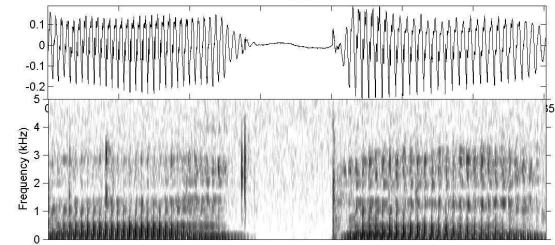
Loc8t /udu/ catégorie 2



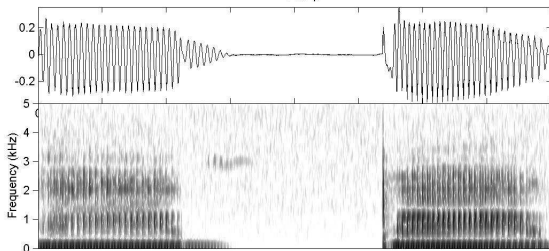
Loc8t /uku/ catégorie 3



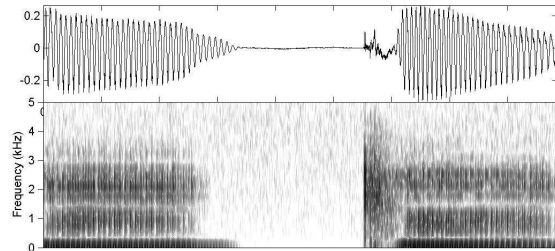
Loc8t /utu/ catégorie 3



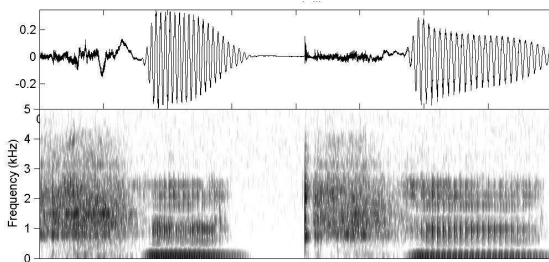
Loc9t /ata/ catégorie 3



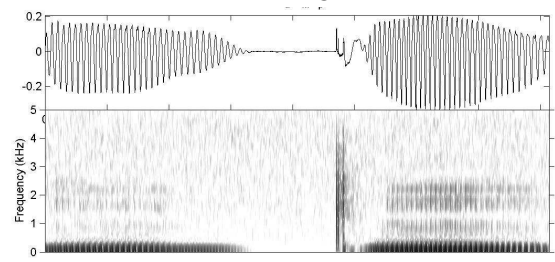
Loc9t /ibi/ catégorie 2



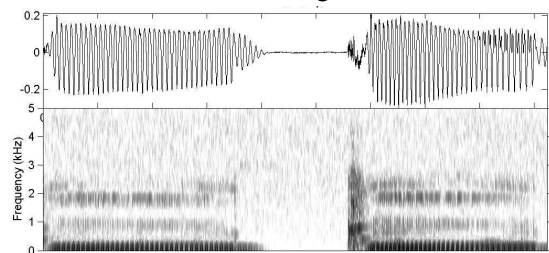
Loc9t /idi/ catégorie 2



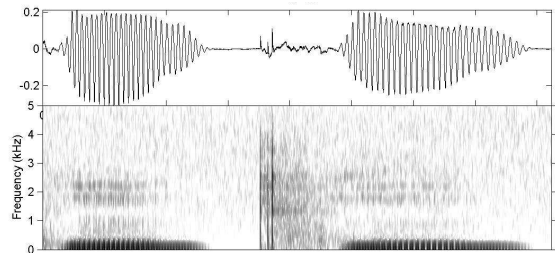
Loc9t /iki/ catégorie 3



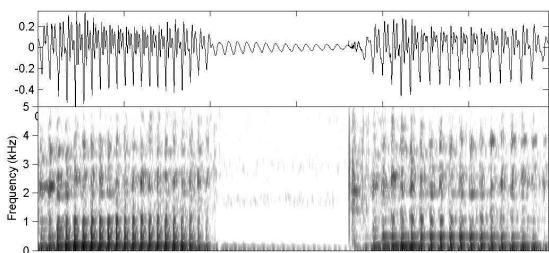
Loc9t /ubu/ catégorie 2



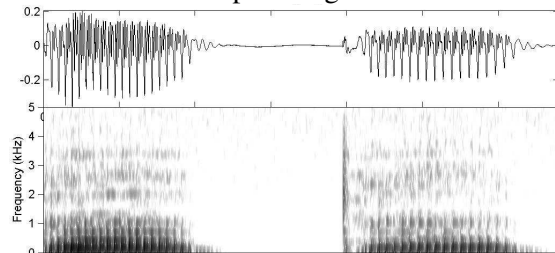
Loc9t /udu/ catégorie 2



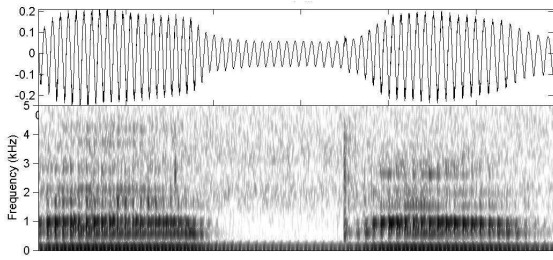
Loc9t /upu/ catégorie 3



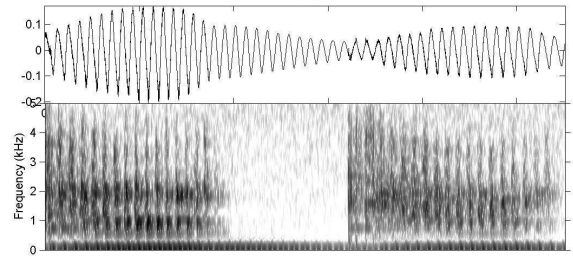
Loc10t /ada/ catégorie 1



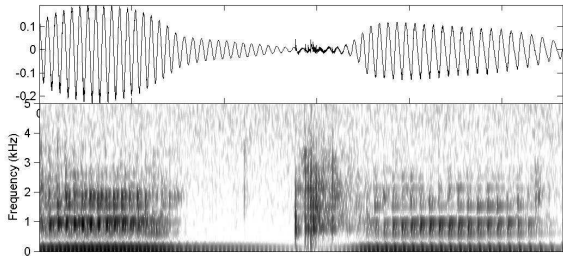
Loc10t /apa/ catégorie 3



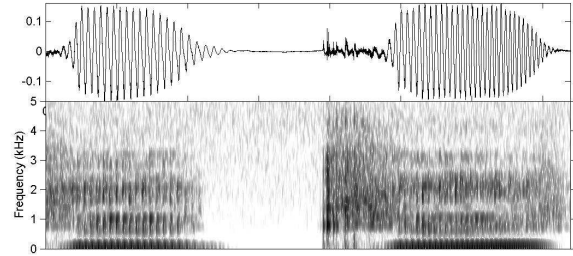
Loc10t /ibi/ catégorie 1



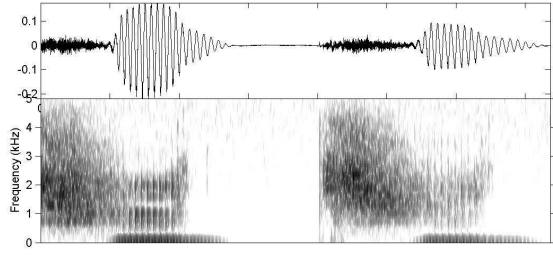
Loc10t /idi/ catégorie 1



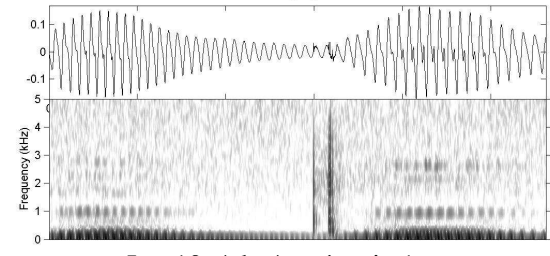
Loc10t /igi/ catégorie 1



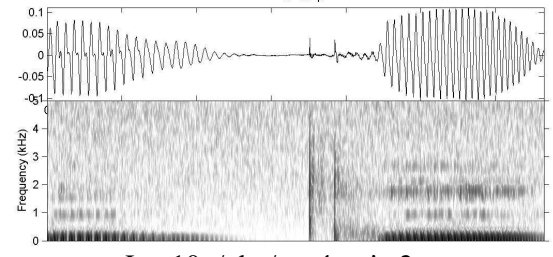
Loc10t /igi/ catégorie 2



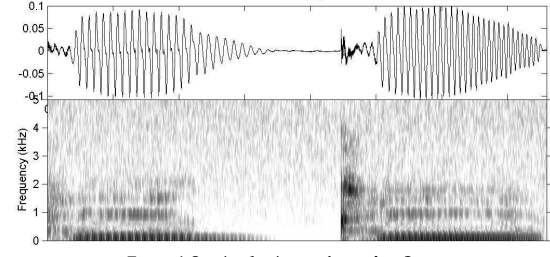
Loc10t /iti/ catégorie 3



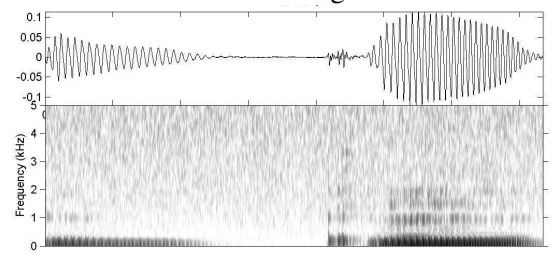
Loc10t /ubu/ catégorie 1



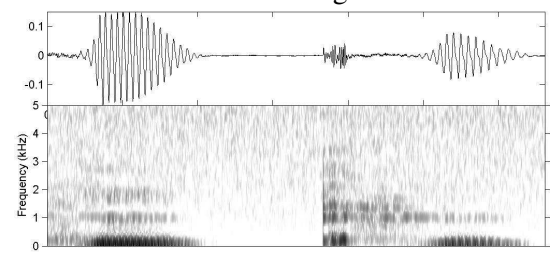
Loc10t /ubu/ catégorie 2



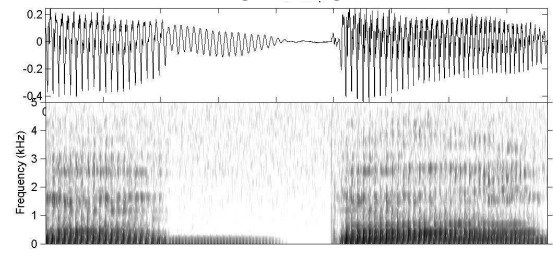
Loc10t /udu/ catégorie 2



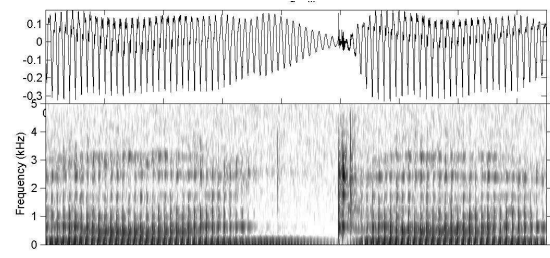
Loc10t /ugu/ catégorie 2



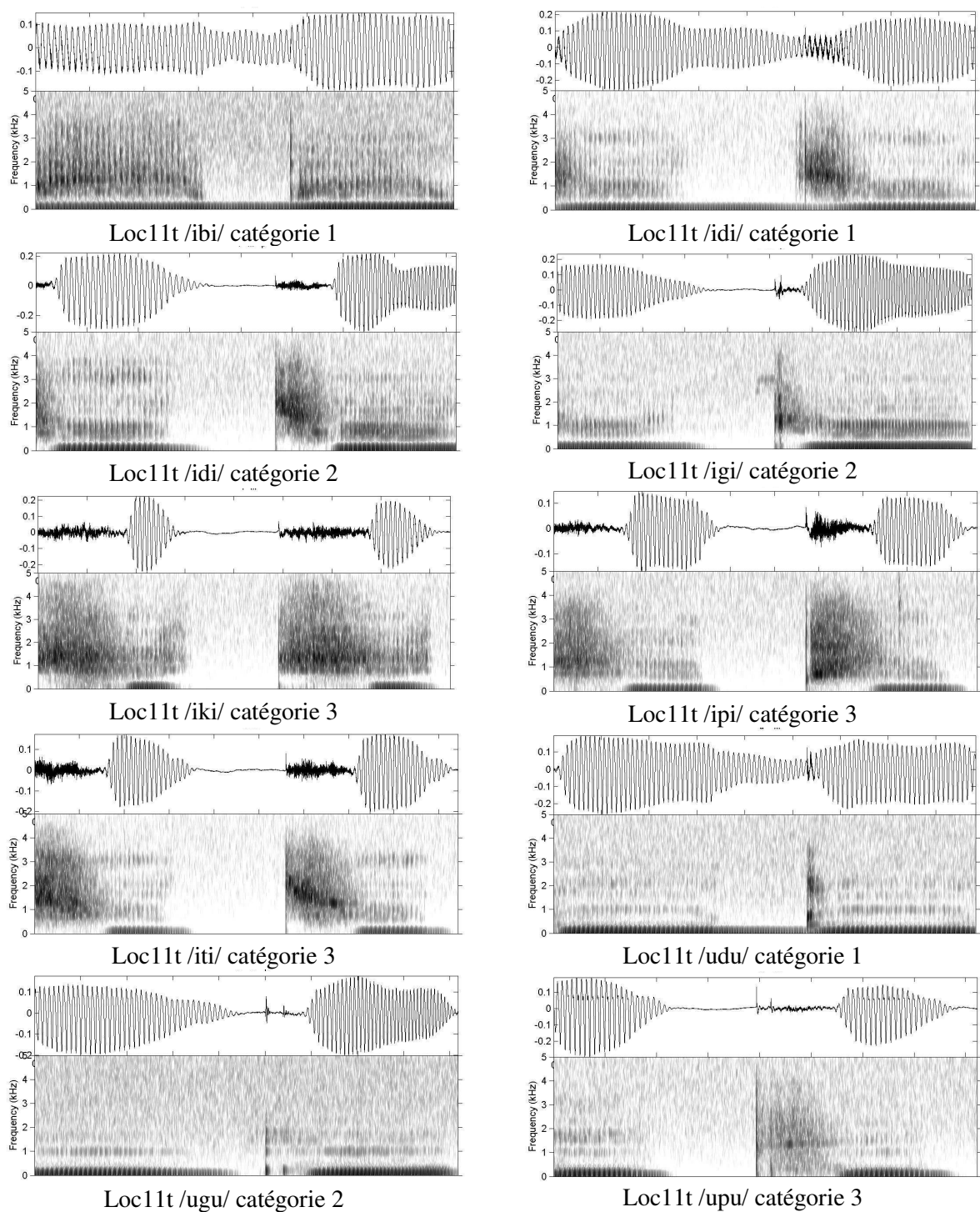
Loc10t /uku/ catégorie 3



Loc11t /aba/ catégorie 2



Loc11t /aga/ catégorie 1

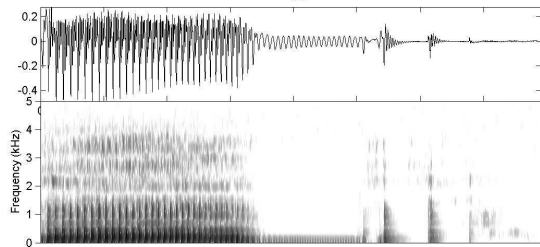


Document 15 : Spectrogrammes des stimuli produits par des locutrices taiwanaises en position finale pour le test d'identification par 10 auditeurs natifs

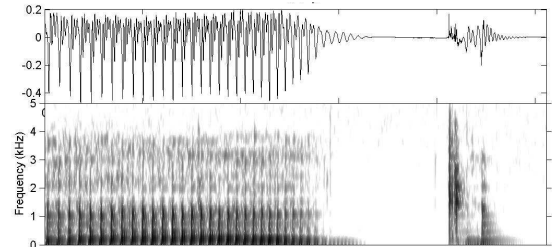
Pour chaque son, nous présentons sous son spectrogramme :

- La locutrice qui l'a réalisé (Loc1t à Loc11t)
- La syllabe cible pour le test (consonnes /b d g p t k/ avec les voyelles /a i u/)

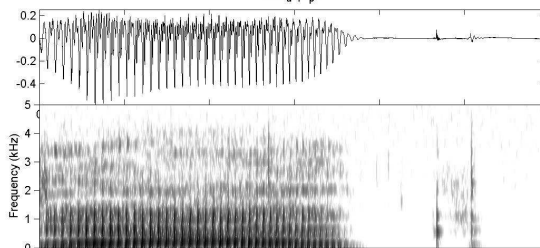
- La catégorie du son pour le test de perception :
 - ... Catégorie 1= son présenté comme voisé
 - ... Catégorie 2 = son présenté comme dévoisé
 - ... Catégorie 3 = son présenté comme sourd



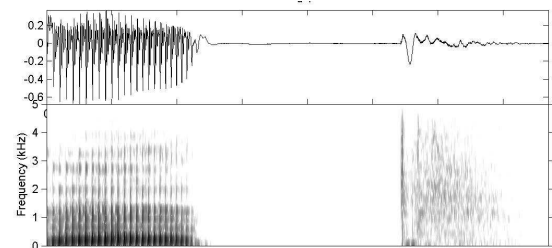
Loc1t /ab/ catégorie 1



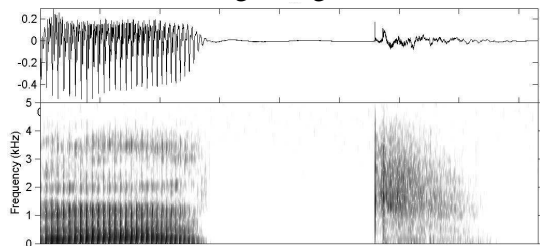
Loc1t /ad/ catégorie 2



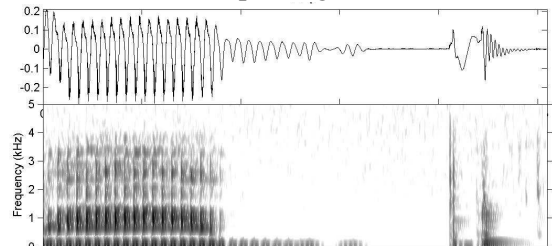
Loc1t /ag/ catégorie 2



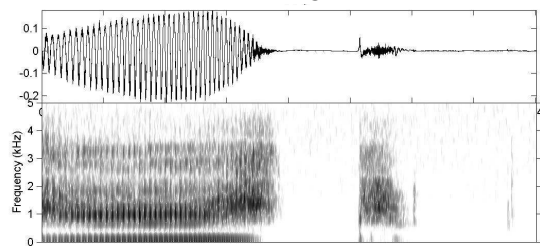
Loc1t /ap/ catégorie 3



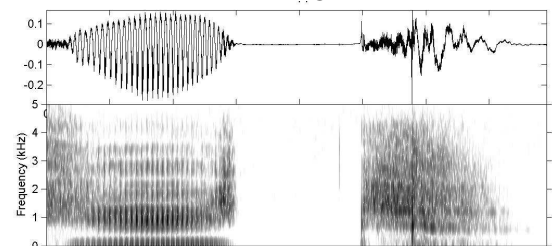
Loc1t /at/ catégorie 3



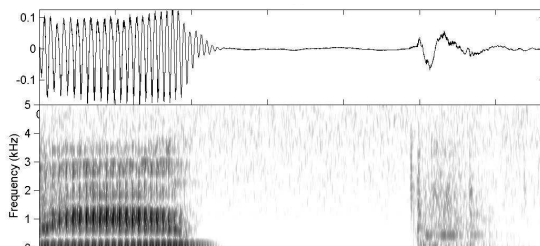
Loc1t /ib/ catégorie 2



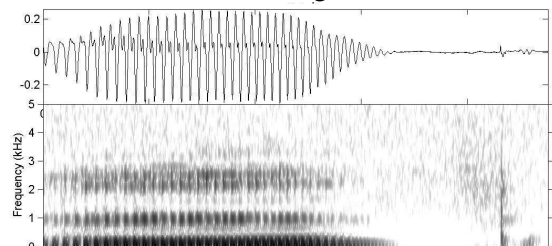
Loc1t /ig/ catégorie 2



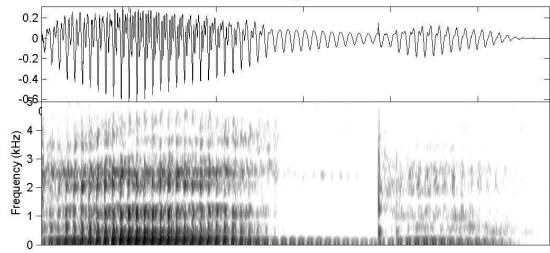
Loc1t /ik/ catégorie 3



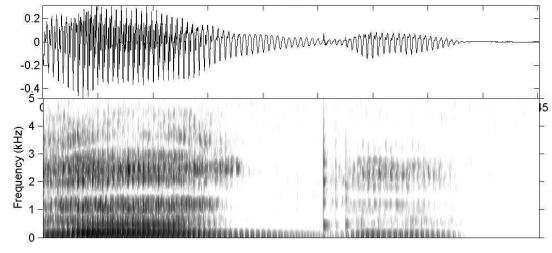
Loc1t /ip/ catégorie 3



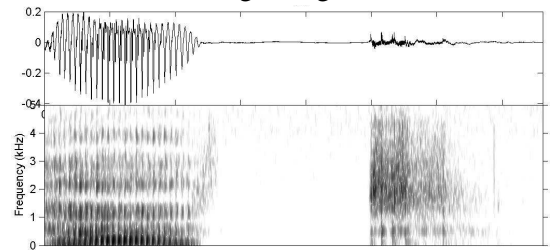
Loc1t /ub/ catégorie 2



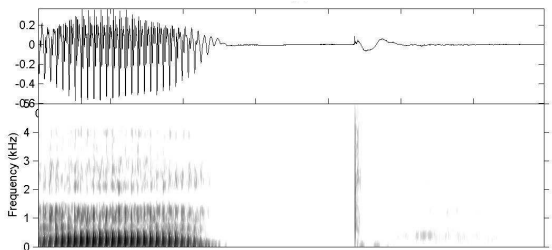
Loc2t /ag/ catégorie 1



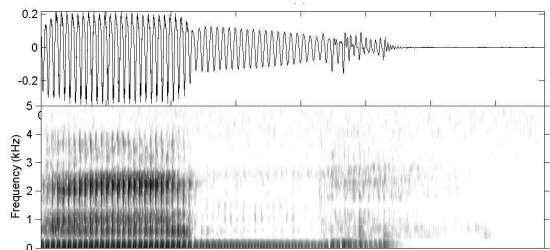
Loc2t /ag/ catégorie 1



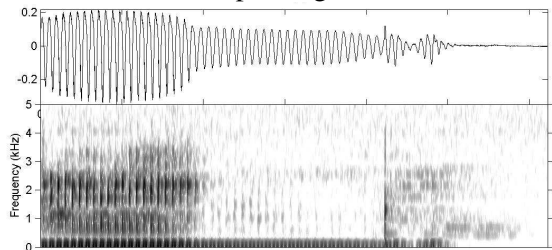
Loc2t /ak/ catégorie 3



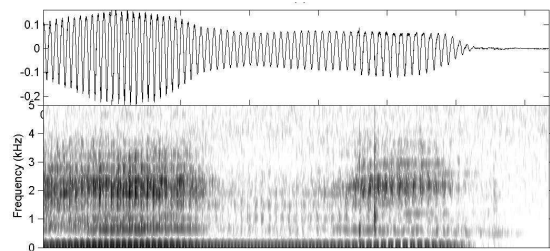
Loc2t /ap/ catégorie 3



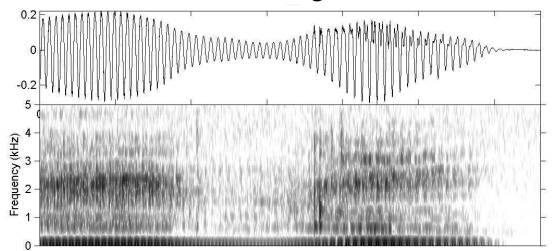
Loc2t /ib/ catégorie 1



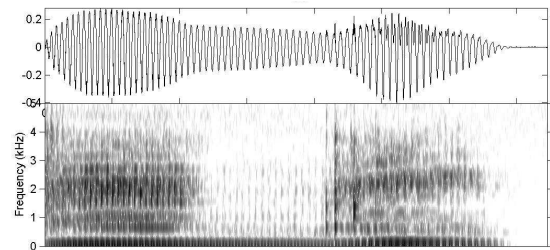
Loc2t /id/ catégorie 1



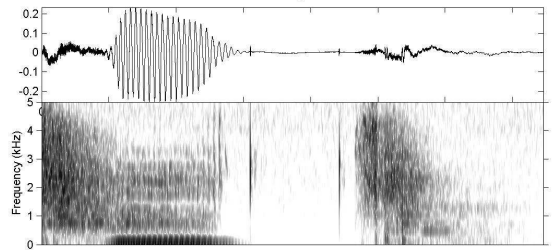
Loc2t /ig/ catégorie 1



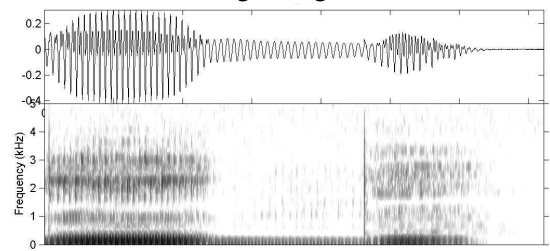
Loc2t /ig/ catégorie 1



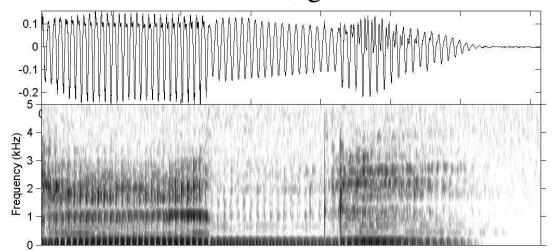
Loc2t /ig/ catégorie 1



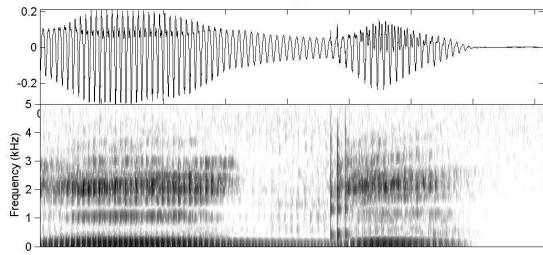
Loc2t /it/ catégorie 3



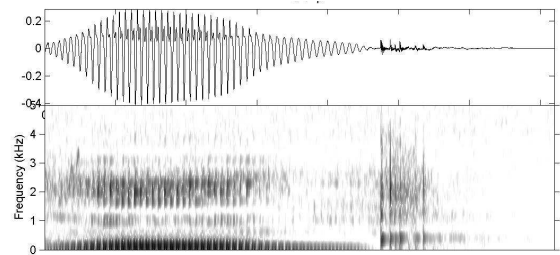
Loc2t /ub/ catégorie 1



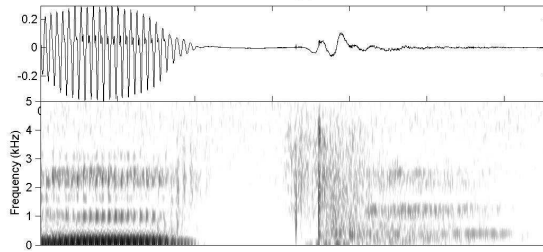
Loc2t /ud/ catégorie 1



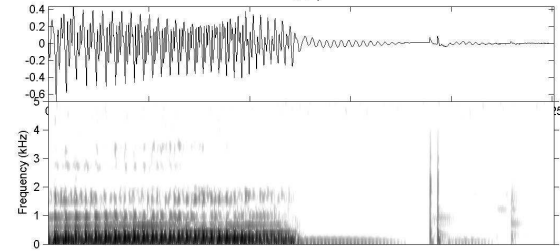
Loc2t /ug/ catégorie 1



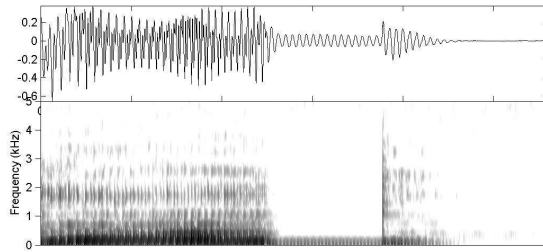
Loc2t /ug/ catégorie 2



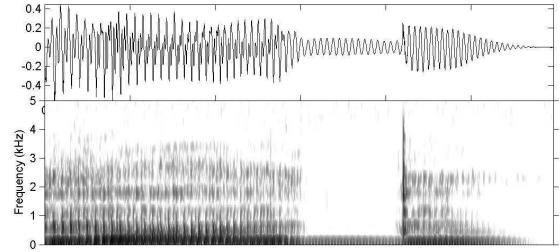
Loc2t /up/ catégorie 3



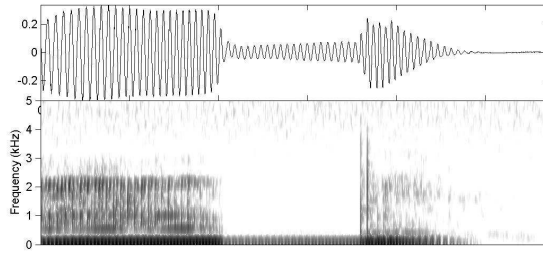
Loc3t /ab/ catégorie 2



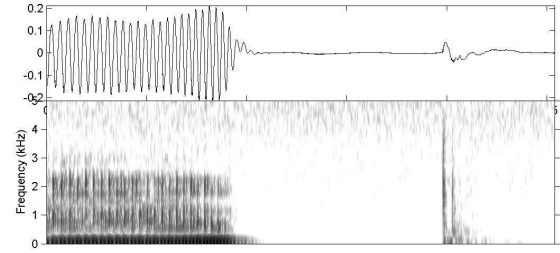
Loc3t /ad/ catégorie 1



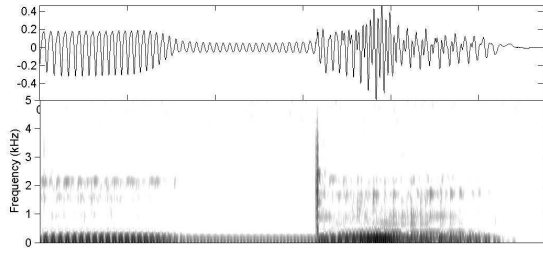
Loc3t /ag/ catégorie 1



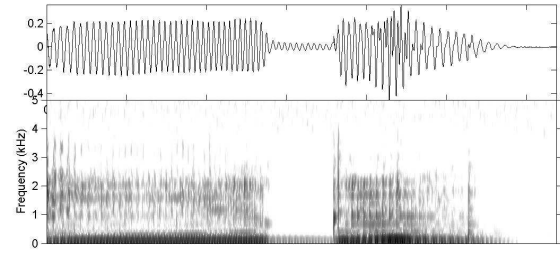
Loc3t /ib/ catégorie 1



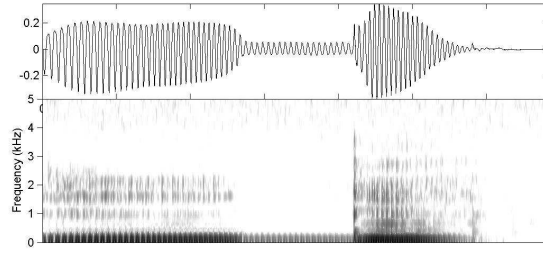
Loc3t /ip/ catégorie 3



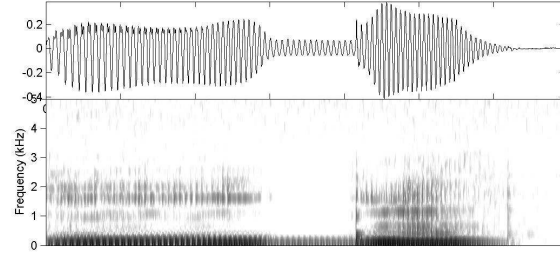
Loc3t /ub/ catégorie 1



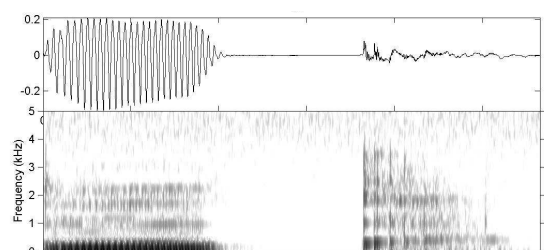
Loc3t /ud/ catégorie 1



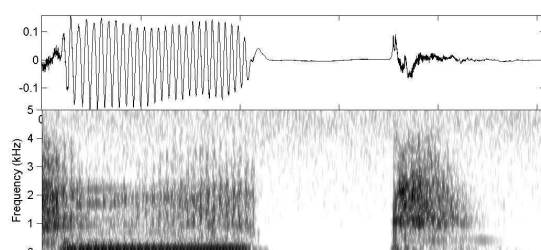
Loc3t /ug/ catégorie 1



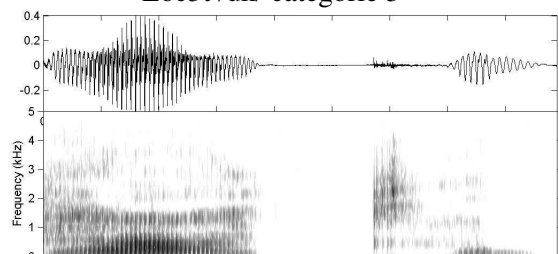
Loc3t /ug/ catégorie 1



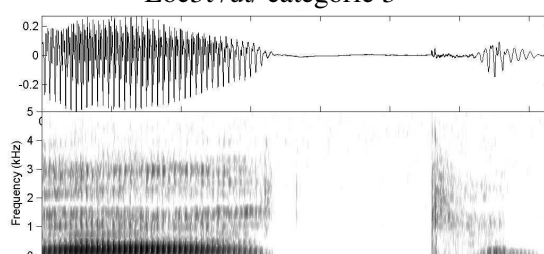
Loc3t /uk/ catégorie 3



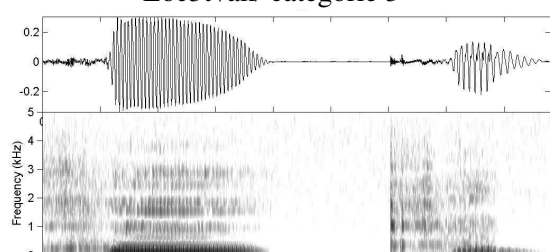
Loc3t /ut/ catégorie 3



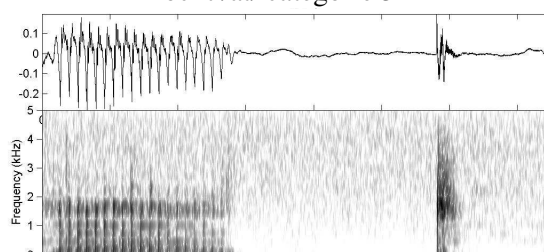
Loc3t /ak/ catégorie 3



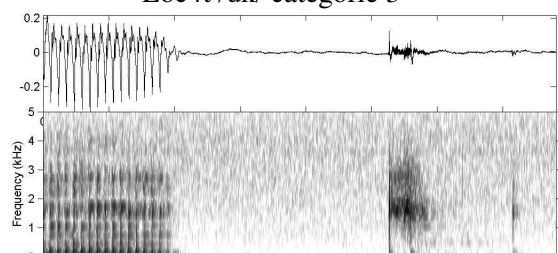
Loc4t /at/ catégorie 3



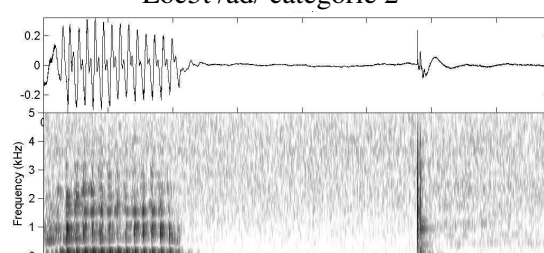
Loc4t /uk/ catégorie 3



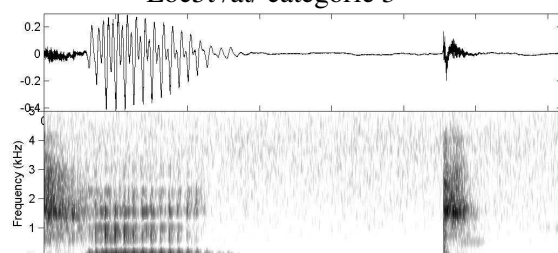
Loc5t /ad/ catégorie 2



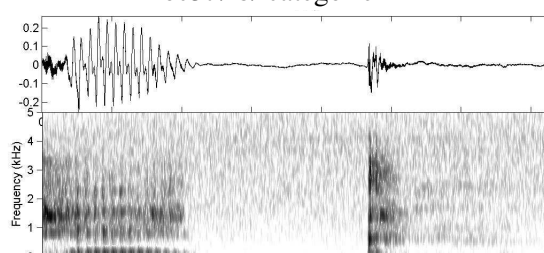
Loc5t /at/ catégorie 3



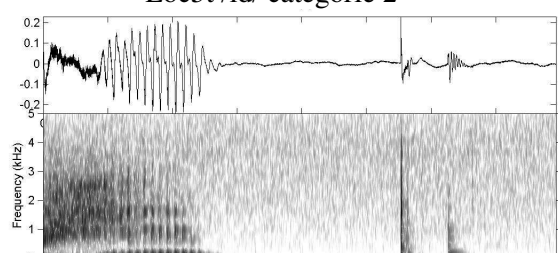
Loc5t /ib/ catégorie 2



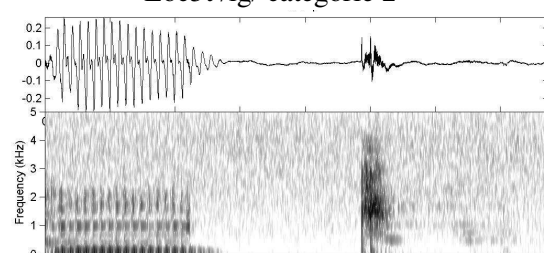
Loc5t /id/ catégorie 2



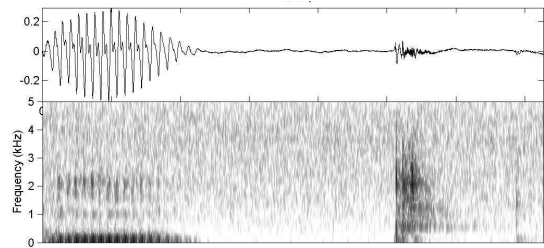
Loc5t /ig/ catégorie 2



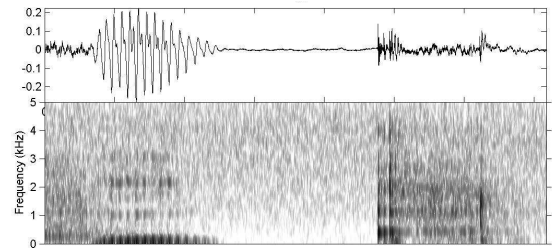
Loc5t /ip/ catégorie 3



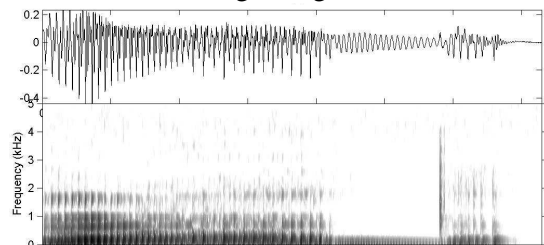
Loc5t /ud/ catégorie 2



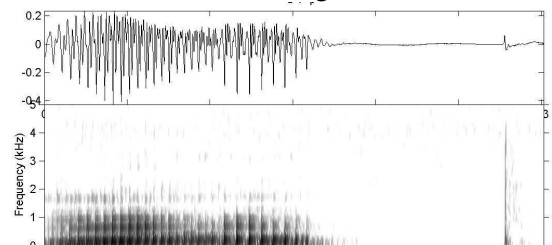
Loc5t /ug/ catégorie 2



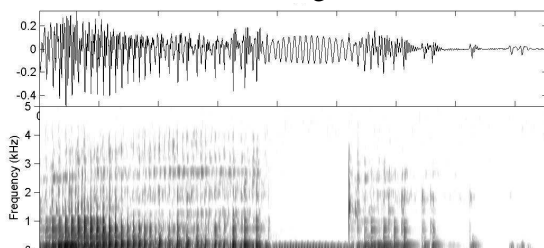
Loc5t /uk/ catégorie 3



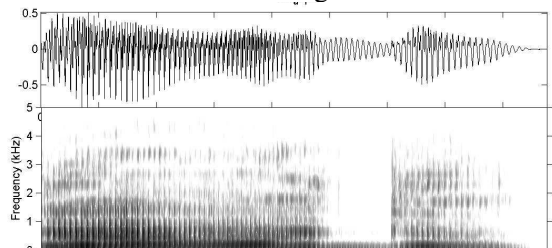
Loc6t /ab/ catégorie 1



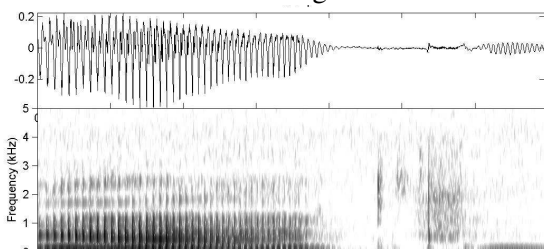
Loc6t /ab/ catégorie 2



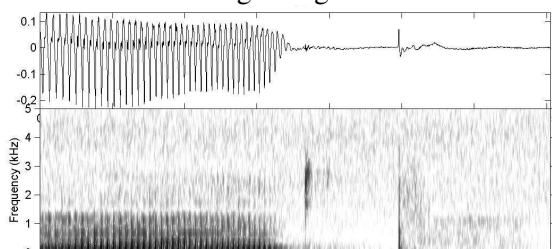
Loc6t /ad/ catégorie 1



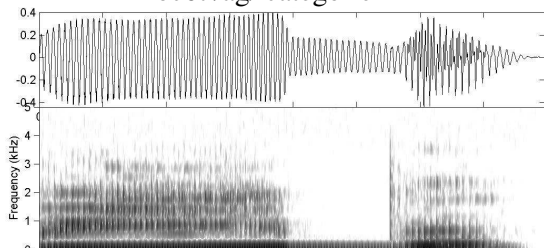
Loc6t /ag/ catégorie 1



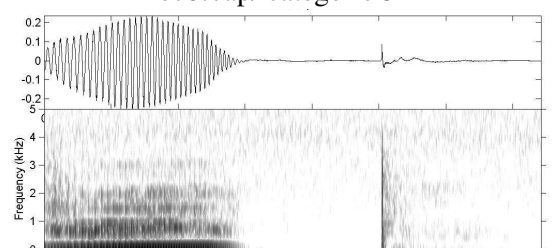
Loc6t /ag/ catégorie 2



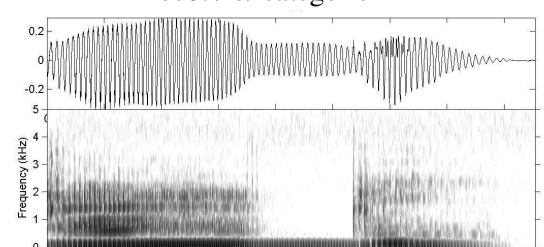
Loc6t /ap/ catégorie 3



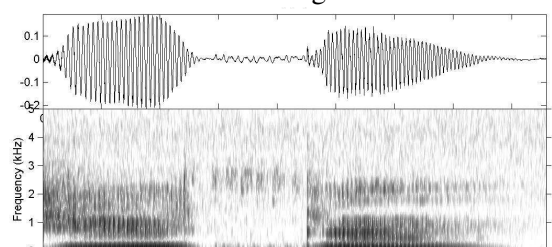
Loc6t /ib/ catégorie 1



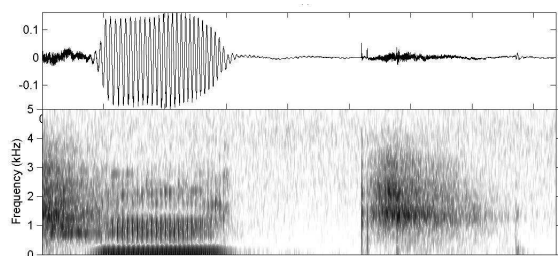
Loc6t /ib/ catégorie 2



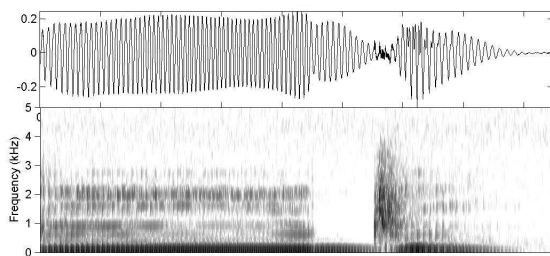
Loc6t /id/ catégorie 1



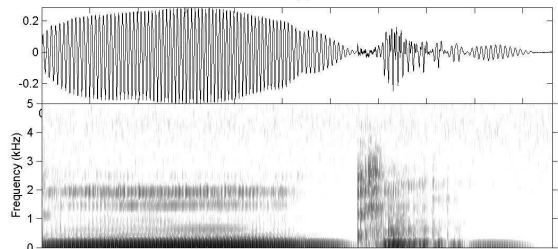
Loc6t /ig/ catégorie 1



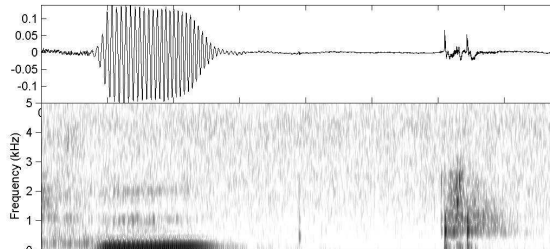
Loc6t /it/ catégorie 3



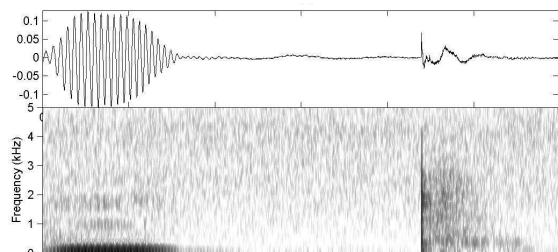
Loc6t /ud/ catégorie 1



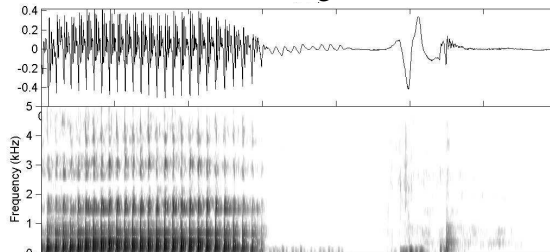
Loc6t /ug/ catégorie 1



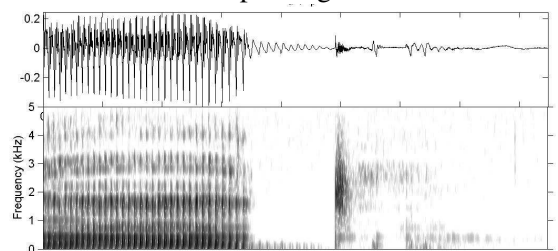
Loc6t /uk/ catégorie 3



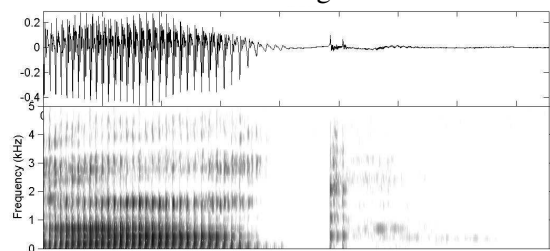
Loc6t /up/ catégorie 3



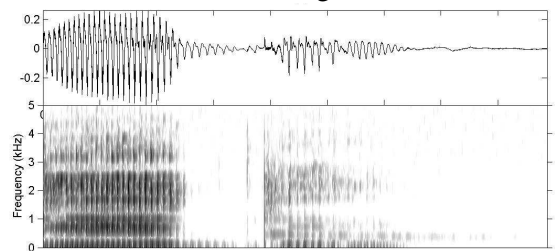
Loc7t /ab/ catégorie 2



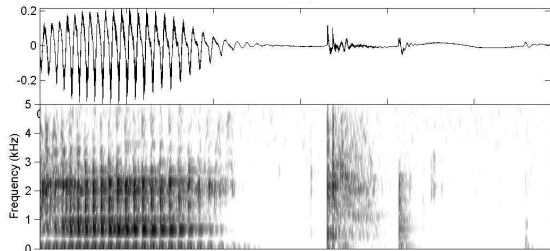
Loc7t /ad/ catégorie 2



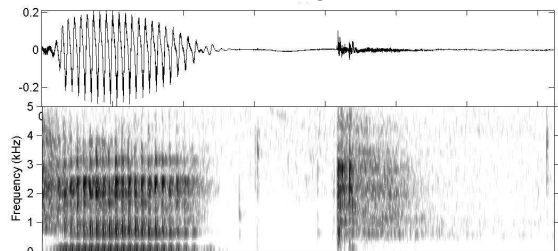
Loc7t /ag/ catégorie 2



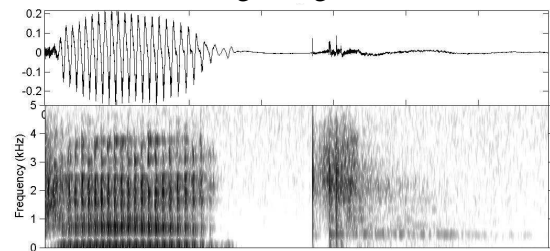
Loc7t /id/ catégorie 1



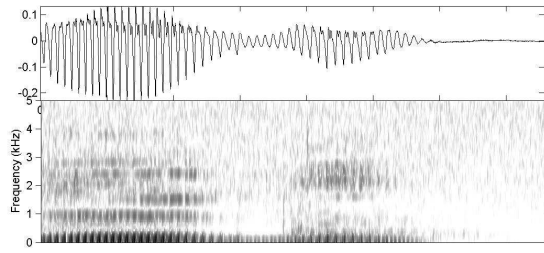
Loc7t /ig/ catégorie 2



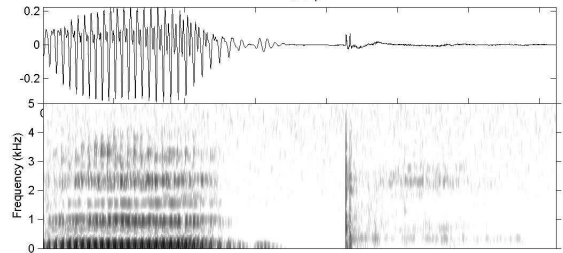
Loc7t /ik/ catégorie 3



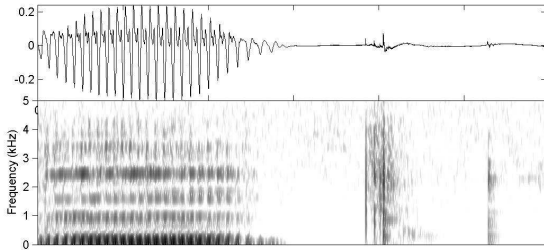
Loc7t /it/ catégorie 3



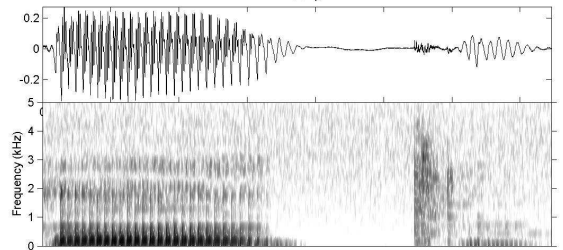
Loc7t /ub/ catégorie 1



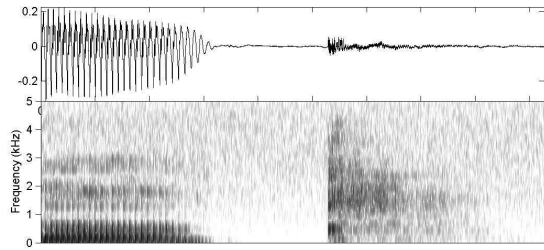
Loc7t /ub/ catégorie 2



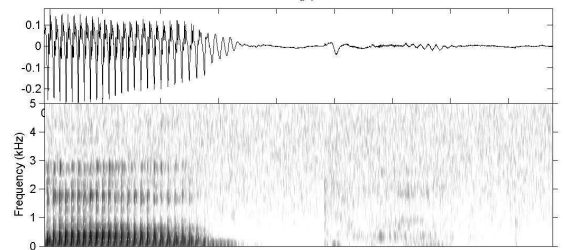
Loc7t /up/ catégorie 3



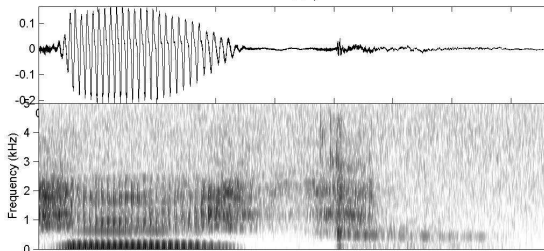
Loc8t /ad/ catégorie 2



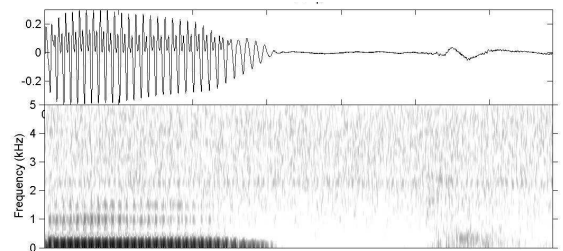
Loc8t /ak/ catégorie 3



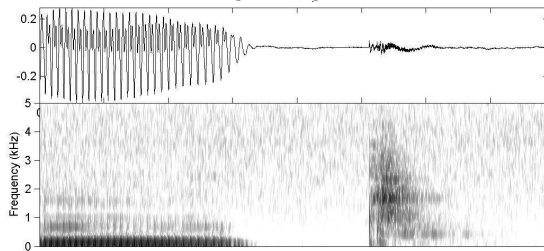
Loc8t /ap/ catégorie 3



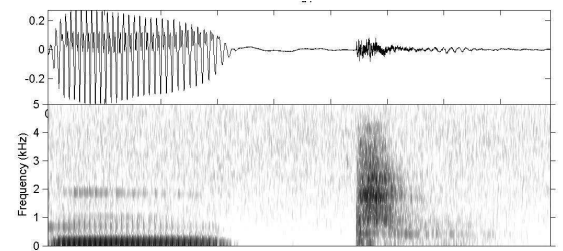
Loc8t /ig/ catégorie 2



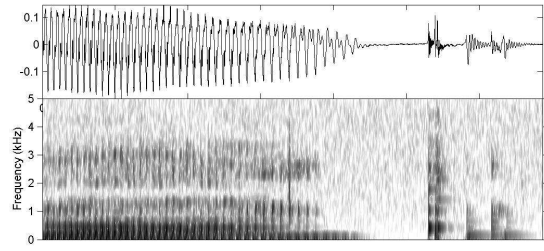
Loc8t /ub/ catégorie 2



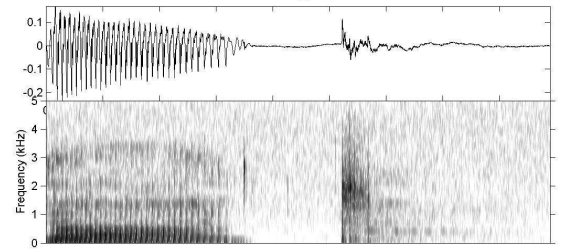
Loc8t /ud/ catégorie 2



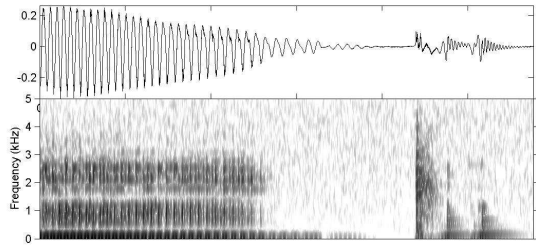
Loc8t /ut/ catégorie 3



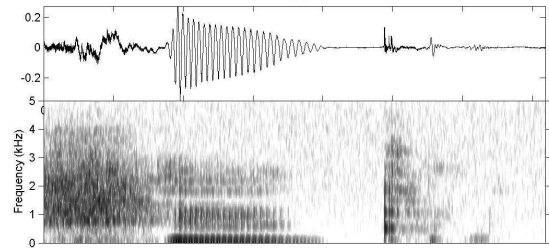
Loc9t /ag/ catégorie 2



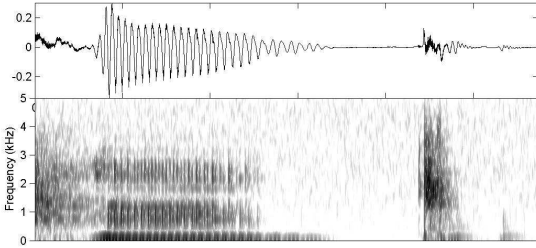
Loc9t /at/ catégorie 3



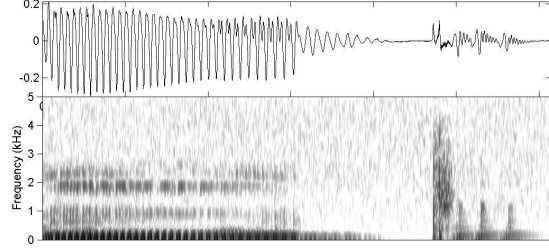
Loc9t /id/ catégorie 2



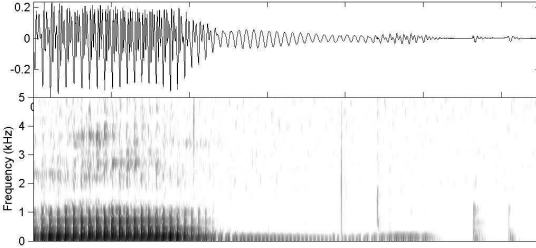
Loc9t /ik/ catégorie 3



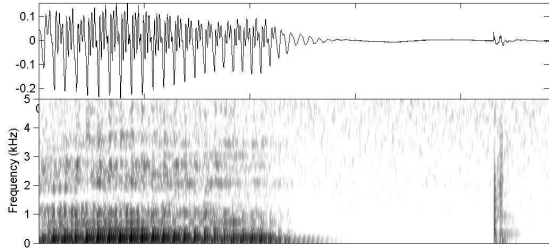
Loc9t /it/ catégorie 3



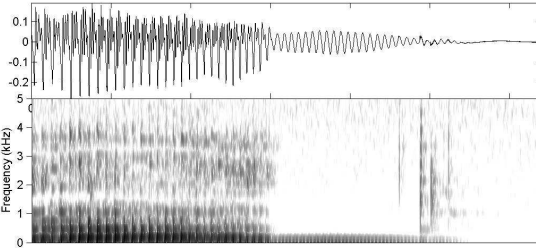
Loc9t /ud/ catégorie 2



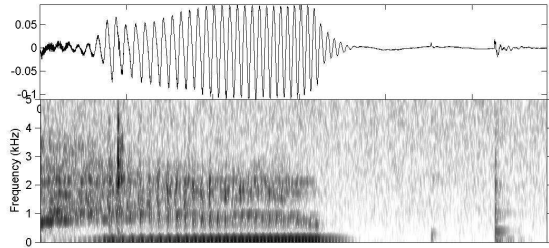
Loc10t /ab/ catégorie 1



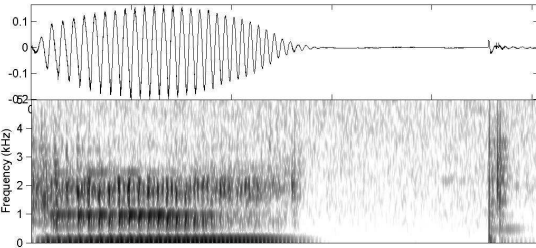
Loc10t /ab/ catégorie 2



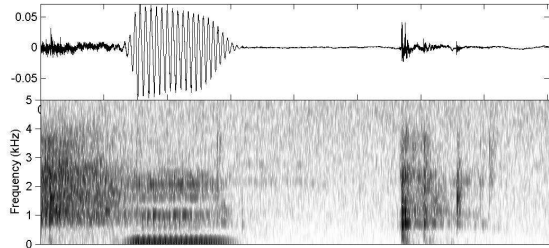
Loc10t /ad/ catégorie 1



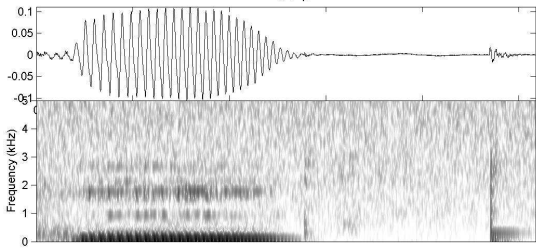
Loc10t /ib/ catégorie 2



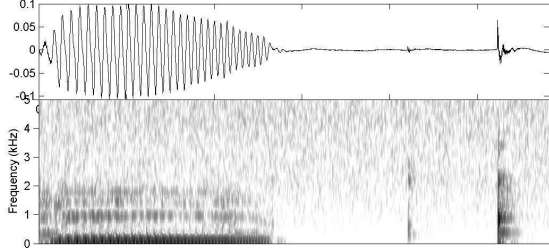
Loc10t /id/ catégorie 2



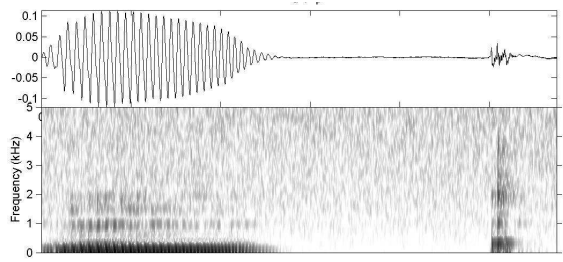
Loc10t /ik/ catégorie 3



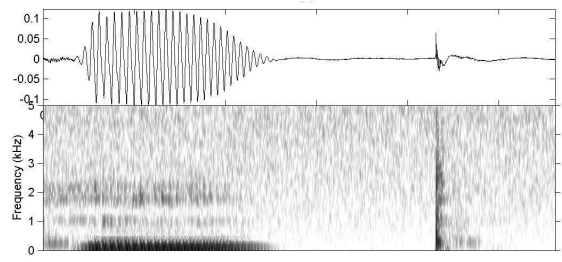
Loc10t /ub/ catégorie 2



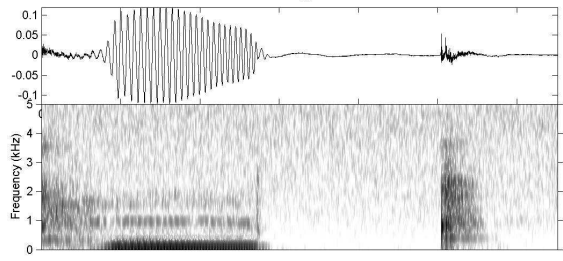
Loc10t /ud/ catégorie 2



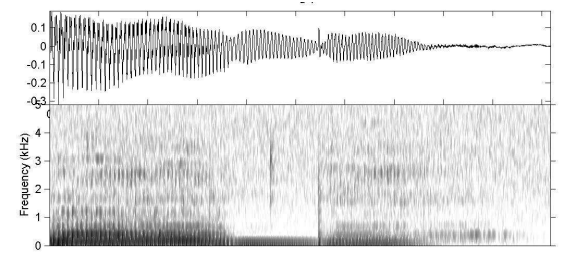
Loc10t /ug/ catégorie 2



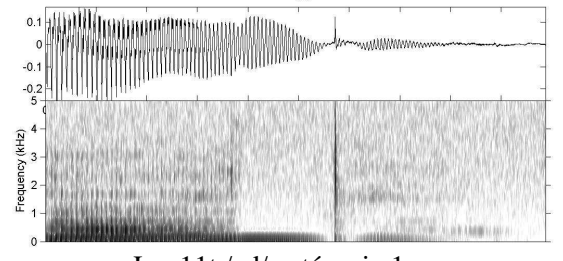
Loc10t /up/ catégorie 3



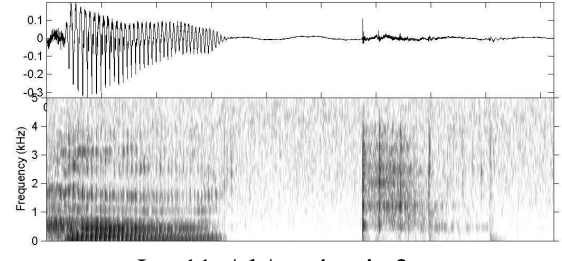
Loc10t /ut/ catégorie 3



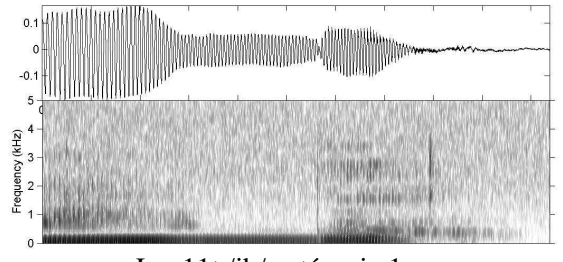
Loc11t /ab/ catégorie 1



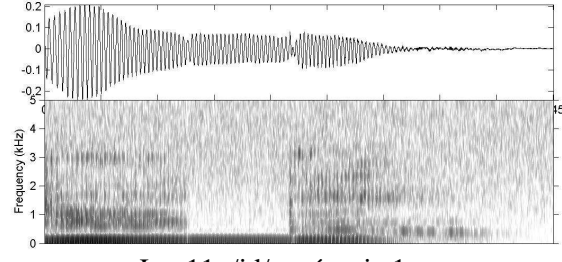
Loc11t /ad/ catégorie 1



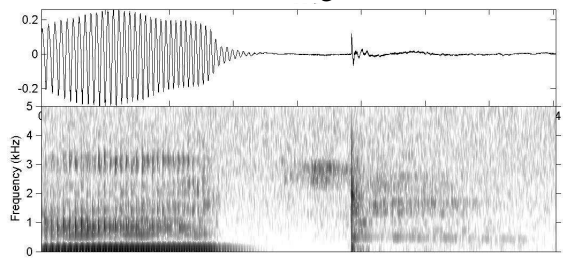
Loc11t /ak/ catégorie 3



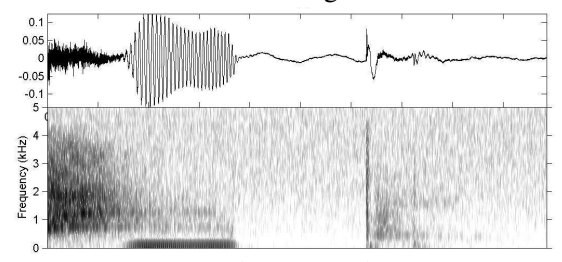
Loc11t /ib/ catégorie 1



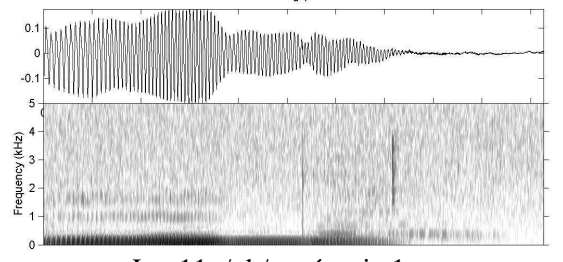
Loc11t /id/ catégorie 1



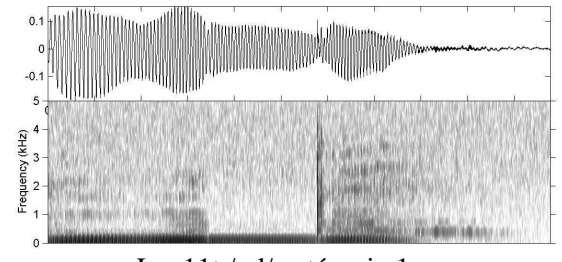
Loc11t /id/ catégorie 2



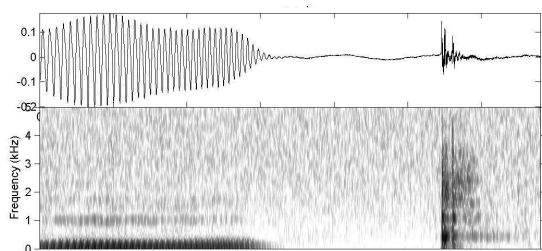
Loc11t /ip/ catégorie 3



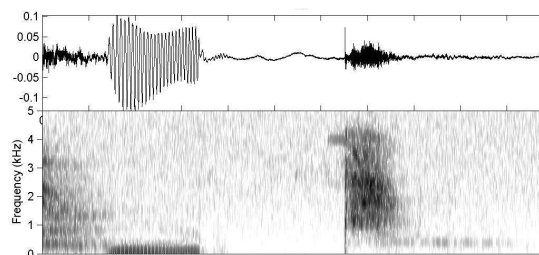
Loc11t /ub/ catégorie 1



Loc11t /ud/ catégorie 1



Loc11t /ug/ catégorie 2



Loc11t /ut/ catégorie 3

Document 16 : Chapitre 2 – troisième partie : tableaux statistiques pour l'analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taiwanaises non-natives du français

Les stimuli

Groupe de consonnes	Moyenne de VOT (ms)			Résultats globaux		Différences de VOT	
	Voisée (phonologiquement + phonétiquement)	Voisée phonologiquement, sourde phonétiquement	Sourde (phonologiquement + phonétiquement)	valeur de p	valeur de F	significative	Non significative
/b ɸ p/	-109	14	41	p<0,0001	F _(2,33) =59,968	/b/ et /ɸ/ /b/ et /p/	/ɸ/ et /p/
/d ɖ t/	-104	19	38	p<0,0001	F _(2,33) =84,394	/d/ et /ɖ/ /d/ et /t/	/ɖ/ et /t/
/g ɣ k/	-93	35	64	p<0,0001	F _(2,33) = 105,168	/g/ et /ɣ/ /g/ et /k/ /g/ et /k/	

Tableau 35 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɖ t/ et /g ɣ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position initiale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)

Test 1 : stimuli en position initiale

Groupe de consonnes	Moyenne de v-ratio (%)			Résultats globaux		Différences de v-ratio	
	voisée (phonologiquement + phonétiquement)	voisée phonologiquement, sourde phonétiquement	Sourde (phonologiquement + phonétiquement)	valeur de p	valeur de F	significative	Non significative
/b ɸ p/	100	39,9	14,9	p<0,0001	F _(2,33) = 104,091	/b/ et /ɸ/ /b/ et /p/ /ɸ/ et /p/	

/d ɖ t/	100	36,0	24,6	p<0,0001	F _(2,33) = 52,418	/d/ et /ɖ/ /d/ et /t/	/ɖ/ et /t/
/g ɣ k/	100	35,3	17,4	p<0,0001	F _(2,33) = 51,736	/g/ et /ɣ/ /g/ et /k/ /g/ et /k/	

Tableau 36 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p<0.05$) effectués sur les moyennes de v-ratio de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɖ t/ et /g ɣ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taïwanaises et sélectionnées en position intervocalique de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)

Test 2 : stimuli en position intervocalique

Paire de consonnes	Moyenne de VOT (ms)		Résultats	
	Voisée phonologiquement, sourde phonétiquement	Sourde (phonologiquement + phonétiquement)	valeur de p	valeur de t
/ɸ p/	18	39	p=0,0173	t ₂₁ =2,584
/ɖ t/	24	37	p=0,1260	t ₂₂ =1,590
/ɣ k/	33	47	p=0,1306	t ₂₂ =1,570

Tableau 37 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p<0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des paires : /ɸ p/, /ɖ t/ et /ɣ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taïwanaises et sélectionnées en position intervocalique de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne (-1 /p/))

Test 3 : stimuli en position finale

Groupe de consonnes	Moyenne de v-ratio (%)			Résultats globaux		Différences de v-ratio	
	voisée (phonologiquement + phonétiquement)	voisée phonologiquement, sourde phonétiquement	sourde (phonologiquement + phonétiquement)	valeur de p	valeur de F	significative	Non significative
/b ɸ p/	100	34,1	18,7	p<0,0001	F _(2,33) = 54,817	/b/ et /ɸ/ /b/ et /p/	/ɸ/ et /p/
/d ɖ t/	98,9	38,5	13,6	p<0,0001	F _(2,33) = 54,748	/d/ et /ɖ/ /d/ et /t/ /ɖ/ et /t/	
/g ɣ k/	91,6	21,5	12,6	p<0,0001	F _(2,33) = 50,273	/g/ et /ɣ/ /g/ et /k/	/ɣ/ et /k/

Tableau 38 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p<0.05$) effectués sur les moyennes de v-ratio de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɖ t/ et /g ɣ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taïwanaises et sélectionnées en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)

Paire de consonnes	Moyenne de VOT (ms)		Résultats	
	Voisée phonologiquement, sourde phonétiquement	Sourde (phonologiquement + phonétiquement)	valeur de p	valeur de t
/b̥ p/	49	75	p=0,1084	t ₂₁ =1,677
/d̥ t/	55	95	p=0,0246	t ₂₂ =2,414
/g̥ k/	68	89	p=0,1725	t ₂₂ =1,410

Tableau 39 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des paires : /b̥ p/, /d̥ t/ et /g̥ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanoises et sélectionnées en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne (-1 /b̥/))

Résultat global

	différences de moyennes d'évaluation		valeur de p	valeur de F
	différences significatives	différences non significatives		
identification de /b/	[b] > [b̥] > [p]		p < 0,0001	F _(2, 534) = 12,547
identification de /p/	[p] > [b̥]; [p] > [b]	[b]/[b̥]	p = 0,0023	F _(2, 531) = 6,130
identification de /d/	[d] > [d̥]; [d] > [t]	[d̥]/[t]	p = 0,0001	F _(2, 485) = 9,250
identification de /t/	[t] > [d̥]	[d]/[d̥]; [d]/[t]	p < 0,0001	F _(2, 569) = 10,823
identification de /g/	[g] > [g̥]; [g] > [k]	[g̥]/[k]	p < 0,0001	F _(2, 496) = 29,375
identification de /k/	[k] > [g̥]	[g̥]/[g̥]; [g̥]/[k]	p = 0,0012	F _(2, 535) = 13,631

Tableau 40 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les évaluations de chaque catégorie de consonne identifiée en fonction du type de consonne produite liée au même point d'articulation (voisée, dévoisée ou sourde)

L'effet de la voyelle

stimuli	global		/a/-/i/		/a/-/u/		/i/-/u/	
	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p
[b]	9,274	0,1588	3,804	0,2834	4,068	0,0437	3,038	0,3858
[b̥]	10,261	0,0362	1,511	0,4697	4,857	0,0882	9,478	0,0087
[p]	3,808	0,7026	1,637	0,6510	1,764	0,6229	3,109	0,3752
[d]	18,120	0,0059	9,004	0,0292	5,106	0,0778	4,068	0,0437
[d̥]	15,428	0,1172	7,524	0,1845	5,156	0,2716	6,994	0,1362
[t]	18,493	0,0178	7,948	0,0471	2,204	0,5311	11,792	0,0190
[g]	11,133	0,0251	4,017	0,1342	9,212	0,0100	2,382	0,1227
[g̥]	30,116	0,0008	13,504	0,0091	13,082	0,0151	11,938	0,0178
[k]	37,424	<0,0001	12,849	0,050	13,004	0,0233	15,232	0,0042

Tableau 41 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction des voyelles en coarticulation /a i u/ pour chaque catégorie de stimuli [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] (3240 réponses au total)

L'effet de la position prosodique

stimuli	global		Initial-Intervocalique		Initial-Final		Intervocalique-Final	
	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p
[b]	9,274	0,1588	4,068	0,0437	3,038	0,3858	3,804	0,2834
[b̥]	5,467	0,2426	2,910	0,2324	1,510	0,4700	4,340	0,1142
[p]	13,133	0,0410	6,641	0,0843	3,224	0,3584	11,184	0,0108
[d]	13,825	0,0317	6,212	0,1017	1,004	0,3163	8,276	0,0406
[d̥]	27,676	0,0020	7,397	0,1928	14,188	0,0027	15,104	0,0099
[t]	17,996	0,0213	3,200	0,5249	10,363	0,0157	7,620	0,0546
[g]	19,183	0,0007	11,528	0,0031	1,004	0,3163	8,802	0,0123
[g̥]	73,501	<0,0001	53,311	<0,0001	31,966	<0,0001	18,370	0,0025
[k]	26,019	0,0037	10,820	0,0551	12,474	0,0059	8,819	0,1165

Tableau 42 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] (3240 réponses au total)

Document 17 : Chapitre 2. Troisième partie - Analyse perceptive des occlusives produites par des locutrices taïwanaises non-natives du français : L'effet combiné de la position prosodique et de la voyelle

Cette partie analyse l'influence de la voyelle et de la position prosodique dans l'identification des occlusives françaises produites par des locutrices taïwanaises. L'apport principal de cette partie concerne l'identification des situations où dans une position prosodique donnée, l'effet des voyelles est différent, ou pour une voyelle donnée, l'effet de la position prosodique est différent (les parties précédentes ne considéraient que l'un et l'autre indépendamment).

Les résultats montrent que pour les consonnes voisées réalisées avec une barre de voisement, le contexte dans lequel les occlusives françaises produites par des locutrices taïwanaises sont le plus souvent identifiées en tant qu'occlusives sourdes est la position intervocalique avec la voyelle /a/. Néanmoins, cela concerne surtout [b] et [d] (sans différence avec les cas de coarticulation avec /i/ en position intervocalique pour ce dernier). Ces consonnes étant dans l'ensemble bien identifiées par les auditrices natives, les principales différences observées dans les autres situations sont des identifications en tant qu'occlusives ayant un autre point d'articulation.

Les résultats montrent que l'identification des occlusives sourdes en tant qu'occlusives voisées est plus fréquente pour [p] en position initiale en coarticulation avec /i/ et en position finale en coarticulation avec /a/. En position finale avec /u/ l'identification de [p] en tant qu'occlusive voisée /b/ est moins fréquente qu'avec /a/, au point de ne se distinguer ni des réponses pour [p] avec /a/ ni de [p] avec /i/ dans les autres positions prosodiques. [t k] sont tous les deux plus

souvent identifiés en tant que l’occlusive voisée correspondante lorsqu’ils sont en position finale en coarticulation avec /i/.

Pour les occlusives phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement, elles sont mieux reconnues en position finale avec la voyelle /a/ (sans différence par rapport aux autres voyelles cependant, excepté pour [g̥] et pour [d̥] par rapport à /u/), en position intervocalique avec la voyelle /u/, mais seulement pour [g̥] et en position initiale par rapport à la position finale avec la voyelle /u/, mais uniquement pour [b̥]. Notons que seuls les résultats pour la position finale avec /a/ concordent avec les observations effectuées pour les occlusives sourdes.

Les contextes dans lesquels les occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement sont plus souvent identifiées à des occlusives sourdes sont la position initiale avec la voyelle /a/, la position initiale avec les voyelles /i u/ pour les consonnes [d̥ g̥], La position intervocalique avec la voyelle /i/, La position intervocalique avec la voyelle /u/ pour [d̥], la position finale avec la voyelle /u/ et la position finale avec la voyelle /i/ pour [g̥]. Ces résultats diffèrent des observations effectuées pour les occlusives voisées identifiées en tant qu’occlusives sourdes.

consonne	Voyelles	Position initiale						Position intervocalique						Position finale						Nb de stimuli
		b	p	d	t	g	k	b	p	d	t	g	k	b	p	d	t	g	k	
b	a	40						36	4					40						120
	i	40						40						37	1	1		1		120
	u	40						40						40						120
b̥	a	11	29					15	25					25	14		1			120
	i	18	22					7	33					21	19					120
	u	28	12					24	15		1			16	24					120
p	a		40						40					8	30		1	1		120
	i	6	34						38		2				40					120
	u		39			1		1	39					4	36					120
d	a			40						35	4	1				40				120
	i	1		39				3		37						40				120
	u			40						40						40				120
d̥	a			6	34					11	26	2	1			24	16			120
	i			13	26		1	3	1	10	26			1		22	17			120
	u			12	28			1		11	28					11	29			120
t	a			1	39				1		39					2	38			120
	i		1	1	36		2			1	39					10	30			120
	u				40					2	37	1					40			120
g	a					40						39	1					40		120
	i					40		3				37						40		120
	u					40		7				33		1				39		120
g̥	a				1	2	37			3	4	16	17					33	7	120
	i				1	4	35		2		1	14	23					15	25	120
	u					12	28	4	2			28	6					10	30	120

k	a				3		37			2	1	1	36				1	1	38	120
	i				1	1	38					1	39					11	29	120
	u						40	1	4			2	33		1				39	120
Nb. de réponse		184	177	152	209	140	218	185	204	152	208	175	156	193	165	190	173	191	168	3240

Tableau 43 : Nombre d'identification en tant que /b p d t k g/ des consonnes [b d g ɸ ɸ̣ ɣ p t k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) et en fonction de la voyelle /a i u/ produite en coarticulation pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses)

Le Tableau 43 recense le nombre d'identifications des stimuli [b d g ɸ ɸ̣ ɣ p t k] en fonction de leur production à quatre répétitions avec les voyelles /a i u/ et dans trois positions prosodiques différentes : initiale, intervocalique et finale, pour un total de 11 locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français différents pour chaque position prosodique (soit 30 tests effectués). Les Tableau 44 et Tableau 45 indiquent les résultats du test de khi 2, respectivement effectués pour vérifier la significativité des différences observées dans la répartition des réponses en fonction de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) pour chaque consonne produite par les locutrices taiwanaises en coarticulation avec les voyelles /a i u/ ou la significativité des différences observées dans la répartition des réponses en fonction de la voyelle (/a i u/) pour chaque consonne produite par ces mêmes locutrices dans chaque position prosodique (initiale, intervocalique ou finale).

Voyelle en coarticulation	stimuli	global		Initial-Intervocalique		Initial-Final		Intervocalique-Final	
		valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p
/a/	[b]	8,276	0,0160	4,211	0,0402			4,211	0,0402
	[ɸ]	13,441	0,0093	5,591	0,0181	11,677	0,0029	6,603	0,0368
	[p]	21,818	0,0013			11,429	0,0096	11,429	0,0096
	[d]	10,435	0,0337	5,333	0,0695			5,333	0,0695
	[ɸ̣]	25,055	0,0003	5,537	0,1364	17,280	<0,0001	10,210	0,0169
	[t]	4,017	0,4037	2,000	0,3679	0,346	0,5562	3,013	0,2217
	[g]	2,017	0,3648	1,013	0,3143			1,013	0,3143
	[ɣ]	62,504	<0,0001	23,096	<0,0001	48,912	<0,0001	17,065	0,0007
	[k]	6,654	0,3540	4,014	0,2600	2,013	0,3654	2,054	0,5613
/i/	[b]	6,154	0,4062			3,117	0,3740	3,117	0,3740
	[ɸ]	11,492	0,0032	7,040	0,0080	0,450	0,5020	10,769	0,0010
	[p]	16,500	0,0024	8,222	0,0164	6,486	0,0109	2,051	0,1521
	[d]	3,621	0,1636	1,053	0,3049	1,013	0,3143	3,117	0,0775
	[ɸ̣]	15,048	0,0582	5,391	0,2495	6,198	0,1024	8,384	0,0387
	[t]	20,700	0,0021	3,120	0,3735	10,909	0,0122	8,538	0,0035
	[g]	6,154	0,0461	3,117	0,0775			3,117	0,0775
	[ɣ]	14,715	0,0226	10,038	0,0182	9,035	0,0109	3,118	0,3738

	[k]	19,102	0,0008	1,013	0,6026	10,542	0,0051	9,804	0,0017
/u/	[b]								
	[b̥]	9,882	0,0425	1,641	0,4402	7,273	0,0070	4,677	0,0965
	[p]	7,358	0,1181	2,000	0,3679	5,120	0,0773	1,920	0,1659
	[d]								
	[d̥]	2,082	0,7206	1,043	0,5935	0,061	0,8049	1,018	0,6012
	[t]	6,154	0,1879	3,117	0,2105			3,117	0,2105
	[g]	11,518	0,0032	7,671	0,0056	1,013	0,3143	5,000	0,0253
	[g̥]	40,305	<0,0001	26,635	<0,0001	0,251	0,6165	30,526	<0,0001
	[k]	11,968	0,0627	7,671	0,0533	1,013	0,3143	5,300	0,1511

Tableau 44 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] en coarticulation avec les voyelles /a/, /i/ ou /u/ produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses)

Position prosodique	stimuli	global		/a/-/i/		/a/-/u/		/i/-/u/	
		valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p	valeur de χ^2	valeur de p
Initiale	[b]								
	[b̥]	14,637	0,0007	2,650	0,1035	14,459	0,0001	5,115	0,0237
	[p]	14,549	0,0057	6,486	0,0109	1,013	0,3143	7,342	0,0254
	[d]	2,017	0,3648	1,013	0,3143			1,013	0,3143
	[d̥]	5,956	0,2025	4,646	0,0980	2,581	0,1082	1,114	0,5729
	[t]	7,226	0,3004	3,120	0,3735	1,013	0,3143	4,211	0,2396
	[g]								
	[g̥]	11,673	0,0200	0,722	0,6969	9,389	0,0091	5,778	0,0556
	[k]	5,622	0,2292	2,013	0,3654	3,117	0,0775	2,051	0,3586
Intervocalique	[b]	8,276	0,0160	4,211	0,0402	4,211	0,0402		
	[b̥]	18,120	0,0012	4,013	0,0452	5,577	0,0615	17,073	0,0002
	[p]	6,051	0,1954	2,051	0,1521	1,013	0,3143	3,013	0,2217
	[d]	16,339	0,0120	8,056	0,0449	5,333	0,0695	3,117	0,0775
	[d̥]	11,663	0,3083	7,048	0,2171	4,074	0,3961	2,122	0,5475
	[t]	6,070	0,4154	2,000	0,3679	4,053	0,2558	1,386	0,5001
	[g]	9,914	0,0419	4,053	0,1318	8,500	0,0143	1,829	0,1763
	[g̥]	36,827	<0,0001	7,833	0,0979	21,534	0,0006	19,632	0,0006
	[k]	17,000	0,0744	3,120	0,3735	8,464	0,1325	5,833	0,1200
finale	[b]	6,154	0,4062	3,117	0,3740			3,117	0,3740
	[b̥]	6,599	0,1586	2,105	0,3490	5,607	0,0606	1,257	0,2622
	[p]	13,434	0,0366	11,429	0,0096	3,879	0,2749	4,211	0,0402
	[d]								
	[d̥]	12,222	0,0158	1,117	0,5720	8,584	0,0034	7,797	0,0203
	[t]	15,556	0,0004	6,275	0,0122	2,051	0,1521	11,429	0,0007
	[g]	2,017	0,3648			1,013	0,3143	1,013	0,3143

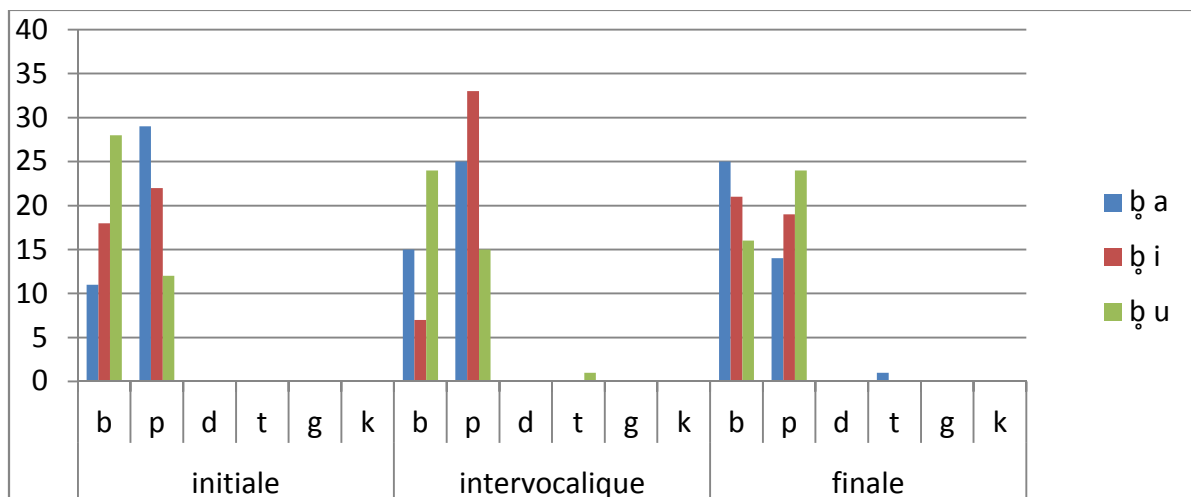
	[g]	29,299	<0,0001	16,875	<0,0001	26,600	<0,0001	1,455	0,2278
	[k]	24,217	0,0005	10,542	0,0051	3,013	0,3896	13,471	0,0012

Tableau 45 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g b̥ d̥ g p t k] position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses)

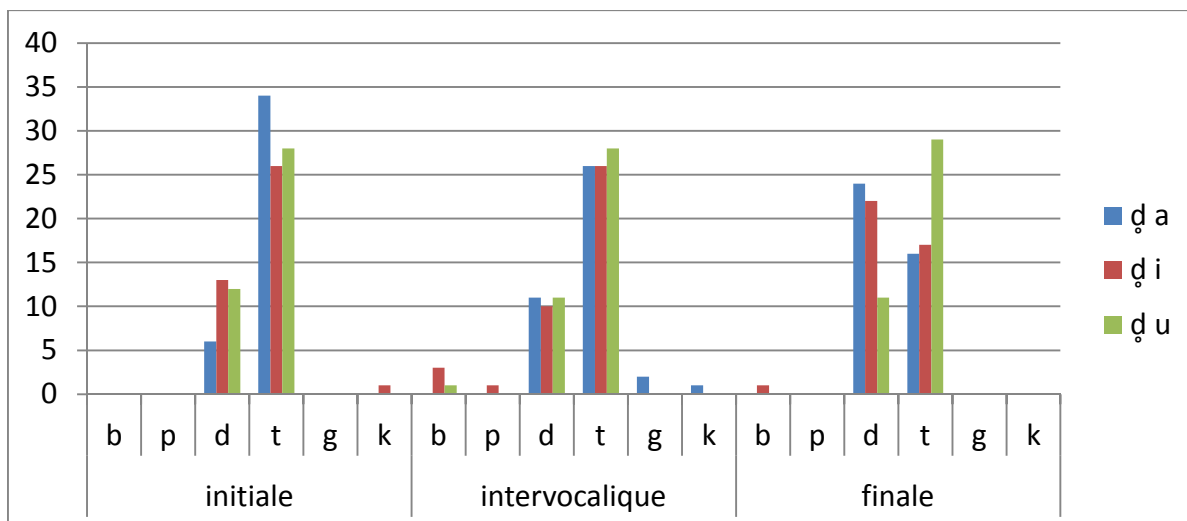
En ce qui concerne les occlusives voisées [b d g], les observations précédentes ont relevé que ces consonnes étaient globalement bien reconnues. Au sujet de l'influence de la voyelle, les mauvaises réponses observées concernaient /g/ parfois reconnu /b/ en coarticulation avec /u/ ou parfois /i/, [b] était plus souvent identifié à une sourde en coarticulation avec /a/. L'étude globale au sujet de l'influence de la position prosodique a montré que les occlusives voisées étaient sensiblement moins bien reconnues en position intervocalique. Nous pouvons maintenant affirmer que ces deux observations étaient liées : lorsque /g/ est identifié en tant que /b/, il s'agit des positions intervocaliques avec les voyelles /u/ (7/40) et /i/ (3/40). Le test du khi 2 confirme une différence globale pour l'identification du /g/ en position intervocalique selon la voyelle. Dans le détail, seule la répartition des réponses entre les voyelles /a/ et /u/ est significative pour /g/ en position intervocalique. /g/ y est donc mieux reconnu en coarticulation avec /a/ qu'avec /u/. En ce qui concerne l'influence de la position prosodique sur l'identification de la consonne, le test du khi 2 confirme une différence globale significative lorsque la voyelle en coarticulation est /i/, néanmoins, si l'on compare les positions prosodiques entre elles, le test du khi 2 ne montre aucune différence entre les positions comparées deux par deux. En ce qui concerne le /u/, les tests du khi 2 confirment que la répartition des réponses en position intervocalique est significativement différente de la répartition des réponses dans les autres positions (initiale et finale) pour /g/ en coarticulation avec /u/. Il n'y a pas de différence entre la position initiale et finale lorsque /g/ est en coarticulation avec /u/. [b] en position intervocalique est identifié une fois sur dix /p/ en coarticulation avec /a/. Les tests du khi 2 confirment que la répartition des réponses pour /a/ en position intervocalique est significativement différente de la répartition des réponses avec les deux autres voyelles /i u/ et de la même façon, la répartition des réponses pour [b] en coarticulation avec /a/ est différente entre la position intervocalique et les deux autres positions prosodiques (initiale et finale). [d] est également plus souvent perçu comme une consonne sourde en position intervocalique et il s'agit essentiellement de cas de coarticulation avec la voyelle /a/ (identifié une fois sur dix à /t/). Le test du khi 2 montre qu'en position intervocalique, la différence entre les voyelles est globalement significative, néanmoins, dans le détail, il n'y a de différence qu'entre les voyelles /a/ et /i/. En ce qui concerne [d] en coarticulation avec /a/ les tests du khi 2 montrent qu'il existe une différence globale entre les positions prosodiques, mais n'indique aucune différence particulière entre deux positions données. Comme [g], [d] est identifié à /b/ en position intervocalique et avec la voyelle /i/ 3 fois pour 40 réponses. Le test du khi 2 confirme qu'en coarticulation avec /i/ les réponses pour [d] entre la position intervocalique et finale sont différentes, mais seulement entre ces deux positions. Par ailleurs, comme nous l'avons mentionné, en position intervocalique, les réponses pour [d] ne diffèrent qu'entre les cas de coarticulation avec /a/ et /i/. [d] est dans tous les cas correctement identifié lorsqu'il est en coarticulation avec /u/.

En ce qui concerne les occlusives sourdes [p t k], nous avons relevé qu'elles sont plutôt bien reconnues (dans plus de 88% des cas), moins bien en position finale, et mieux avec la voyelle /u/. En ce qui concerne les quelques écarts, nous pouvons confirmer que les observations entre la position prosodique et la voyelle sont liées. [p] est identifié /b/ avec /a/ en position finale (8/40) et [t k] à /d g/ avec /i/ en position finale (10/40 et 11/40). C'est en position initiale que [p] est identifié à /b/ en coarticulation avec /i/ (6/40). Les tests du khi confirment que l'identification de [p] en coarticulation avec /a/ est différente entre la position finale et les deux autres positions. Néanmoins, les réponses pour [p] en position finale ne sont différentes pour la coarticulation avec /a/ qu'avec la coarticulation avec la voyelle /i/, ce qui signifie que la répartition des réponses en position finale entre les syllabes [ap] et [up] ne sont pas différentes ([up] y est identifié 4/40 /ub/). Pour sa part, l'identification de [p] en coarticulation avec /u/ ne diffère pas selon la position prosodique. En ce qui concerne [t k], les tests du khi 2 confirment une différence significative en position finale lorsque ces deux consonnes sont en coarticulation avec /i/ par rapport aux deux autres voyelles. En coarticulation avec la voyelle /i/ les réponses pour [t] ne diffèrent significativement qu'entre la position initiale et la position finale, alors que pour [k], la position finale se distingue effectivement des deux autres positions prosodiques. Enfin, en ce qui concerne [p] en coarticulation avec /i/, les tests du khi 2 attestent que les réponses en position initiale sont significativement différentes des deux autres positions. Par ailleurs, en position initiale, les résultats de [p] en coarticulation avec /i/ diffèrent significativement des résultats avec les deux autres voyelles.

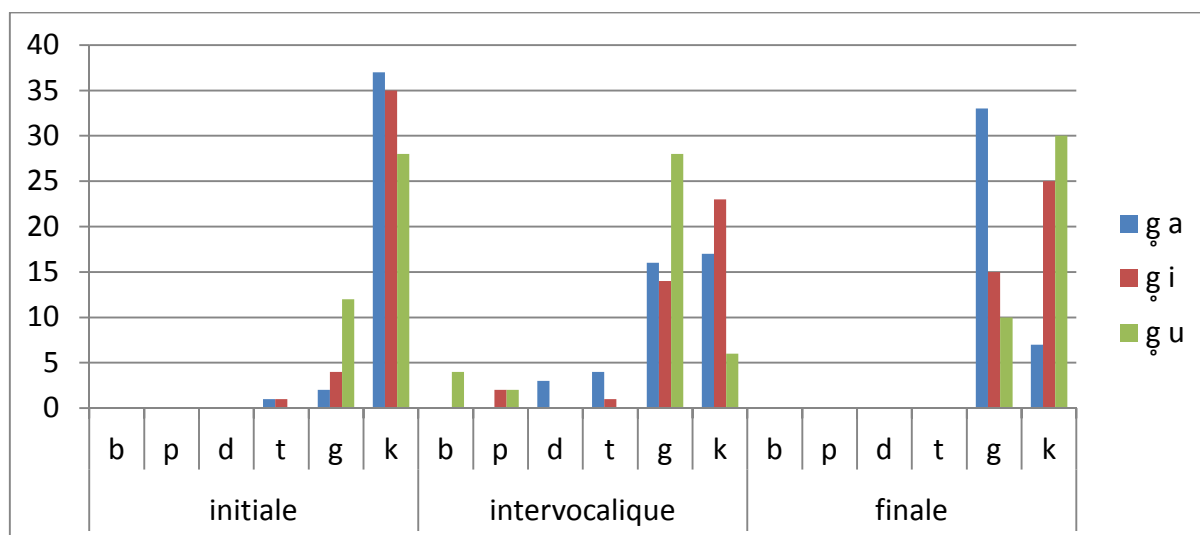
En ce qui concerne les occlusives [b̥ d̥ g̥], le fait de prendre en compte à la fois la position prosodique et la voyelle permet de mettre en évidence des différences entre voyelles selon les positions prosodiques qui n'apparaissent pas dans nos observations préliminaires. Les Graphique 115, Graphique 116 et Graphique 117 illustrent le nombre d'identifications selon la consonne du stimulus (Graphique 115 [b̥], Graphique 116 consonne [d̥], et Graphique 117 consonne [g̥]), la voyelle et la position prosodique.



Graphique 115 : Nombre de réponses d'identification de [b̥] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)



Graphique 116 : Nombre de réponses d'identification de [d] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)



Graphique 117 : Nombre de réponses d'identification de [g] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)

Avec trois voyelles et trois positions prosodiques, nous obtenons neuf situations différentes. L'apport de ces nouvelles observations concerne les cas où la consonne dans une position prosodique donnée est identifiée différemment selon la voyelle, ou bien selon une voyelle donnée est identifiée différemment selon la position prosodique. Tout d'abord, remarquons que majoritairement, les occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement au moment du relâchement sont dans la majorité des situations reconnues plus souvent comme des **occlusives sourdes** (dans 5 situations sur 9 pour [b], 7 situations sur 9 pour [d] et de même pour [g]).

- Cas où la consonne est principalement reconnue comme une occlusive voisée

De l'observation des Graphique 115, Graphique 116 et Graphique 117 nous pouvons remarquer que [b] en positions initiale et intervocalique en coarticulation avec /u/ et finale

avec /a/, [d̥] en position finale avec /a/ et [g̥] en position intervocalique avec /u/ et finale avec /a/ sont plus souvent identifiés comme des occlusives voisées.

Ainsi, les trois consonnes sont plus souvent reconnues comme **voisées** en position finale précédées de /a/. Les tests du khi 2 confirment qu'en coarticulation avec /a/, [b̥ g̥] sont identifiés différemment selon la position prosodique. Dans ce contexte, l'identification de [d̥] en position finale est significativement différente des deux autres positions prosodiques. Par ailleurs, les réponses données pour [g̥] en position finale en coarticulation avec la voyelle /a/ sont significativement différentes des réponses données pour les cas de coarticulation avec les voyelles /u i/. Cependant, en position finale, il n'y a pas de différence significative pour l'identification de [b̥] lorsqu'il est en coarticulation avec /a/ ou avec une autre voyelle. Pour [d̥], ce sont les réponses données avec la voyelle en coarticulation /u/ qui diffèrent significativement des réponses avec les deux autres voyelles. Ainsi, [b̥] semble plus souvent reconnu en tant qu'occlusive voisée en position finale en coarticulation avec la voyelle /a/ mais dans cette position cela ne diffère pas des autres voyelles. [d̥] en coarticulation avec /a/ et en position finale est plus souvent reconnu voisé que dans les autres positions, mais ne diffère pas de /i/ dans la même position. Enfin [g̥] semble plus souvent reconnu en tant qu'occlusive voisée en position finale en coarticulation avec la voyelle /a/. Dans cette même position il est également mieux reconnu comme voisé avec /a/ qu'avec /u i/.

En position finale et en coarticulation avec la voyelle /i/, [b̥ d̥] sont reconnus presque **autant de fois voisés que sourds** (21 fois contre 19 pour [b̥] et 22 fois contre 17 pour [d̥]), avec un nombre de réponses légèrement en faveur de l'interprétation voisée. Dans ces deux cas, les tests du khi 2 indiquent une différence avec la position intervocalique, mais pas avec la position initiale où la tendance est inverse. Par ailleurs, comme nous l'avons mentionné, pour [b̥] ces résultats ne diffèrent pas des résultats avec les autres voyelles dans la même position, et pour [d̥] dans cette position, les résultats pour la coarticulation avec /i/ ne diffèrent pas de /a/. Ces résultats confirment que nous sommes ici plutôt autour d'une réponse aléatoire entre voisement ou non-voisement. Ils ne diffèrent ni d'une situation où l'interprétation voisée est plutôt majoritaire ([b̥ d̥] en position finale avec la voyelle /a/), ni d'une situation où l'interprétation en faveur d'une occlusive sourde domine ([b̥ d̥] en position initiale avec /i/).

[b̥ g̥] sont tous deux mieux reconnus **comme voisés** en position intervocalique avec la voyelle /u/. Les tests du khi 2 confirment que l'identification de [g̥] en position intervocalique est significativement différente des autres positions prosodiques, mais pas l'identification de [b̥]. Par ailleurs, en position intervocalique l'identification de [b̥] en coarticulation avec /u/ ne diffère pas de la coarticulation avec les autres voyelles, quoiqu'il y ait une différence globale significative (les résultats sont significativement différents entre /a/ et /i/). En revanche, pour [g̥] l'identification en coarticulation avec /u/ y est significativement différente de l'identification de la consonne en coarticulation avec /a i/.

Enfin, [b̥] est plus souvent reconnu comme **voisé** en position initiale suivi de la voyelle /u/. Les tests du khi 2 confirment qu'en position initiale, [b̥] est identifié significativement différemment selon que la voyelle en coarticulation soit /u/ ou /a i/. Cependant, s'il existe bien une différence globale significative selon la position prosodique lorsque cette consonne est en

coarticulation avec /u/, dans le détail, la position initiale ne se distingue significativement que de la position finale.

Ainsi, les positions prosodiques liées à une voyelle en coarticulation permettant majoritairement l'identification des occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement au moment du relâchement en tant qu'occlusives voisées sont :

- La position finale avec la voyelle /a/
- La position intervocalique avec la voyelle /u/, seulement pour [g]
- La position initiale par rapport à la position finale avec la voyelle /u/, mais uniquement pour [b]

De plus, les voyelles en coarticulation liées à une position prosodique permettant majoritairement l'identification des occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement au moment du relâchement en tant qu'occlusives voisées sont :

- La voyelle /a/ en position finale avec [g] seulement (et pour [d] entre /a/ et /u/)
- La voyelle /u/ en position intervocalique, seulement pour [g]
- La voyelle /u/ en position initiale, mais uniquement pour [b]

➤ Cas où la consonne est principalement reconnue comme une occlusive voisée

De l'observation des Graphique 115, Graphique 116 et Graphique 117 nous pouvons remarquer que [b] en position initiale avec /a/, en position intervocalique avec /i/ et même /a/ et finale avec /u/, [d] en position initiale avec /a/ essentiellement, mais aussi avec /i u/, en position intervocalique avec les trois voyelles et en position finale avec /u/ et [g] en position initiale avec les trois voyelles, en position intervocalique avec /i/ et en position finale avec /i u/ (où les résultats contrastent fortement avec les cas de coarticulation avec la voyelle /a/) sont principalement identifiés à des occlusives sourdes.

En ce qui concerne les contextes où la consonne a été identifiée en tant qu'occlusive sourde, certains le permettent plus de trois fois sur quatre, voire presque totalement : en position initiale avec la voyelle /a/, [d g] sont essentiellement identifiés comme des occlusives sourdes (34/40 identifications à /t/ pour [d] et 37/40 à /k/ pour [g]). Pour [d] en coarticulation avec /a/, ces résultats ne sont pas différents de la position intervocalique. Pour [g] en coarticulation avec /a/, les tests du khi 2 indiquent que les réponses diffèrent significativement entre toutes les positions prosodiques. Le contraste pour [g] est ainsi important entre la position initiale et la position finale où il est identifié plus de trois fois sur quatre à un /g/. Les tests du khi 2 indiquent également qu'en position initiale, pour [d], les réponses ne diffèrent pas selon la voyelle en coarticulation. Pour [g], en position initiale également, les résultats de la coarticulation avec /a/ ne diffèrent qu'avec les résultats de la coarticulation avec la voyelle /u/. [b] en position initiale avec la voyelle /a/ atteint comme [d g] une interprétation en faveur de la consonne sourde avec 29 identifications sur 40 à /p/. Ces résultats sont significativement différents des résultats dans les autres positions prosodiques (en coarticulation avec /a/) mais pas significativement différents des réponses de [b] en coarticulation avec /i/ en position initiale. Ces résultats semblent donc confirmer qu'en position initiale avec la voyelle /a/, les occlusives [b d g] sont identifiées en tant qu'occlusives sourdes. De plus, [d] en position initiale semble toujours identifié majoritairement à la consonne sourde, quelle que soit la

voyelle en coarticulation. En coarticulation avec /i/ les réponses ne sont pas différentes entre la position initiale et la position intervocalique (où il est majoritairement identifié à une occlusive sourde), mais différent de la position finale, tout comme la position intervocalique diffère significativement de la position finale. En coarticulation avec /u/, les réponses pour [ḡ] ne diffèrent pas selon la position prosodique, cependant, en position finale, les réponses pour [ḡ] en coarticulation avec /u/ diffèrent significativement des réponses en coarticulation avec les deux autres voyelles, ce qui confirme nos premières observations qui indiquaient que [ḡ] est essentiellement reconnu en tant qu'occlusive sourde, excepté en position finale en coarticulation avec les voyelles /a i/.

En position initiale toujours, [ḡ] en coarticulation avec /i/ est identifié 35 fois à /k/. Ces résultats sont significativement différents des résultats en position intervocalique et finale avec la même voyelle. Cependant, bien qu'il y ait une différence globale significative selon le type de voyelle en coarticulation, ces résultats ne diffèrent cependant pas des résultats en position initiale avec les voyelles /a u/. Ces résultats semblent confirmer que [ḡ] en position initiale est essentiellement identifié à une occlusive sourde. Cependant, bien que significativement différentes des réponses en position initiale, les réponses pour [ḡ] en positions intervocalique et finale et en coarticulation avec la voyelle /i/ semblent en faveur de l'occlusive sourde également. Les tests du khi 2 confirment qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux situations. Par ailleurs, en position intervocalique, les réponses dans les cas de coarticulation de [ḡ] avec /i/ et avec /u/ diffèrent significativement, avec une majorité de réponses en faveur de l'occlusive voisée avec /u/. Cette différence n'existe pas en position finale avec ces mêmes voyelles. Ces observations sont importantes ici, car ce contraste en position finale entre d'un côté les réponses en coarticulation avec /i u/ en faveur d'une identification d'une occlusive sourde et avec /a/ en faveur d'une occlusive voisée, ne peut être observé qu'en croisant les réponses en fonction de la position prosodique et de la voyelle en coarticulation. Ce contraste est différent en position intervocalique où il oppose les résultats entre la coarticulation avec /u/ et la coarticulation avec /i/.

Enfin, notons également [ḡ] identifié à /p/ dans 33 cas sur 40 en position intervocalique avec /i/, ce qui diffère significativement des résultats en position initiale et finale avec la même voyelle. En position intervocalique, ces résultats diffèrent significativement des cas de coarticulation avec /a u/. Dans cette même position, il n'y a pas de différence d'interprétation entre [ḡ] en coarticulation avec /a/ et [ḡ] en coarticulation avec /u/. Ces résultats semblent donc indiquer qu'en position intervocalique, [ḡ] est plus souvent identifié comme sourd en coarticulation avec la voyelle /i/ mais pas avec la voyelle /a/. Enfin, en position finale, les résultats du test du khi 2 ne confirment pas de différence de réponse pour l'identification de [ḡ] selon la voyelle. Tout au plus, les réponses pour l'identification de [ḡ] en coarticulation avec /u/ (où l'identification est la plus forte en faveur de l'occlusive sourde) ne diffèrent significativement que de la position initiale où [ḡ] est très majoritairement identifié à une occlusive voisée. Dans ce cas précis, l'absence de différence significative selon la voyelle en coarticulation, alors que les tendances entre une identification de consonne sourde ou voisée semblent s'opposer, ne permet pas d'affirmer que la réponse est due à autre chose qu'au hasard.

Ainsi, plus globalement, pour les occlusives phonologiquement voisées mais produites sans barre de voisement au moment du relâchement, nous pouvons lister des positions prosodiques en coarticulation avec une voyelle précise où cette consonne est plus souvent perçue comme une occlusive sourde. Il s'agit de :

- la position initiale avec la voyelle /a/
- La position initiale avec les voyelles /i u/ pour les consonnes [d̥ ɡ̥]
- La position intervocalique avec la voyelle /i/
- La position intervocalique avec la voyelle /u/ pour [d̥]
- la position finale avec la voyelle /u/
- La position finale avec la voyelle /i/ pour [ɡ̥]

Nous pouvons également lister les voyelles en coarticulation qui dans une position prosodique donnée de la consonne semblent corrélées à une perception plus fréquente de la consonne en tant qu'une occlusive sourde. Il s'agit de :

- la voyelle /a/ en position initiale par rapport à /u/ pour [b̥ ɡ̥] (bien que pour [ɡ̥] l'identification avec /u/ reste majoritairement en faveur de l'occlusive sourde)
- La voyelle /i/ en position intervocalique par rapport à /u/ pour [ɡ̥] et par rapport à /a u/ pour [b̥]
- La voyelle /i/ en position finale par rapport à /a/ pour [ɡ̥]
- La voyelle /u/ en position finale pour [d̥]
- La voyelle /u/ en position finale par rapport à /a/ pour [ɡ̥]

➤ Bilan des résultats pour les occlusives phonologiquement voisées produites sans barre de voisement

Les résultats concernant ces occlusives phonologiquement voisées, mais réalisées sans barre de voisement au moment du relâchement, permettent d'établir qu'en dehors de quelques contextes particuliers (notamment [d̥ ɡ̥] en position initiale avec la voyelle /a/), ces consonnes ne sont pas perçues comme des occlusives sourdes aussi systématiquement que le sont les occlusives phonologiquement sourdes. Mieux encore, dans certains contextes, elles peuvent être majoritairement perçues comme voisées. Il existe donc des indices autres que la présence de barre de voisement au moment du relâchement pour les identifier comme telles, quoique la présence de ces indices ne soit pas aussi décisive dans l'interprétation de ces sons que la présence de barre de voisement.

Dans les cas où l'influence de la voyelle semble la plus marquée, les voyelles /a/ et /u/ semblent avoir un effet opposé. En position initiale, la coarticulation avec /a/ semble liée à la perception d'une occlusive sourde, alors qu'avec /u/, [b̥] est principalement identifié à une occlusive voisée. En position finale, en coarticulation avec /a/ [d̥ ɡ̥] sont identifiés principalement à des occlusives voisées, alors qu'avec /u i/, ils sont identifiés à des occlusives sourdes. Ce n'est cependant pas systématiquement le cas, puisque qu'en position finale avec [b̥], en position initiale avec [d̥ ɡ̥] et en position initiale avec [ɡ̥], il n'y a pas de différence de tendance en faveur d'une interprétation d'une occlusive voisée ou d'une occlusive sourde entre /a/ et /u/. L'influence du /i/ selon la position prosodique est différente des deux autres voyelles. Contrairement à /u/, et tout comme /a/, en position finale, elle ne favorise pas une

interprétation sourde du [d̥]. Dans les autres cas, elle favorise plutôt l'interprétation sourde de ces consonnes, notamment en position intervocalique (où cet effet est contraire à celui de /u/ pour [d̥]), également en position initiale avec [d̥] et dans toutes les positions avec [g̥], contrairement à /u/ pour la position intervocalique et contrairement à /a/ pour la position finale.

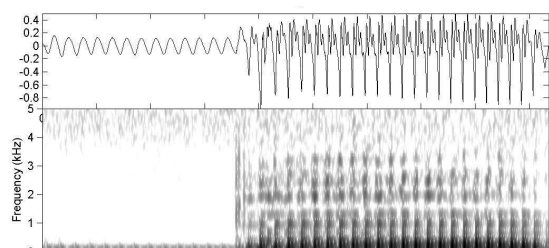
La position finale semble autoriser plus facilement une interprétation en faveur de présence de voisement avec la voyelle /a/, quoique la tendance ne puisse être confirmée que pour [g̥]. Au contraire, en position initiale (post-pausale), devant une voyelle /a/, l'interprétation penche largement en faveur de l'interprétation d'une occlusive sourde. L'absence d'une voyelle précédant la consonne pourrait priver la consonne de certains indices complémentaires de voisement et rendre la présence de barre de voisement essentielle à son interprétation. En position intervocalique, position où la production de voisement est facilitée, son absence, marquée, pourrait être perçue comme essentielle dans l'identification d'une occlusive sourde. Cette analyse ne fonctionne pas en coarticulation avec la voyelle /u/ dans trois situations : avec [b̥] en positions initiale et intervocalique, ainsi qu'avec [g̥] en position intervocalique. Ajoutons à ces situations l'interprétation majoritairement en faveur d'une occlusive sourde en position finale qui contraste avec les résultats obtenus avec les voyelles /a/ surtout, mais aussi avec /i/ (pour [d̥]). Il semble que dans ces situations, les indices – que nous devons encore identifier – et qui permettent dans l'ensemble des cas de ces consonnes dévoisées d'être identifiées comme des voisées soient plus fréquents, ou d'un poids plus important dans l'identification du voisement.

Nous avons mis en évidence que lorsque les locutrices taïwanaises prévoient les occlusives phonologiquement voisées du français ou ne voient pas les occlusives phonologiquement sourdes, ces occlusives sont bien reconnues par des natifs du français. L'absence de prévoisement sur une occlusive voisée conduit le plus souvent à une identification en tant qu'occlusive sourde. Cependant, ce n'est pas toujours le cas, ce qui les distingue des occlusives phonologiquement et phonétiquement sourdes. En position initiale pour [d̥ g̥] avec la voyelle /a/, et avec /u/ pour [g̥], ou en position intervocalique pour [b̥] avec la voyelle /i/, l'interprétation de la consonne en tant qu'occlusive sourde atteint ou dépasse le score de trois fois sur quatre. Au contraire, en position finale pour [g̥] après la voyelle /a/, ou en position intervocalique pour [b̥ g̥] avec /u/, ou en position initiale pour [b̥] avec /u/, l'interprétation en faveur d'une occlusive voisée est majoritaire et contraste significativement des identifications des consonnes en coarticulation avec /a i/.

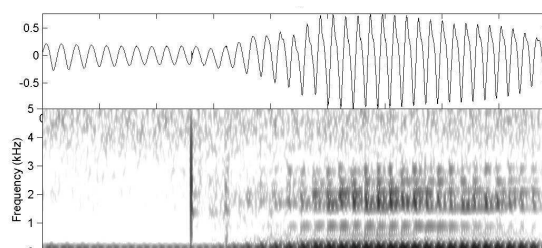
Document 18 : Spectrogrammes des 36 stimuli produits par des locutrices françaises et retenus pour le test de discrimination AX effectué par 10 auditrices taiwanaises

Pour chaque son, nous présentons sous son spectrogramme :

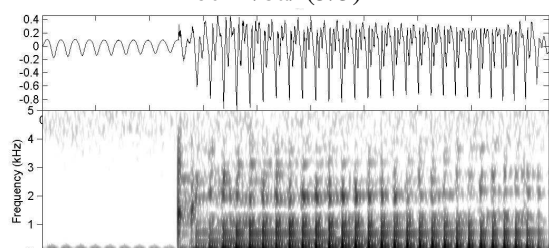
- La locutrice qui l'a réalisé (Loc1f à Loc11f)
- La syllabe cible pour le test (consonnes /b d g p t k/ avec les voyelles /a i u/) en syllabe CV
- La note moyenne (/5) attribuée par les 4 évaluateurs natifs du français



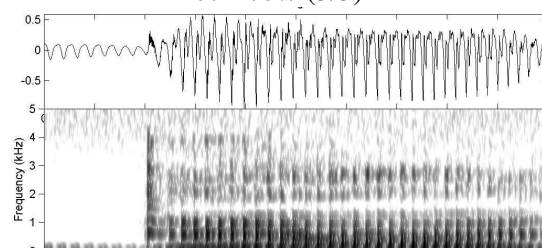
Loc1f /ba/ (5/5)



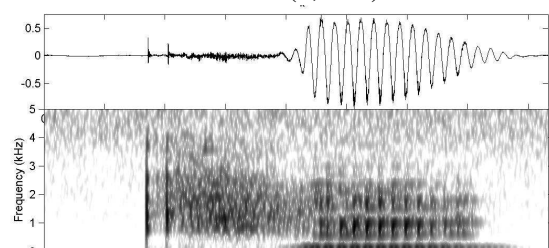
Loc1f /bu/ (5/5)



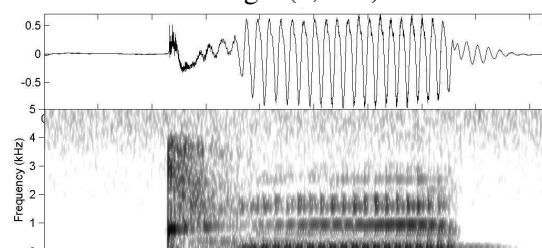
Loc1f /da/ (4,75/5)



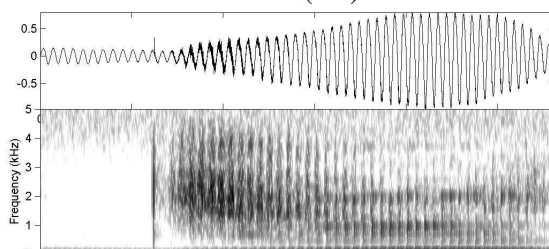
Loc1f /ga/ (4,75/5)



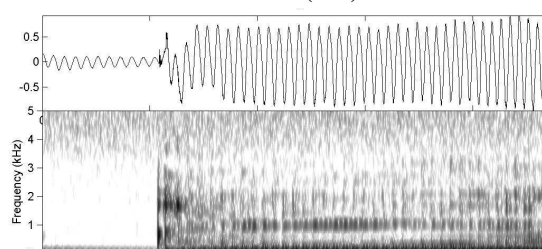
Loc1f /ki/ (5/5)



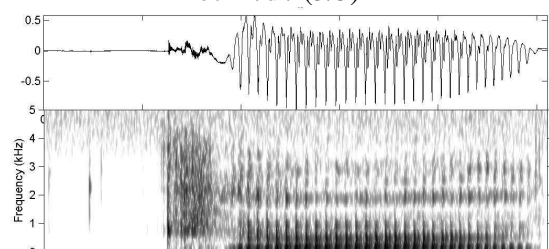
Loc1f /tu/ (5/5)



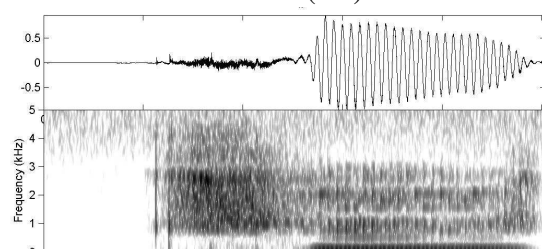
Loc2f /di/ (5/5)



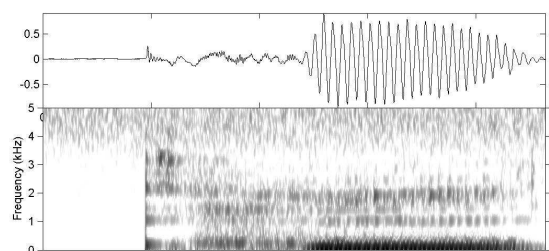
Loc2f /du/ (5/5)



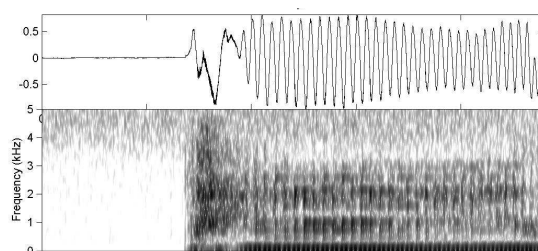
Loc2f /ka/ (5/5)



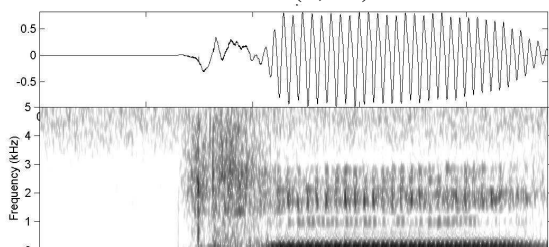
Loc2f /ki/ (4,75/5)



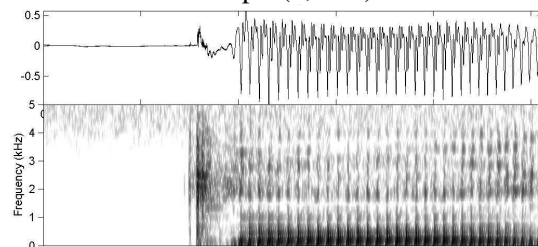
Loc2f /ku/ (4,5/5)



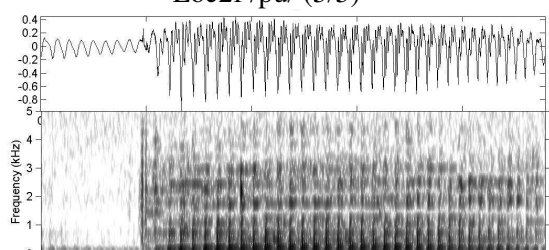
Loc2f /pi/ (4,75/5)



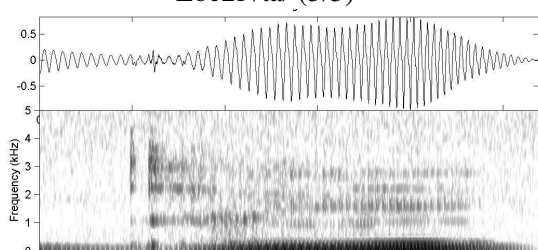
Loc2f /pu/ (5/5)



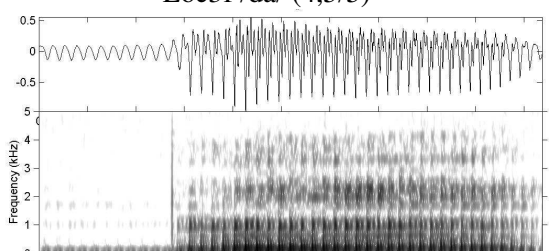
Loc2f /ta/ (5/5)



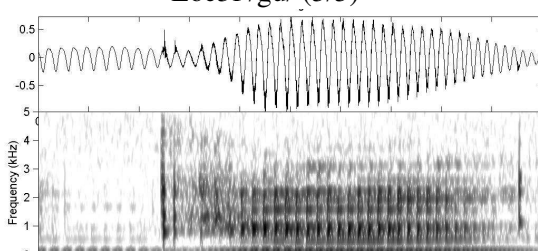
Loc3f /da/ (4,5/5)



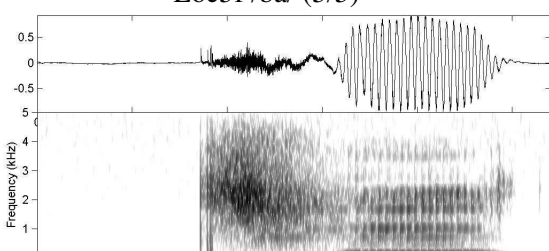
Loc3f /gu/ (5/5)



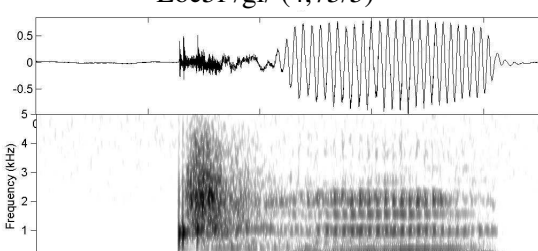
Loc5f /ba/ (5/5)



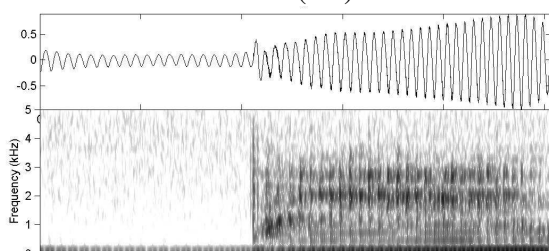
Loc5f /gi/ (4,75/5)



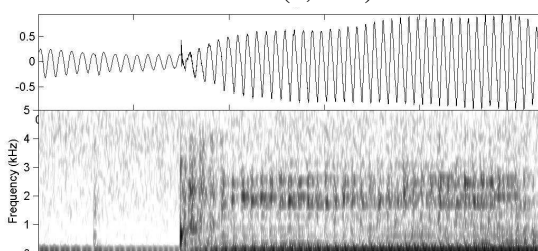
Loc5f /ti/ (5/5)



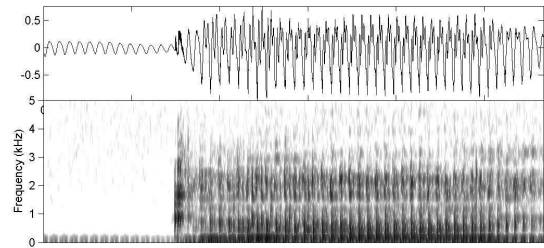
Loc5f /tu/ (4,75/5)



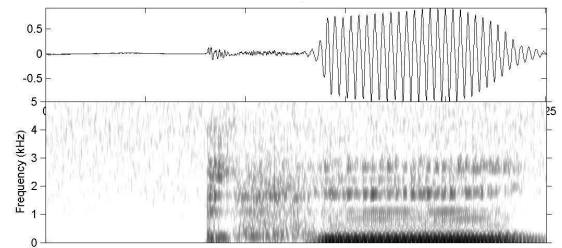
Loc6f /bi/ (4,75/5)



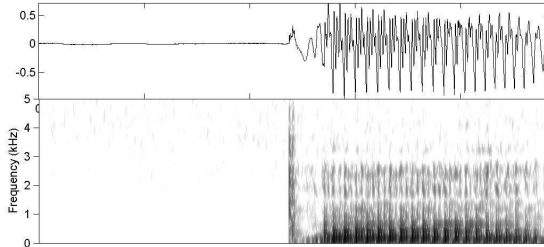
Loc6f /du/ (4,75/5)



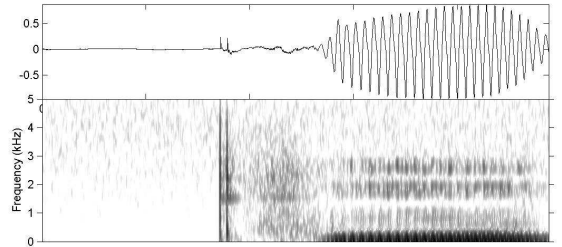
Loc5f /ga/ (4,75/5)



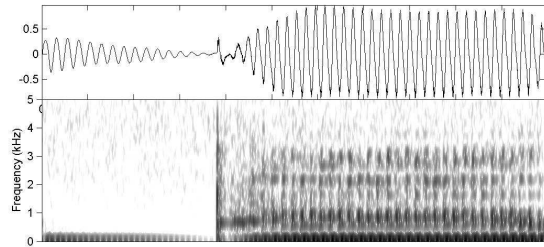
Loc6f /ku/ (5/5)



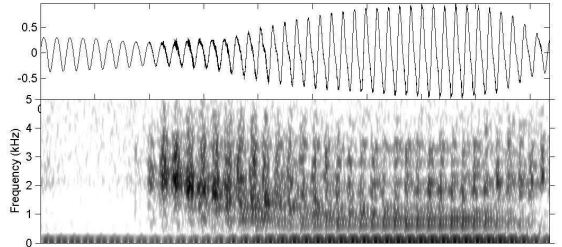
Loc6f /pa/ (4,75/5)



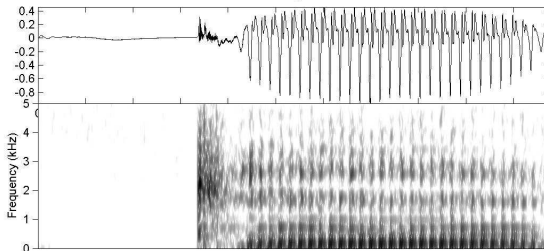
Loc6f /pu/ (4,5/5)



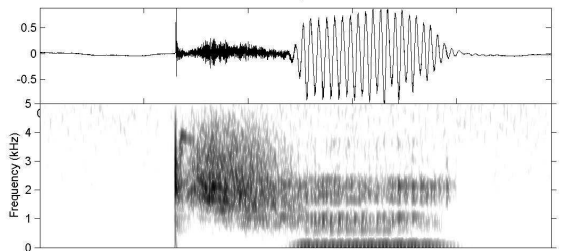
Loc7t /bi/ (5/5)



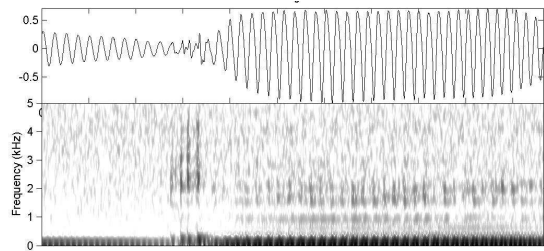
Loc7f /di/ (4,75/5)



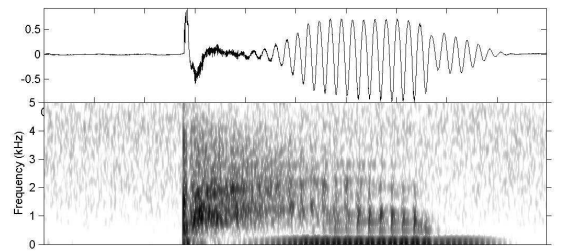
Loc7f /ta/ (4,75/5)



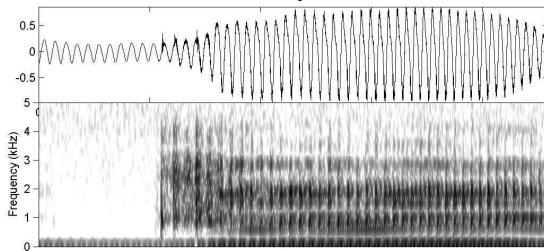
Loc8f /ti/ (5/5)



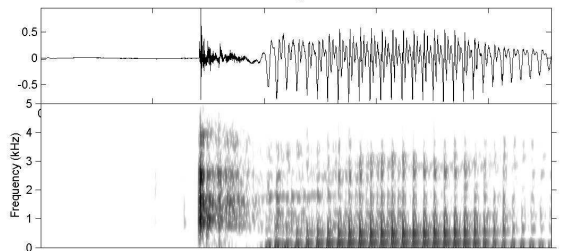
Loc9f /gu/ (4,75/5)



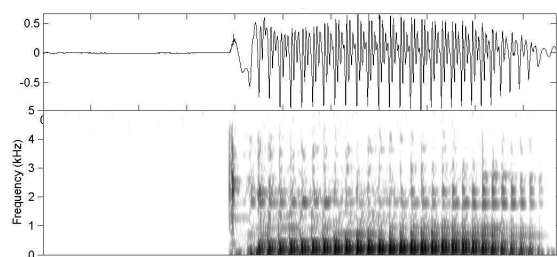
Loc9f /pi/ (5/5)



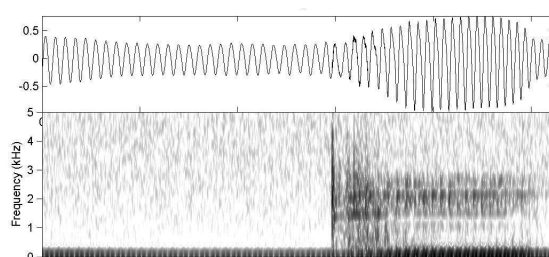
Loc10f /gi/ (4,75/5)



Loc10f /ka/ (4,75/5)



Loc10f /pa/ (5/5)



Loc11f /bu/ (4,75/5)

Document 19 : tableaux pour Chapitre 2. Quatrième partie – Discrimination des occlusives sourdes et sonores par des Taïwanaises

Les stimuli du test d'identification/ évaluation : complément (test d'identification 2)

ba (x2)	da (x5)	ga (x2)	pi (x2)	ti (x3)	ki (x2)
bu (x2)		gi (x2)		tu (x2)	
		gu (x3)			

Tableau 46 : liste des syllabes proposées dans le test complémentaire d'identification des consonnes du français à 4 auditeurs natifs experts (25 syllabes au total)

Résultats : stimuli sélectionnés

5/5	4,75/5	4,5/5
Loc1f : /ba/ ; /ki/ ; /tu/ ; /bu/	Loc1f : /da/ ; /ga/	Loc2f : /ku/
Loc2f : /ta/ ; /pu/ ; /di/ ; /du/ ; /ka/	Loc2f : /ki/ ; /pi/	Loc3f : /da/
Loc3f : /gu/	Loc5f : /gi/ ; /tu/	Loc6f : /pu/
Loc5f : /ba/ ; /ti/	Loc6f : /ga/ ; /pa/ ; /bi/ ; /du/	
Loc6f : /ku/	Loc7f : /di/ ; /ta/	
Loc7f : /bi/	Loc9f : /gu/	
Loc8f : /ti/	Loc10f : /gi/ ; /ka/	
Loc9f : /pi/	Loc11f : /bu/	
Loc10f : /pa/		

Tableau 47 : Syllabes sélectionnées avec une consonne C=/b d g p t k/ dans une syllabe CV (V=/a i u/) réalisées par 11 locutrices natives du français (Loc1f à Loc11f) comme exemplaires fixes standards de la consonne cible, en fonction de la note attribuée (sur 5) par 4 auditeurs experts natifs du français

Résultats : Discrimination des consonnes

Paire	Nombre de bonnes réponses	Nombre de mauvaises réponses	valeur de χ^2	valeur de p	DDL
/b p/	229	71	83,213	<0,0001	1
/d t/	250	50	133,333	<0,0001	1
/g k/	245	55	120,333	<0,0001	1

Tableau 48 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/

Résultats : Influence de la voyelle

Paire	Voyelle en coarticulation	Nombre de bonnes réponses	Nombre de mauvaises réponses	valeur de χ^2	valeur de p
/b p/	/a/	65	35	10,776	=0,0046
	/i/	81	19		
	/u/	83	17		
/d t/	/a/	66	34	32,448	<0,0001
	/i/	92	8		
	/u/	92	8		
/g k/	/a/	72	28	9,662	=0,0080
	/i/	88	12		
	/u/	85	15		

Tableau 49 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX en fonction de la voyelle V= /a i u/ en coarticulation pour les couples des consonnes C=/b p/, /d t/ ou /g k/ perçues en syllabes CV

Résultats par auditrice : Distinction sourdes/sonores par auditrice

Auditrice	Nombre de bonnes réponses	Nombre de mauvaises réponses	valeur de χ^2	valeur de p
Aud1t	80	10	54,444	<0,0001
Aud2t	57	33	6,400	=0,0228
Aud3t	83	7	64,178	<0,0001
Aud4t	59	31	8,711	=0,0063
Aud5t	71	19	30,044	<0,0001
Aud6t	87	3	78,400	<0,0001
Aud7t	72	18	32,400	<0,0001
Aud8t	73	17	34,844	<0,0001
Aud9t	61	29	11,378	=0,0015
Aud10t	81	9	57,600	<0,0001

Tableau 50 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples confondus des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/ pour chaque auditrice taïwanaise (Aud1t à Aud10t)

Auditrice	Paire de consonnes	Nombre de bonnes réponses	Nombre de mauvaises réponses	valeur de χ^2	valeur de p
Aud1t	/b p/	23	7	8,533	=0,0070
	/d t/	28	2	22,533	<0,0001
	/g k/	29	1	26,133	<0,0001
Aud2t	/b p/	15	15	0,000	.
	/d t/	23	7	8,533	=0,0070
	/g k/	19	11	2,133	=0,2883
Aud3t	/b p/	30	0	30,000	<0,0001
	/d t/	27	3	19,200	<0,0001
	/g k/	26	4	16,133	=0,0001
Aud4t	/b p/	16	14	0,133	=0,5700
	/d t/	22	8	6,533	=0,0212

	/g k/	21	9	4,800	=0,0569
Aud5t	/b p/	22	8	6,533	=0,0212
	/d t/	23	7	8,533	=0,0070
	/g k/	26	4	16,133	=0,0001
Aud6t	/b p/	27	3	19,200	<0,0001
	/d t/	30	0	30,000	<0,0001
	/g k/	30	0	30,000	<0,0001
Aud7t	/b p/	25	5	13,333	=0,0005
	/d t/	24	6	10,800	=0,0020
	/g k/	23	7	8,533	=0,0070
Aud8t	/b p/	25	5	13,333	=0,0005
	/d t/	25	5	13,333	=0,0005
	/g k/	23	7	8,533	=0,0070
Aud9t	/b p/	18	12	1,200	=0,5466
	/d t/	22	8	6,533	=0,0212
	/g k/	21	9	4,800	=0,0569
Aud10t	/b p/	28	2	22,533	<0,0001
	/d t/	26	4	16,133	=0,0001
	/g k/	27	3	19,200	<0,0001

Tableau 51 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/ pour chaque auditrice taïwanaise (Aud1t à Aud10t)

Résultats par auditrice : Distinction des consonnes en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/)

Auditrice	Voyelle en coarticulation	Nombre de bonnes réponses	Nombre de mauvaises réponses	valeur de χ^2	valeur de p
Aud1t	/a/	23	7	8,533	=0,0070
	/i/	28	2	22,533	<0,0001
	/u/	29	1	26,133	<0,0001
Aud2t	/a/	15	15	0,000	.
	/i/	22	8	6,533	=0,0212
	/u/	20	10	3,333	=0,1358
Aud3t	/a/	25	5	13,333	=0,0005
	/i/	30	0	30,000	<0,0001
	/u/	28	2	22,533	<0,0001
Aud4t	/a/	14	16	0,133	=0,5700
	/i/	23	7	8,533	=0,0070
	/u/	22	8	6,533	=0,0212
Aud5t	/a/	21	9	4,800	=0,0569
	/i/	22	8	6,533	=0,0212
	/u/	28	2	22,533	<0,0001
Aud6t	/a/	27	3	19,200	<0,0001
	/i/	30	0	30,000	<0,0001
	/u/	30	0	30,000	<0,0001
Aud7t	/a/	18	12	1,200	=0,5466
	/i/	26	4	16,133	=0,0001
	/u/	28	2	22,533	<0,0001

Aud8t	/a/	18	12	1,200	=0,5466
	/i/	28	2	22,533	<0,0001
	/u/	27	3	19,200	<0,0001
Aud9t	/a/	15	15	0,000	.
	/i/	24	6	10,800	=0,0020
	/u/	22	8	6,533	=0,0212
Aud10t	/a/	27	3	19,200	<0,0001
	/i/	28	2	22,533	<0,0001
	/u/	26	4	16,133	=0,0001

Tableau 52 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses en fonction de la voyelle V= /a i u/ en coarticulation aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV

Document 20 : tableaux pour Chapitre 3. Première partie – Propriétés générales du corpus pour l'analyse des paramètres de voisement des consonnes occlusives françaises /b d g p t k/ produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$

Evaluation des logatomes enchaînés à la phrase cadre (en initiale)

	Françaises (FR)											Taïwanaises (TW)							Total général
	Loc1f	Loc3f	Loc4f	Loc5f	Loc6f	Loc7f	Loc8f	Loc9f	Loc10f	Loc11f	Total FR	Loc1t	Loc2t	Loc3t	Loc4t	Loc6t	Loc10t	Total TW	
b	12	1		12	10	9	8	12	9	11	84	1		7	2	8	9	27	111
d	12		1	12	9	9	11	12	8	12	86	4		11		11	12	38	124
g	12			12	10	7	11	12	9	11	84	2	2	11	2	9	2	28	112
p	12			11	6	3	7	11	9	7	66								66
t	12			12	3	6	11	12	9	10	75								75
k	12			12	6	7	8	12	9	11	77								77
Total	72	1	1	71	44	41	56	53	62	71	472	7	2	29	4	28	23	93	565

Tableau 53 : Nombre d'occurrences de consonnes /b d g p t k/ réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ en position initiale et enchaînées à la phrase cadre (sur un total de 12 occurrences maximum par consonne) par 11 locutrices françaises (Loc1f à loc11f) et 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (les locutrices non inscrites n'ont rien enchaîné)

La position finale : L'enchaînement à la phrase cadre

Phonèmes	Loc11f	Loc4t	Total
b		8	8
d	1	8	9
g		8	8
p		10	10
t	2	6	8
k		7	7
Total	3	47	50

Tableau 54 : Nombre de phonèmes en position finale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ enchaînés à la phrase cadre par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t). Les locutrices non présentées n'ont pas d'occurrences relevées (Maximum d'occurrences par locutrice =72 (12 par consonne) sauf pour Loc4t pour laquelle il manque une occurrence de /d/).

La prononciation d'un schwa : Evaluation des schwas et détermination de la syllabe finale

Nationalité	Locutrices	Voyelles [a i u] suivant la position 3 du logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	Voyelles [ə] suivant la position 4 du logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	Total général
Française	Loc1f	72	56	128
	Loc2f	72	69	141
	Loc3f	72	69	141
	Loc4f	72	50	122
	Loc5f	72	47	119
	Loc6f	72	71	143
	Loc7f	72	66	138
	Loc8f	72	69	141
	Loc9f	72	72	144
	Loc10f	72	66	138
	Loc11f	72	57	129
	Total	792	692	1484
Taïwanaise	Loc1t	72	41	113
	Loc2t	72	53	125
	Loc3t	72	50	122
	Loc5t	72	39	111
	Loc6t	72	50	122
	Loc7t	72	60	132
	Loc8t	72	67	139
	Loc9t	72	64	136
	Loc10t	72	23	95
	Loc11t	72	69	141
	Total	720	516	1236
Total général	1512	1208	2720	

Tableau 55 : Nombre d'occurrences des voyelles [a i u] en troisième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) et de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 11 locutrices françaises (-3 occurrences pour Loc11f) et 10 locutrices taïwanaises

	différences de durées des voyelles		valeur de p	valeur de F
	différences significatives	différences non significatives		
Loc1f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,124) =64,363
Loc2f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,137) =60,327
Loc3f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,137) =110,176
Loc4f	[a i]>[u]>[ə]	[a i]	p<0,0001	F _(3,118) =131,550
Loc5f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,115) =15,731
Loc6f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,139) =53,472
Loc7f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,134) =94,839
Loc8f	[a i]>[ə] ; [i u]>[ə] ; [a]>[u]	[a i] ; [i u]	p<0,0001	F _(3,137) =73,031
Loc9f	[a u]>[i]>[ə]	[a u]	p<0,0001	F _(3,140) =33,622
Loc10f	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,134) =69,117
Loc11f	[a u]>[i]>[ə]	[a u]	p<0,0001	F _(3,125) =111,334
Loc1t	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,109) =81,386

Loc2t	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,121) =35,529
Loc3t	[a i]>[ə] ; [i u]>[ə] ; [a]>[u]	[a i] ; [i u]	p<0,0001	F _(3,118) =38,424
Loc5t	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,107) =121,424
Loc6t	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,118) =62,528
Loc7t	[a]>[i u]>[ə]	[i u]	p<0,0001	F _(3,128) =29,335
Loc8t	[a u]>[ə] ; [a i]>[ə] ; [u]>[i]	[a u] ; [a i]	p<0,0001	F _(3,135) =18,924
Loc9t	[a i u]>[ə]	[a i u]	p<0,0001	F _(3,132) =56,374
Loc10t	[i]>[a u]>[ə]	[a u]	p<0,0001	F _(3,91) =171,036
Loc11t	[a i]>[u]>[ə]	[a i]	p<0,0001	F _(3,137) =29,034

Tableau 56 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) effectués entre les moyennes de durée des voyelles /a i u/ en troisième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ et de la moyenne de durée des schwas segmentés après la dernière consonne du logatome pour (individuellement) 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f), et 10 locutrices taïwanaises (Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t, Loc11t). Le nombre d'occurrences de chaque voyelle est indiqué dans le Tableau 55. (3 occurrences non retenues pour Loc11f et Loc4t non retenue pour raison d'enchaînement de la position finale à la phrase cadre ; voir : *L'enchaînement à la phrase cadre*)

Déterminer la position finale relativement à la voyelle

	différences de durées des voyelles		valeur de p	valeur de F
	différences significatives	différences non significatives		
Loc1f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =71,038
Loc2f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =130,909
Loc3f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =106,951
Loc4f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =35,488
Loc5f	dur3>dur1>dur2		p<0,0001	F _(2,213) =70,607
Loc6f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =19,937
Loc7f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =36,952
Loc8f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =91,513
Loc9f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =21,715
Loc10f	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =34,979
Loc11f			p=0,0952	F _(2,213) =2,378
Loc1t	dur3>dur1	[dur1 ; dur2] ; [dur2 ; dur3]	p=0,0365	F _(2,213) =3,362
Loc2t	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p=0,0001	F _(2,213) =9,229
Loc3t	dur3>dur2>dur1		p<0,0001	F _(2,213) =81,813
Loc4t			p=0,2935	F _(2,213) =1,233
Loc5t	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =63,435
Loc6t	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =239,835
Loc7t	[dur3 ; dur2]>dur1	[dur3 ; dur2]	p=0,0046	F _(2,213) =5,511
Loc8t	dur2>dur1	[dur3 ; dur2] ; [dur3 ; dur1]	p=0,0160	F _(2,213) =4,216
Loc9t			p=0,4707	F _(2,213) =0,756
Loc10t	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =103,459
Loc11t	dur3>[dur1 ; dur2]	[dur1 ; dur2]	p<0,0001	F _(2,213) =14,774

Tableau 57 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) effectués entre les moyennes de durée des voyelles en première (dur1), deuxième (dur2) et troisième (dur3) positions de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par (individuellement) 11 locutrices françaises (Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f), et 11 locutrices taïwanaises (Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t, Loc11t).

L'absence de relâchement

Nationalité	Locutrices	b	g	p	t	Total général
FR	Loc1f	7		2		9
FR	Loc4f	7		6		13
FR	Loc10f			1		1
Total FR		14		9		23
TW	Loc8t	1				1
TW	Loc10t	1	1		1	3
Total TW		2	1		1	4
Total général		16	1	9	1	27

Tableau 58 : Nombre « d'occurrences » de consonnes occlusives françaises en position finale prononcées sans relâchement et suivies d'un silence pour la production par de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE des locutrices françaises (FR) et taïwanaises (TW)

Document 21 : Tableaux pour Chapitre 3. Deuxième partie – VOT des occlusives /b d g p t k/

Occurrences exploitables : Absence de barre d'explosion

consonnes	Locutrices françaises natives			total FR	Locutrices taïwanaises								total TW
	Loc2f	Loc3f	Loc4f		Loc1t	Loc2t	Loc4t	Loc5t	Loc7t	Loc8t	Loc9t	Loc11t	
b	12	11	12	35	11	12	10	12	12	11	12	12	92
d	12	12	11	35	8	12	12	12	12	12	12	12	92
g	12	12	9	33	10	10	10	12	12	12	12	12	90
p	12	12	12	36	11	12	12	12	12	11	11	12	93
t	12	12	12	36	12	12	12	12	12	12	12	12	96
k	12	12	12	36	12	12	12	12	12	12	12	12	96
Total	72	71	68	211	64	70	68	72	72	70	71	72	559

Tableau 59 : Nombre d'occurrences exploitées pour les mesures de VOT des occlusives françaises /b d g p t k/ en position initiale de logatome, réalisées par des locutrices natives et des locutrices taïwanaises

Résultats globaux

	valeur de p	valeur de t
VOT de /b/	p=0,0046	t ₁₂₅ = 2,888
VOT de /d/	p=0,0194	t ₁₂₅ = 2,369
VOT de /g/	p<0,0001	t ₁₂₁ = 4,735
VOT de /p/	p=0,0165	t ₁₂₇ = 2,429
VOT de /t/	p=0,0387	t ₁₃₀ = 2,088
VOT de /k/	p=0,0003	t ₁₃₀ = 3,758

Tableau 60 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ entre celles produites par 3 locutrices françaises et celles produites par 8 locutrices taïwanaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/.

Etude de l'influence de la voyelle sur le VOT des consonnes /b p d t g k/ produites par les locutrices françaises et les locutrices taïwanaises

Locutrices françaises								
Consonnes	Voyelle en coarticulation	Valeurs moyennes		Résultat global		a/i	a/u	u/i
		VOT	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p
/b/	/a/	-37	46	$F_{(2,32)}=3,340$	p=0,0481	0,0285	0,0341	0,9349
	/i/	-76	16					
	/u/	-75	53					
/p/	/a/	16	3	$F_{(2,33)}=21,187$	p<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,7816
	/i/	35	12					
	/u/	36	9					
/d/	/a/	-53	49	$F_{(2,32)}=0,170$	p=0,8446			
	/i/	-44	62					
	/u/	-40	52					
/t/	/a/	16	3	$F_{(2,33)}=26,337$	p<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0192
	/i/	51	15					
	/u/	39	14					
/g/	/a/	-19	34	$F_{(2,30)}=3,388$	p=0,0471	0,0934	0,0171	0,3651
	/i/	-50	51					
	/u/	-68	44					
/k/	/a/	28	5	$F_{(2,33)}=24,429$	p<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0238
	/i/	60	15					
	/u/	49	12					

Tableau 61 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive françaises réalisées par des locutrices françaises (3), des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées pour comparer les VOT des consonnes pour chaque consonne en fonction de la voyelle en coarticulation

Locutrices taïwanaises								
Consonnes	Voyelle en coarticulation	Valeurs moyennes		Résultat global		a/i	a/u	u/i
		VOT	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p
/b/	/a/	-18	54	$F_{(2,89)}=0,617$	p=0,5418			
	/i/	-28	76					
	/u/	-37	73					
/p/	/a/	20	16	$F_{(2,90)}=13,255$	p<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,6604
	/i/	53	42					
	/u/	57	29					
/d/	/a/	-14	53	$F_{(2,89)}=0,105$	p=0,9001			
	/i/	-21	71					
	/u/	-16	62					
/t/	/a/	26	17	$F_{(2,93)}=14,479$	p<0,0001	<0,0001	0,0006	0,0941
	/i/	64	32					

	/u/	52	34					
/g/	/a/	4	43	$F_{(2,87)}=2,079$	P=0,1313			
	/i/	23	51					
	/u/	-5	65					
/k/	/a/	46	21	$F_{(2,93)}=18,912$	p<0,0001	<0,0001	0,0024	0,0031
	/i/	83	27					
	/u/	65	23					

Tableau 62 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par des locutrices taiwanaises (8), des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées pour comparer les VOT des consonnes pour chaque consonne en fonction de la voyelle en coarticulation

consonne	b			d			g			p			t			k			Total
voyelle	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	
FR	11	12	12	11	12	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	211
TW	31	31	30	32	30	30	30	29	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	559
Total	42	43	42	43	42	42	42	41	40	43	43	43	44	44	44	44	44	44	770

Tableau 63 : Nombre d'occurrences utilisées pour les mesures de VOT en fonction de la consonne, de la voyelle en coarticulation et de l'origine des locutrices : françaises (FR) ou taiwanaises (TW)

Comparaison des moyennes de VOT obtenues pour les occlusives françaises /b p d t g k/ en position initiale et en fonction de la voyelle en coarticulation par les locutrices françaises et taiwanaises

	Voyelle en coarticulation	VOT moyen FR	VOT moyen TW	valeur de p	valeur de t
VOT de /b/	/a/	-37	-18	p=0,3155	t ₄₀ =1,016
	/i/	-76	-28	p=0,0338	t ₄₁ =2,196
	/u/	-75	-37	p=0,1157	t ₄₀ =1,608
VOT de /d/	/a/	-53	-14	p=0,0402	t ₄₁ =2,119
	/i/	-44	-21	p=0,3419	t ₄₀ =0,962
	/u/	-40	-16	p=0,2589	t ₄₀ =1,145
VOT de /g/	/a/	-19	4	p=0,1013	t ₄₀ =1,677
	/i/	-50	23	p=0,0002	T ₃₉ =4,162
	/u/	-68	-5	p=0,0101	T ₃₈ =2,709
VOT de /p/	/a/	16	20	p=0,3090	t ₄₁ =1,028
	/i/	35	53	p=0,1525	t ₄₁ =1,458
	/u/	36	57	p=0,0215	t ₄₁ =2,391
VOT de /t/	/a/	16	26	p=0,0598	t ₄₂ =1,934
	/i/	51	64	p=0,1738	t ₄₂ =1,383
	/u/	39	52	p=0,2120	t ₄₂ =1,267
VOT de /k/	/a/	28	46	p=0,0044	t ₄₂ =3,007
	/i/	60	83	p=0,0101	t ₄₂ =2,693
	/u/	49	65	p=0,0318	t ₄₂ =2,221

Tableau 64 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des valeurs de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ produites par 3 locutrices françaises et 8 locutrices taiwanaises en fonction de la voyelle en coarticulation /a i u/, en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome

Comportements des locutrices françaises et taiwanaises dans la réalisation du VOT des occlusives /b p d t g k/ : Les locutrices françaises

	/b/	/d/	/g/	/p/	/t/	/k/
Loc2f	-71	-33	-45	24	38	53
Loc3f	-56	-62	-42	29	25	39
Loc4f	-62	-40	-44	34	44	46
Total	-63	-45	-44	29	35	46

Tableau 65 : Valeurs moyennes de VOT des consonnes /b d g p t k/ de trois locutrices françaises en position initiale de logatome

Locutrices françaises								
Consonnes	Locutrices	Valeurs moyennes		Résultat global		Loc2f/Loc3f	Loc2f/Loc4f	Loc3f/Loc4f
		VOT	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p	Valeur de p
/b/	Loc2f	-71	31	$F_{(2, 32)}=0,293$	0,7482			
	Loc3f	-56	59					
	Loc4f	-62	43					
/p/	Loc2f	24	13	$F_{(2, 33)}=1,705$	0,1975			
	Loc3f	29	11					
	Loc4f	34	14					
/d/	Loc2f	-33	48	$F_{(2, 32)}=0,965$	0,3918			
	Loc3f	-62	59					
	Loc4f	-40	53					
/t/	Loc2f	37,624	19	$F_{(2, 33)}=3,895$	0,0303	0,0741	0,3791	0,0099
	Loc3f	25	10					
	Loc4f	44	21					
/g/	Loc2f	-45	36	$F_{(2, 30)}=0,015$	0,9855			
	Loc3f	-42	62					
	Loc4f	-44	40					
/k/	Loc2f	53	22	$F_{(2, 33)}=2,013$	0,1497			
	Loc3f	39	15					
	Loc4f	46	13					

Tableau 66 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 3 locutrices françaises, et résultats des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=VOT, Facteur=Locutrice

Locutrices	Consonnes	valeur de p	valeur de t
Loc2f	/b p/	p<0,0001	t ₂₂ = 9,839
	/d t/	p<0,0001	t ₂₂ = 4,766
	/g k/	p<0,0001	t ₂₂ = 8,100
Loc3f	/b p/	p<0,0001	t ₂₁ =4,903
	/d t/	p<0,0001	t ₂₂ = 5,019
	/g k/	p=0,0003	t ₂₂ = 4,359
Loc4f	/b p/	p<0,0001	t ₂₂ =7,430
	/d t/	p<0,0001	t ₂₁ =5,102
	/g k/	p<0,0001	t ₁₉ =7,318

Tableau 67 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) des différences de valeur de VOT des couples de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 3 locutrices françaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/

Les locutrices taiwanaïses

	b	d	g	p	t	k
Loc1t	-43	-9	25	31	31	50
Loc2t	-72	-84	-98	65	74	76
Loc4t	-78	-111	-23	36	47	74
Loc5t	18	27	35	44	38	57
Loc7t	11	13	19	14	20	44
Loc8t	12	22	36	13	22	37
Loc9t	34	25	50	71	76	99
Loc11t	-111	-19	-6	71	72	79
Total	-28	-17	7	43	47	64

Tableau 68 : Valeurs moyennes (ms) de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ des locutrices taiwanaïses en position initiale de logatome

Les locutrices taiwanaïses : Différence entre les locutrices (consonne par consonne)

Locutrices taiwanaïses							
Consonnes	Locutrices	Valeurs moyennes		Résultat global		Tests PLSD de Fischer	
		VOT	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Ecart significatif avec	Ecart non significatif avec
/b/	Loc1t	-43	77	$F_{(7, 84)} = 16,362$	<0,0001	Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc2t, Loc4t
	Loc2t	-72	22			Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc4t
	Loc4t	-78	63			Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc1t, Loc2t, Loc11t
	Loc5t	18	8			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc7t, Loc8t, Loc9t
	Loc7t	11	6			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc5t, Loc8t, Loc9t
	Loc8t	12	5			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc5t, Loc7t, Loc9t
	Loc9t	35	33			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc5t, Loc7t, Loc8t
	Loc11t	-111	76			Loc1t, Loc2t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc4t
/p/	Loc1t	31	17	$F_{(7, 85)} = 8,921$	<0,0001	Loc2t, Loc9t, Loc11t	Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t
	Loc2t	65	23			Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t	Loc5t, Loc9t, Loc11t
	Loc4t	36	30			Loc2t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc5t
	Loc5t	44	23			Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc2t, Loc4t
	Loc7t	14	7			Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc8t
	Loc8t	13	8			Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc7t
	Loc9t	71	57			Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	Loc2t, Loc11t
	Loc11t	71	24			Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	Loc2t, Loc9t
/d/	Loc1t	-9	58	$F_{(7, 84)} = 25,005$	<0,0001	Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc9t	Loc7t, Loc8t, Loc11t
	Loc2t	-84	16			Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc4t
	Loc4t	-111	27			Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc2t
	Loc5t	27	11			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc7t, Loc8t, Loc9t
	Loc7t	13	8			Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc8t,

	Loc8t	22	5			Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc9t
	Loc9t	25	12			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc9t
	Loc11t	-19	82			Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc5t, Loc7t, Loc8t
/t/	Loc1t	31	22	$F_{(7, 88)} = 10,840$	<0,0001	Loc2t, Loc9t, Loc11t	Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t
	Loc2t	74	18			Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	Loc9t, Loc11t
	Loc4t	47	28			Loc2t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc5t
	Loc5t	38	17			Loc2t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t
	Loc7t	20	10			Loc2t, Loc4t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc8t
	Loc8t	22	5			Loc2t, Loc4t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc7t
	Loc9t	76	50			Loc1t, Loc4t, Loc5t, loc7t, Loc8t	Loc2t, loc11t
	Loc11t	72	21			Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	Loc2t, loc9t
/g/	Loc1t	25	6	$F_{(7, 82)} = 20,058$	<0,0001	Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t
	Loc2t	-98	17			Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	
	Loc4t	-23	55			Loc1t, Loc2t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc11t
	Loc5t	35	17			Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc1t, Loc7t, Loc8t, Loc9t
	Loc7t	19	9			Loc2t, Loc4t, Loc9t	Loc1t, Loc5t, Loc8t, Loc11t
	Loc8t	36	15			Loc2t, Loc4t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc9t
	Loc9t	50	22			Loc2t, Loc4t, Loc7t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc8t
	Loc11t	-6	72			Loc1t, Loc2t, loc5t, Loc8t, Loc9t	Loc4t, Loc7t
/k/	Loc1t	50	28	$F_{(7, 88)} = 12,953$	<0,0001	Loc2t, Loc4t, Loc9t, Loc11t	Loc5t, Loc7t, Loc8t
	Loc2t	76	16			Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc4t, Loc11t
	Loc4t	74	23			Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc2t, Loc11t
	Loc5t	57	17			Loc2t, Loc4t, Loc8t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc7t
	Loc7t	44	16			Loc2t, Loc4t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc5t, Loc8t
	Loc8t	37	12			Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc9t, Loc11t	Loc1t, Loc7t
	Loc9t	99	24			Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, loc8t, Loc11t	
	Loc11t	79	20			Loc1t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t	Loc2t, Loc4t

Tableau 69 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 8 locutrices taiwanaïses, et résultats des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=VOT, Facteur=Locutrice

Comparaison du VOT entre consonnes sourdes et sonores des locutrices taiwanaïses

Locutrices	Consonnes	valeur de p	valeur de t
Loc1t	/b p/	p=0,0055	t ₂₀ = 3,108
	/d t/	p=0,0408	t ₁₈ = 2,204
	/g k/	p=0,0127	t ₂₀ = 2,736
Loc2t	/b p/	p<0,0001	t ₂₂ =14,970
	/d t/	p<0,0001	t ₂₂ = 22,441

	/g k/	p<0,0001	t ₂₀ = 25,298
Loc4t	/b p/	p<0,0001	t ₂₀ =5,593
	/d t/	p<0,0001	t ₂₂ =14,192
	/g k/	p<0,0001	t ₂₀ =5,601
Loc5t	/b p/	p=0,0013	t ₂₂ =3,692
	/d t/	p=0,0636	t ₂₂ =1,954
	/g k/	p=0,0057	t ₂₂ =3,062
Loc7t	/b p/	p=0,2775	t ₂₂ =1,114
	/d t/	p=0,0652	t ₂₂ =1,941
	/g k/	p=0,0001	t ₂₂ =4,710
Loc8t	/b p/	p=0,8405	t ₂₀ =0,204
	/d t/	p=0,8396	t ₂₂ =0,205
	/g k/	p=0,8578	t ₂₂ =0,181
Loc9t	/b p/	p=0,0712	t ₂₁ =1,900
	/d t/	p=0,0026	t ₂₂ =3,402
	/g k/	p<0,0001	t ₂₂ =5,223
Loc11t	/b p/	p<0,0001	t ₂₂ =7,948
	/d t/	p=0,0011	t ₂₂ =3,737
	/g k/	p=0,0006	t ₂₂ =3,977

Tableau 70 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de VOT des couples de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 8 locutrices taiwanaïses en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/

Comparaison des comportements entre locutrices françaises et taiwanaïses

Locutrices taiwanaïses							
Consonnes	Locutrices	Valeurs moyennes		Résultat global		Tests PLSD de Fischer par rapport aux locutrices françaises	
		VOT	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Ecart significatif avec	Ecart non significatif avec
/b/	Loc1t	-43	77	F _(10, 116) = 13,158	<0,0001		Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc2t	-72	22				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc4t	-78	63				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc5t	18	8				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc7t	11	6				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc8t	12	5				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc9t	35	33				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc11t	-111	76				Loc2f, Loc3f, Loc4f
/p/	Loc1t	31	17	F _(10, 118) = 9,015	<0,0001		Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc2t	65	23				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc4t	36	30				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc5t	44	23				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc7t	14	7				Loc4f Loc2f, Loc3f
	Loc8t	13	8				Loc4f Loc2f, Loc3f
	Loc9t	71	57				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc11t	71	24				Loc2f, Loc3f, Loc4f
/d/	Loc1t	-9	58	F _(10,116) = 14,743	<0,0001		Loc3f Loc2f, Loc4f
	Loc2t	-84	16				Loc2f, Loc4f Loc3f
	Loc4t	-111	27				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc5t	27	11				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc7t	13	8				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc8t	22	5				Loc2f, Loc3f, Loc4f

	Loc9t	25	12			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc11t	-19	82			Loc3f	Loc2f, Loc4f
/t/	Loc1t	31	22	$F_{(10, 121)} = 10,000$	<0,0001		Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc2t	74	18			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc4t	47	28			Loc3f	Loc2f, Loc4f
	Loc5t	38	17				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc7t	20	10			Loc4f	Loc2f, Loc3f
	Loc8t	22	5			Loc4f	Loc2f, Loc3f
	Loc9t	76	50			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc11t	72	21			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
/g/	Loc1t	25	6	$F_{(10, 112)} = 15,392$	<0,0001	Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc2t	-98	17			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc4t	-23	54				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc5t	35	17			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc7t	19	9			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc8t	36	15			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc9t	50	22			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc11t	-6	72			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
/k/	Loc1t	50	28	$F_{(10, 121)} = 12,547$	<0,0001		Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc2t	76	16			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc4t	74	23			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc5t	57	17			Loc3f	Loc2f, Loc4f
	Loc7t	44	16				Loc2f, Loc3f, Loc4f
	Loc8t	37	12			Loc2f	Loc3f, Loc4f
	Loc9t	99	24			Loc2f, Loc3f, Loc4f	
	Loc11t	79	20			Loc2f, Loc3f, Loc4f	

Tableau 71 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 8 locutrices taiwanaïses, résultats des ANOVAs réalisées pour ces 8 locutrices taiwanaïses et 3 locutrices françaises avec VD=VOT, Facteur=Locutrice et résultats des tests PLSD de Fischer relatifs aux différences significatives ou non des moyennes entre les locutrices taiwanaïses et les locutrices françaises

Document 22 : Etude complémentaire : Quantification des occurrences avec présence ou absence d'un relâchement facilement segmentable

La prononciation d'une occlusive n'implique pas nécessairement qu'il y ait une phase de relâchement segmentable. Il arrive que l'occlusion ne soit pas complète et que la fin de la consonne ne soit pas marquée par une libération brusque de l'air. Dans ces cas-là, nous n'avons pas segmenté de relâchement (l'occlusive segmentée ne contient alors pour notre segmentation qu'une phase « d'occlusion »). Cette situation est illustrée sur la Figure 49.

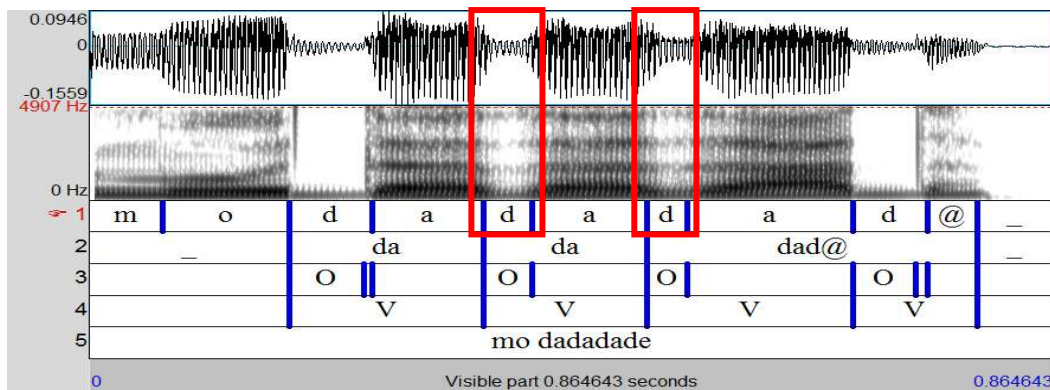


Figure 49 : Signal et Spectrogramme (avec segmentation sous Praat) du logatome « dadadade » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de 2 occurrences de /d/ en position intervocalique réalisées sans relâchement et sans occlusion complète

Pour cette étude, nous comparons l'ensemble des productions (toutes positions de la consonne et toutes voyelles en coarticulation confondues), ce qui inclut donc la position finale. Nous avons ainsi pu quantifier le nombre de ces occurrences (Tableau 72).

	Absence de relâchement						Total	Présence de relâchement						Total	Total général
	b	d	g	p	t	k		b	d	g	p	t	k		
FR	52	25	42	16	7	16	158	476	503	486	512	521	512	3010	3168
TW	36	10	30	9	6	4	95	492	517	498	519	522	524	3072	3167
Total	88	35	72	25	13	20	253	968	1020	984	1031	1043	1036	6082	6335

Tableau 72 : Nombres d'occurrences des consonnes C /b d g p t k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ en fonction de l'absence ou de la présence de relâchement, pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaises (TW)

Dans 4% des occurrences, les locutrices n'ont pas produit de relâchement clair sur la consonne. Cette absence de relâchement est plus fréquente pour les locutrices natives (près de 5% de leurs occurrences contre 3% seulement des occurrences des locutrices taiwanaises). Pour les deux groupes de locutrices, les occlusives voisées sont plus souvent concernées : 119 pour les locutrices françaises (3,8%) contre 39 pour les sourdes (1,2%), et 76 pour les locutrices taiwanaises (2,4%) contre 19 pour les sourdes (0,6%). Parmi les occlusives voisées, le plus grand nombre d'occurrences concerne le /b/ : 52 pour les Françaises (1,6%) et 36 pour les Taïwanaises (1,1%), suivi du /g/ : 42 pour les Françaises (1,3%) et 30 pour les Taïwanaises (0,9%). Pour les sourdes, /p/ et /k/ sont le plus souvent concernées pour les natives : 16 occurrences de chaque (0,5%), et ce sont les /p/ seuls qui dominent pour les non-natives avec 9 occurrences (0,3%). Nous pouvons comparer ce chiffre global aux occurrences réalisées en position finale (Tableau 73¹⁰³).

	b	d	g	p	t	k	Total
FR	23	3	8	9	3	2	48
TW	11	6	6	1	2	1	27
Total	34	9	14	10	5	3	75

Tableau 73 : Nombres d'occurrences des consonnes C /b d g p t k/ sans relâchement, produites en dernière position de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaises (TW)

Nous voyons avec le Tableau 73 que les proportions des occlusives voisées sans relâchement segmentable en dernière position de logatome semblent suivre la tendance globale : il y a plus de /b/ sans relâchement segmentable que d'autres consonnes. Pour les occlusives sourdes, en dehors du /p/ des locutrices françaises qui obtient 9 occurrences, aucune autre consonne n'a plus de 3 occurrences. Enfin, nous pouvons remarquer que les occlusives sans relâchement segmentable ne sont pas toutes réalisées dans cette position : 48 pour 158 de l'ensemble des occurrences des natives, soit 28%, à peine plus que ¼ (avec 4 positions de consonnes dans le logatome) et 27 pour 95 de l'ensemble des occurrences sans relâchement pour les non-natives, soit 28%, c'est-à-dire exactement la même proportion que les natives.

¹⁰³ Voir aussi : *Les procédures de traitement et d'analyse* et Chapitre 3 : *La position finale, L'absence de relâchement*

Document 23 : Tableaux pour Chapitre 3. Troisième partie – La durée des consonnes et de l’occlusion

Nombre d’occurrences

	FR	TW	Total général
b	382	394	776
d	396	395	791
g	396	395	791
p	387	396	783
t	396	395	791
k	396	396	792
Total général	2353	2371	4724

Tableau 74 : Nombre d’occurrences des occlusives /b d g p t k/ dont la durée totale peut être mesurée, réalisées par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄

Consonnes	Nombre d’occurrences avec relâchement des locutrices françaises	Nombre d’occurrences avec relâchement des locutrices taiwanaises	Total général
b	115	117	232
d	120	130	250
g	112	120	232
p	128	129	257
t	129	130	259
k	122	131	253
Total général	726	757	1483

Tableau 75 : Nombre d’occurrences des occlusives /b d g p t k/ réalisées avec un relâchement par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises en seconde position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ sur un total de 132 réalisations pour le corpus PhoDiFLE

Durée totale de la consonne : observation générale

consonnes	valeur de p	valeur de t
/b/	p<0,0001	t ₇₇₄ = 18,817
/d/	p<0,0001	t ₇₈₉ = 18,779
/g/	p<0,0001	t ₇₈₉ = 18,518
/p/	p<0,0001	t ₇₈₁ =10,460
/t/	p<0,0001	t ₇₈₉ = 8,436
/k/	p<0,0001	t ₇₉₀ = 12,351

Tableau 76 : Résultats des tests-t (significativité : p<0,05) concernant les différences de durée entre locutrices françaises et locutrices taiwanaises des occlusives /b d g p t k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (2353 occurrences pour les Françaises et 2371 occurrences pour les Taiwanaises)

locutrices	consonnes	valeur de p	valeur de t
Françaises	/b p/	p<0,0001	t ₇₆₇ = 17,981
	/d t/	p<0,0001	t ₇₉₀ = 17,527
	/g k/	p<0,0001	t ₇₉₀ = 16,138
Taiwanaises	/b p/	p<0,0001	t ₇₈₈ =10,894
	/d t/	p<0,0001	t ₇₈₈ = 9,736
	/g k/	p<0,0001	t ₇₈₉ =9,779

Tableau 77 : résultats des tests-t (significativité : p<0,05) concernant les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices françaises (2353 occurrences) et 11 locutrices taiwanaises (2371 occurrences)

Durée totale de la consonne : différence sourdes/sonores par groupe de locutrices (position 2)

locutrices	consonnes	valeur de p	valeur de t
Françaises	/b p/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 7,442
	/d t/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 9,532
	/g k/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 7,177
Taïwanaises	/b p/	p<0,0001	t ₂₆₂ =5,543
	/d t/	p=0,0015	t ₂₆₂ = 3,211
	/g k/	p=0,0006	t ₂₆₂ = 3,494

Tableau 78 : Résultats des tests-t (significativité : $p<0,05$) concernant les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises

Durée de la phase d'occlusion : différence sourdes/sonores par groupe de locutrices

locutrices	consonnes	valeur de p	valeur de t
Françaises	/b p/	p<0,0001	t ₂₄₁ = 5,334
	/d t/	p<0,0001	t ₂₄₇ = 8,266
	/g k/	p<0,0001	t ₂₃₂ = 5,154
Taïwanaises	/b p/	p=0,0244	t ₂₄₄ =2,265
	/d t/	p=0,0147	t ₂₅₈ = 2,456
	/g k/	p=0,0315	t ₂₄₉ = 2,163

Tableau 79 : Résultats des tests-t (significativité : $p<0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises

Durée de la phase d'occlusion : différences entre les occlusives voisées /b d g/ et les occlusives sourdes /p t k/ par locutrice

consonnes	Loc1f	Loc2f	Loc3f	Loc4f	Loc5f	Loc6f	Loc7f	Loc8f	Loc9f	Loc10f	Loc11f	Total
/b/	56	69	58	50	59	74	68	66	55	56	87	63
/d/	43	47	47	51	46	67	63	51	45	50	74	53
/g/	41	57	48	45	48	57	55	53	44	48	79	52
/p/	61	82	60	58	73	100	93	76	58	77	109	77
/t/	58	70	52	60	65	90	76	75	58	73	103	71
/k/	50	67	52	56	59	82	67	69	42	62	108	65
total	52	65	53	53	58	78	70	65	50	61	94	64

Tableau 80 : Durée moyenne (ms.) des phases d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises

Différences de durée de l'occlusion	Loc1f	Loc2f	Loc3f	Loc4f	Loc5f	Loc6f	Loc7f	Loc8f	Loc9f	Loc10f	Loc11f	total
[durée occl. p] – [durée occl. b]	5	13	2	8	14	26	25	10	3	21	22	14
[durée occl. t] – [durée occl. d]	15	23	5	10	19	23	12	24	13	22	29	18
[durée occl. k] – [durée occl. g]	9	10	3	11	11	25	13	17	-2	14	29	13

total	9	16	4	9	15	25	17	17	5	19	27	15
--------------	---	----	---	---	----	----	----	----	---	----	----	----

Tableau 81 : Différence de durée (ms.) entre les phases d'occlusion des occlusives sourdes et des occlusives sonores réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises

consonnes	Loc1t	Loc2t	Loc3t	Loc4t	Loc5t	Loc6t	Loc7t	Loc8t	Loc9t	Loc10t	Loc11t	total
/b/	71	91	75	105	89	83	89	123	98	83	98	91
/d/	56	72	71	100	84	68	91	116	89	75	112	85
/g/	54	77	65	63	82	68	85	116	77	74	99	78
/p/	84	76	91	153	90	77	98	129	85	92	113	99
/t/	78	70	88	142	86	74	96	127	68	80	111	93
/k/	72	67	80	122	85	70	86	109	70	74	104	85
total	69	76	78	114	86	73	91	120	81	79	106	89

Tableau 82 : Durée moyenne (ms.) des phases d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices taïwanaises

Différences de durée de l'occlusion	Loc1t	Loc2t	Loc3t	Loc4t	Loc5t	Loc6t	Loc7t	Loc8t	Loc9t	Loc10t	Loc11t	total
[durée occl. p] – [durée occl. b]	13	-15	17	48	1	-6	8	6	-13	9	15	8
[durée occl. t] – [durée occl. d]	22	-2	17	42	1	6	5	11	-21	5	-1	8
[durée occl. k] – [durée occl. g]	18	-9	15	59	3	2	1	-7	-6	0	5	7
total	18	-9	16	50	2	1	5	4	-13	5	6	8

Tableau 83 : Différence de durée (ms.) entre les phases d'occlusion des occlusives sourdes et les occlusives sonores réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices taïwanaises

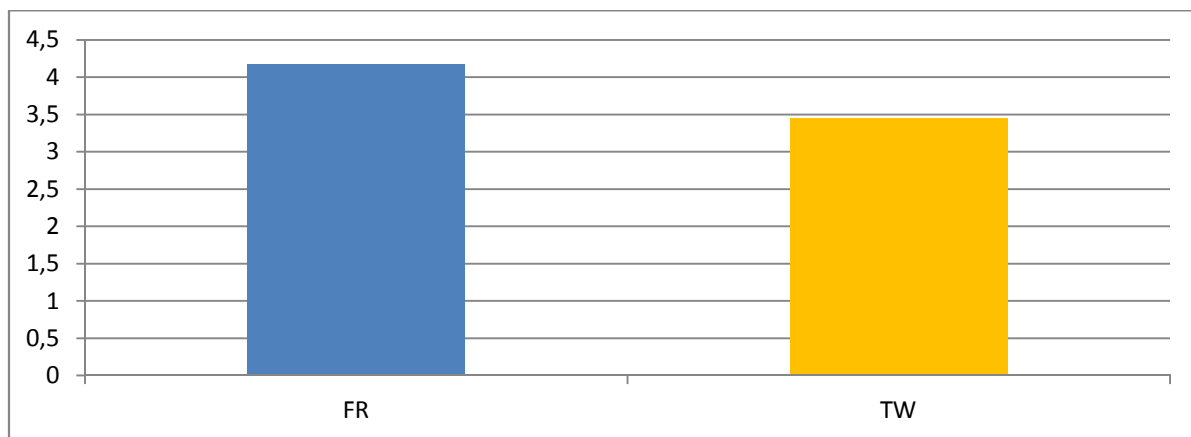
Locutrices	Différence /b p/		Différence /d t/		Différence /g k/	
	Valeur de p	Valeur de t	Valeur de p	Valeur de t	Valeur de p	Valeur de t
Loc1f	p=0,1819	t ₂₂ =1,379	p<0,0001	t ₂₁ =6,267	p=0,1333	t ₁₉ =1,569
Loc2f	p<0,0001	t ₂₂ =5,720	p<0,0001	t ₂₀ =5,822	p=0,0560	t ₁₉ =2,035
Loc3f	p=0,5542	t ₂₂ =0,601	p=0,0717	t ₂₂ =1,892	p=0,5340	t ₁₄ =0,638
Loc4f	p=0,1155	t ₁₈ =1,654	p=0,0016	t ₁₉ =3,666	p=0,0426	t ₁₇ =2,191
Loc5f	p=0,0007	t ₂₁ =3,972	p=0,0001	t ₁₈ =4,805	p=0,0443	t ₂₁ =2,140
Loc6f	p=0,0002	t ₂₂ =4,520	p<0,0001	t ₂₂ =6,250	p<0,0001	t ₂₀ =6,021
Loc7f	p=0,0002	t ₂₁ =4,428	p=0,0540	t ₂₀ =2,047	p=0,1113	t ₁₇ =1,680
Loc8f	p=0,3637	t ₁₈ =0,932	p<0,0001	t ₂₁ =5,180	p=0,0030	t ₂₁ =3,357
Loc9f	p=0,4696	t ₁₆ =0,741	p=0,0046	t ₂₂ =3,157	p=0,6553	t ₂₁ =0,453
Loc10f	p=0,0002	t ₁₈ =4,620	p<0,0001	t ₂₀ =5,483	p=0,0139	t ₂₁ =2,683
Loc11f	p=0,0594	t ₂₁ =1,993	p=0,0035	t ₂₂ =3,269	p=0,0053	t ₂₂ =3,093
Loc1t	p=0,0680	t ₁₆ =1,958	p=0,0014	t ₁₉ =3,732	p=0,0090	t ₂₀ =2,893
Loc2t	p=0,1246	t ₁₆ =1,621	p=0,5869	t ₂₂ =0,551	p=0,3393	t ₁₈ =0,982
Loc3t	p=0,0018	t ₂₂ =3,539	p=0,0035	t ₂₂ =3,268	p=0,0167	t ₂₂ =2,590
Loc4t	p=0,0078	t ₂₀ =2,956	p=0,0010	t ₂₂ =3,806	p<0,0001	t ₂₁ =4,819
Loc5t	p=0,9123	t ₂₂ =0,111	p=0,8113	t ₂₂ =0,242	p=0,5918	t ₂₁ =0,545
Loc6t	p=0,1853	t ₂₀ =1,372	p=0,2238	t ₂₁ =1,254	p=0,7754	t ₁₈ =0,290
Loc7t	p=0,1667	t ₂₂ =1,430	p=0,2967	t ₂₂ =1,069	p=0,8043	t ₂₂ =0,251
Loc8t	p=0,4849	t ₂₁ =0,711	p=0,0219	t ₂₂ =2,467	p=0,3724	t ₂₂ =0,911
Loc9t	p=0,0586	t ₂₂ =1,995	p=0,0041	t ₂₂ =3,200	p=0,2391	t ₂₂ =1,210

Loc10t	p=0,0853	t ₂₂ =1,802	p=0,3679	t ₂₂ =0,919	p=0,9995	t ₂₁ =0,001
Loc11t	p=0,0649	t ₂₁ =1,948	p=0,8467	t ₂₂ =0,196	p=0,5442	t ₂₂ =0,616

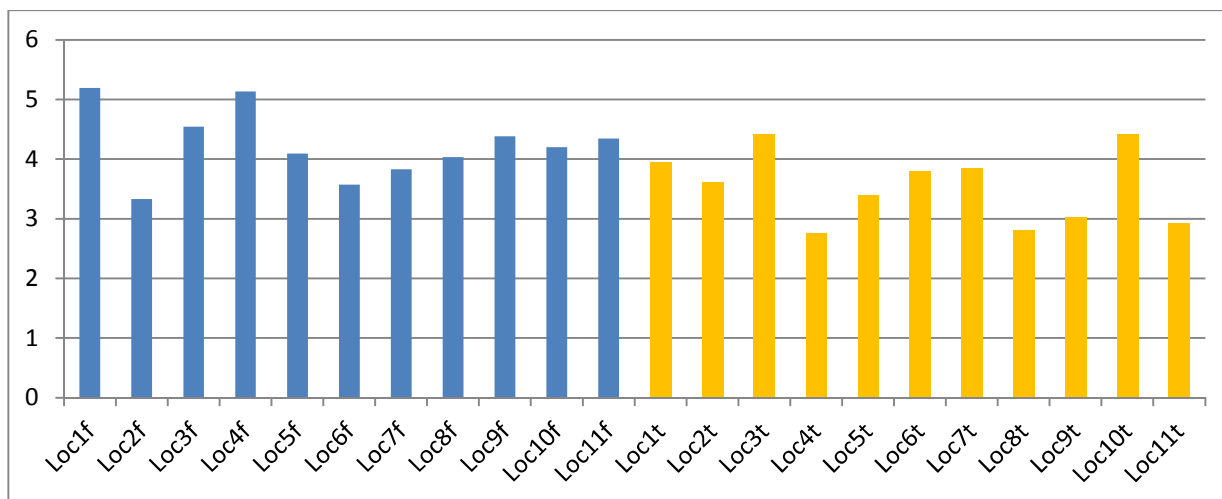
Tableau 84 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ (4 répétitions par voyelle) par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaïses. Nous distinguons ici les résultats pour chaque locutrice et nous ne retenons que les occurrences avec un relâchement.

Document 24 : Etude complémentaire : Mesures indicatives de débit lors de la production des logatomes

Cette étude complémentaire permet de donner un ordre de grandeur du débit des locutrices, globalement et individuellement. Nous ne parlons que d'ordre de grandeur, car la mesure de débit repose sur une mesure de durée. Nous mesurons ici en effet la durée totale du logatome divisée par le nombre de syllabes, fixe pour toutes les locutrices, à savoir 288 (à l'exception de Loc4t qui n'a que 287 syllabes). La durée de la première syllabe n'est cependant pas mesurable exactement, puisqu'elle commence par une occlusive, en principe précédé d'une pause. La pause et le silence (pour une occlusive sourde) et le dévoisement possible (d'une occlusive voisée) ne sont pas discernables. Cela concerne 72 occurrences par locutrice, soit $\frac{1}{4}$ des données. Les données suivantes sont donc à interpréter avec la plus grande prudence. Le Graphique 118 illustre le débit moyen par groupe de locutrices et le Graphique 119 illustre le débit par locutrice.



Graphique 118 : Valeurs indicatives du débit (syllabes/sec) de chaque groupe de locutrices : françaises (FR) et taiwanaïses (TW) lors de la production des syllabes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (3168 syllabes pour le groupe FR et 3167 pour le groupe TW)

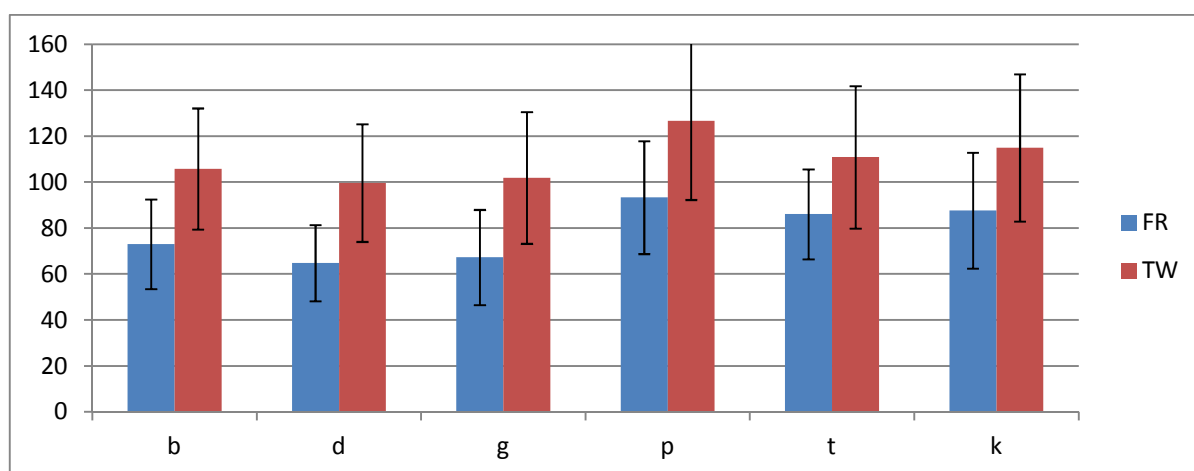


Graphique 119 : Valeurs indicatives du débit (nombre de syllabes par seconde) de chaque locutrice française et taïwanaise lors de la production des syllabes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (288 syllabes par locutrice ou 287 pour Loc4t)

Nous voyons sur le Graphique 118 que les locutrices françaises ont un débit approximatif plus rapide que celui des locutrices taïwanaises. Le Graphique 119 nous révèle que les locutrices françaises Loc1f et Loc4f ont le débit le plus rapide, autour de 5 syllabes par seconde, tandis que les locutrices Loc4t, Loc8t, Loc9t et Loc11t ont le débit le plus lent, avec 3 syllabes ou moins par seconde. L'ensemble des autres locutrices ont des débits comparables, autour de 3 syllabes et demie à 4 syllabes et demie par seconde, les Françaises, excepté Loc2f et Loc6f, étant plutôt regroupées dans la moyenne haute. Loc3t et Loc10t sont les seules locutrices taïwanaises à avoir un débit supérieur à 4 syllabes par seconde.

Document 25 : Etude complémentaire : Durée totale de la consonne : différence entre les deux groupes : natives et non-natives (position 2)

Nous comparons ici la durée totale des occlusives réalisées par les locutrices françaises et taïwanaises en position 2 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$. Les moyennes de durée (ms) des consonnes /b d g p t k/ par groupe de locutrices sont illustrées sur le Graphique 120.



Graphique 120 : Durée (en ms) des occlusives /b d g p t k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (726 occurrences pour les Françaises et 757 pour les Taïwanaises)

Nous observons sur le Graphique 120 des différences de moyenne de durée entre locutrices françaises et taïwanaises allant de 25ms pour /t/ à 35ms pour /d g/. Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué des tests-t non appariés pour la durée de chaque consonne entre les deux groupes.

consonnes	valeur de p	valeur de t
/b/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 11,496
/d/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 13,128
/g/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 11,243
/p/	p<0,0001	t ₂₆₂ =9,086
/t/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 7,771
/k/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 7,702

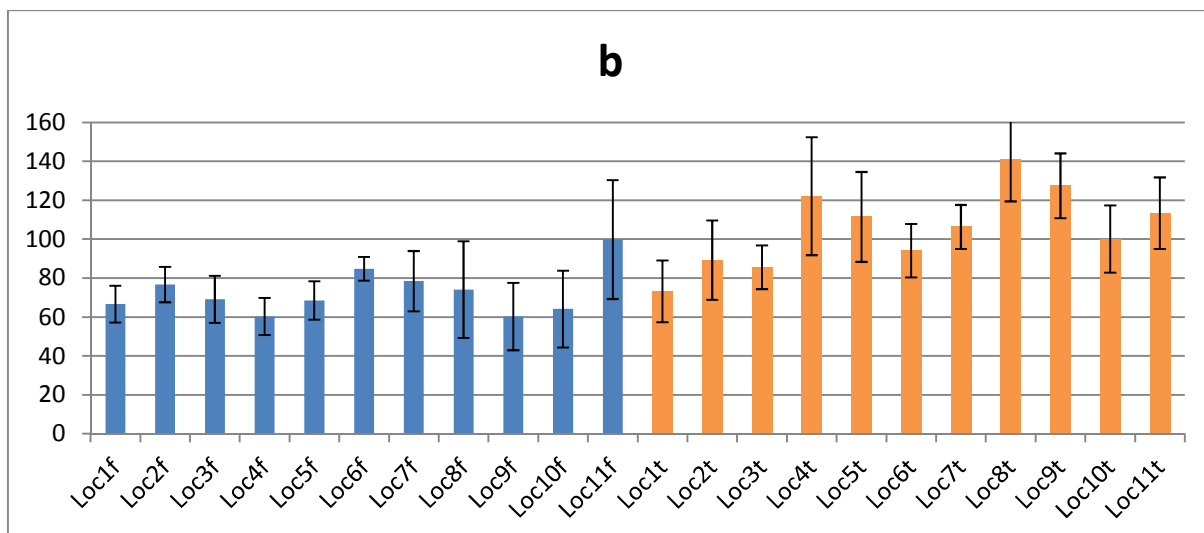
Tableau 85 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée entre locutrices françaises et locutrices taïwanaises des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/

Les résultats transcrits dans le Tableau 85 montrent que les différences de moyenne entre locutrices françaises et taïwanaises sont toutes fortement significatives ($p < 0,0001$). Les occlusives des locutrices taïwanaises sont en moyenne plus longue que les occlusives des natives.

Cette observation peut impliquer une plus grande difficulté pour les locutrices taïwanaises à produire le murmure du voisement sur toute la durée de la consonne. En effet, avec une durée plus longue, la différence de pression trans-glottique peut tendre à disparaître et amener à une perte de vibration des plis vocaux à l'origine de ce murmure. Cependant, ces mesures globales de durée sont à prendre avec précautions : d'abord, elles ne distinguent pas les locutrices individuellement, ensuite, elles incluent aussi la phase de relâchement. Il convient donc de préciser nos mesures locutrice par locutrice et de mesurer plus précisément la phase d'occlusion seule pour confirmer cette première observation.

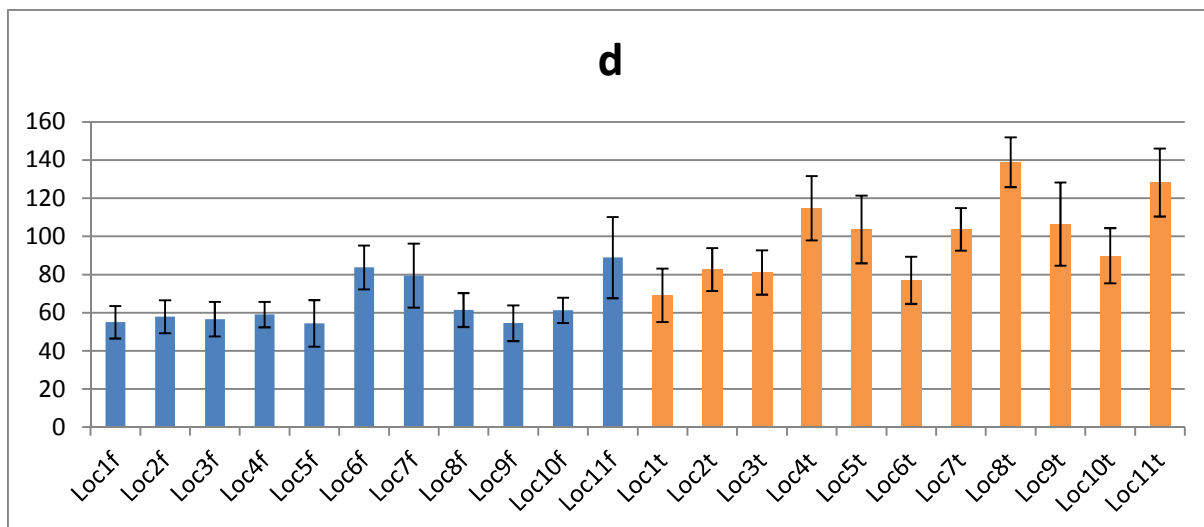
Document 26 : Etude complémentaire : Durée totale des occlusives /b d g p t k/ : comparaison entre les locutrices

Nous comparons dans cette partie la durée des occlusives /b d g p t k/ locutrice par locutrice. Nous avons observé précédemment que les locutrices taïwanaises ont globalement toutes leurs occlusives plus longues que les celles des Françaises, que ce soit toutes positions confondues (où la durée peut être mesurée) ou dans une même position (position 2). Nous affinons ici cette étude pour vérifier d'éventuelles variations individuelles, toujours en position 2 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄. Les Graphique 121 à Graphique 126 illustrent les moyennes de durée des 6 occlusives (respectivement /b d g p t k/) des locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et taïwanaises (loc1t à Loc11t).



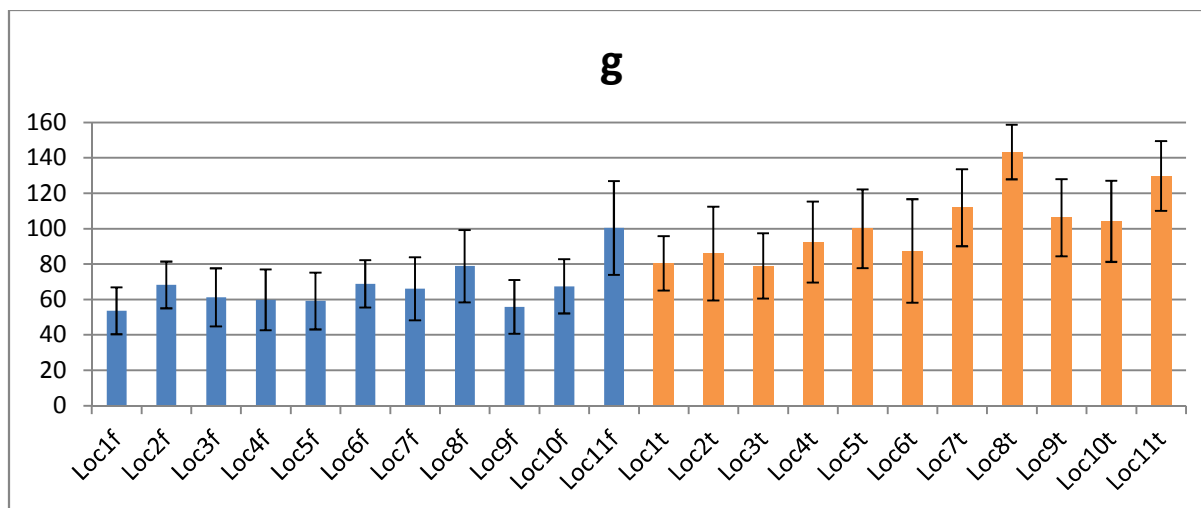
Graphique 121 : durée moyenne (en ms) de l’occlusive /b/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaïses, produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 121 que les locutrices françaises ont produit des occlusives /b/ d’une durée moyenne entre 60ms et 100ms. Pour les locutrices taiwanaïses, les moyennes vont de 70ms à 130ms. Si la moyenne globale des locutrices taiwanaïses est ainsi supérieure, nous observons cependant que dans le détail, près de la moitié des locutrices taiwanaïses (Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc6t et Loc10t) ont une durée moyenne inférieure ou égale à une locutrice native comme Loc11f.



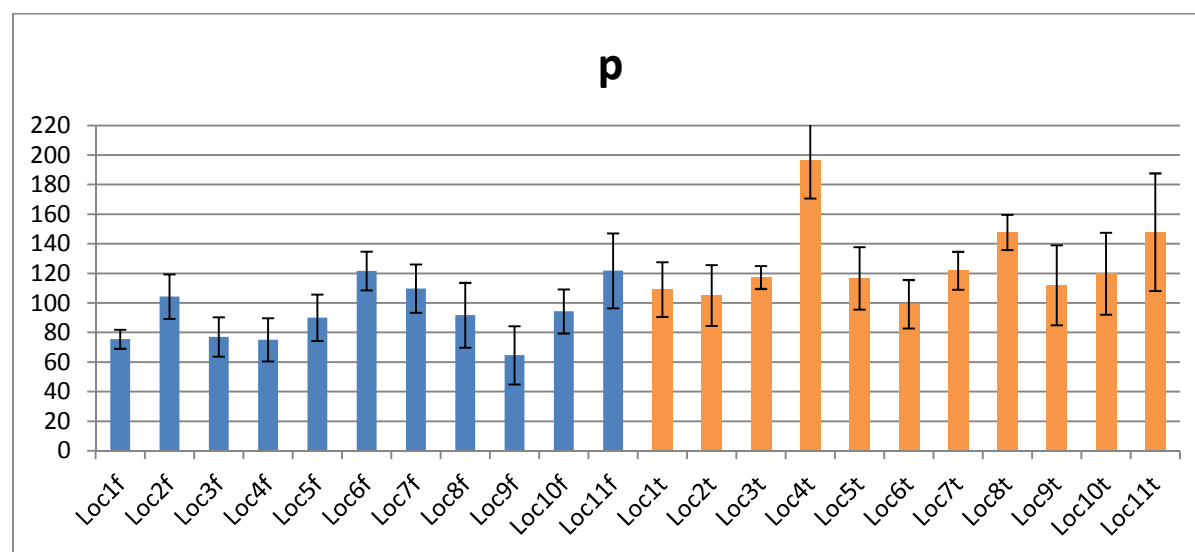
Graphique 122 : durée moyenne (en ms) de l’occlusive /d/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaïses, produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 122 que les locutrices françaises ont produit /d/ avec une durée moyenne entre 50ms et 90ms. 8 d’entre elles ont une moyenne inférieure ou égale à 60ms. Les locutrices taiwanaïses ont des moyennes de durée de la consonne comprises entre 70ms et 140ms. 9 d’entre elles ont des moyennes supérieures ou égales à 80ms. Cependant, Loc11f, tout comme Loc6f, ayant une moyenne supérieure aux autres natives, 5 locutrices taiwanaïses obtiennent une moyenne inférieure ou égale à au moins une locutrice native.



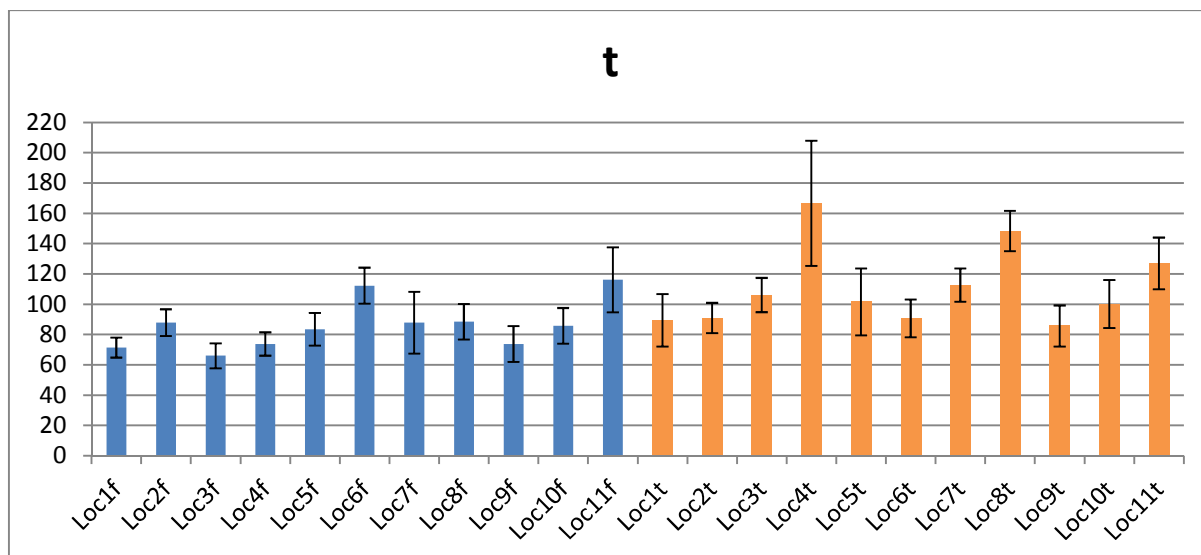
Graphique 123 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /g/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaises, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 123 que les locutrices françaises ont produit /g/ avec une durée moyenne comprise entre 50ms et 100ms. La plupart des durées moyennes se situent autour de 60ms. Pour les locutrices taiwanaises, la durée moyenne de réalisation du /g/ est comprise entre 80ms et 150ms. 8 locutrices taiwanaises obtiennent des moyennes inférieures ou proches de Loc11f, une locutrice native.



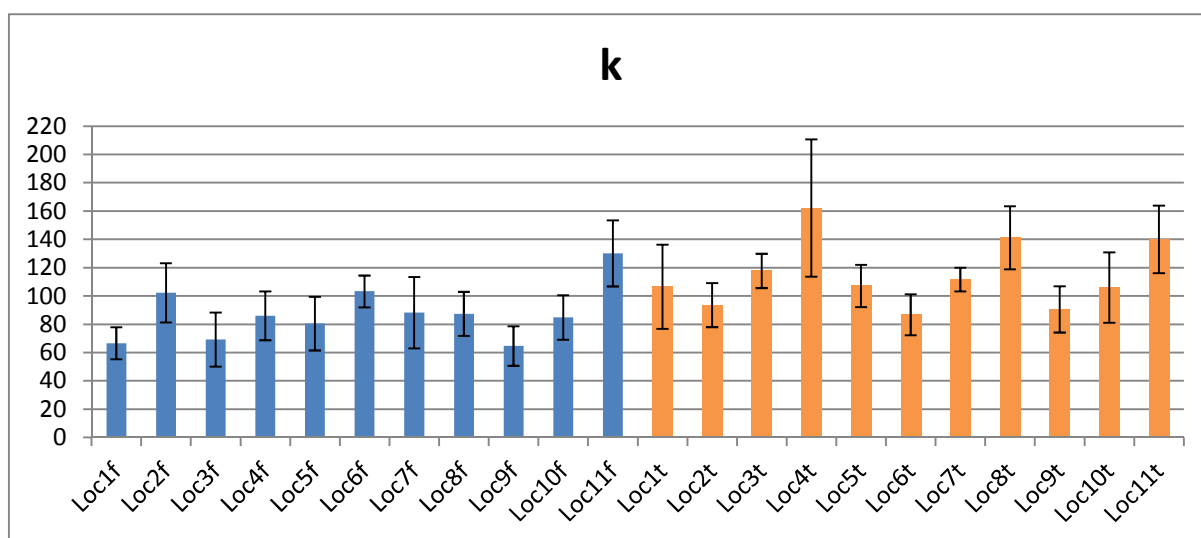
Graphique 124 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /p/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaises, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 124 que les locutrices françaises ont produit /p/ avec une durée moyenne comprise entre 60ms et 120ms. 7 de ces locutrices ont une moyenne inférieure à 100ms. Les locutrices taiwanaises ont produit la même consonne avec des moyennes comprises entre 100ms et 200ms. 8 locutrices taiwanaises ont cependant des moyennes de durée inférieures ou égales à 2 locutrices natives (Loc6f et Loc11f).



Graphique 125 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /t/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 125 que les locutrices françaises ont produit /t/ avec des moyennes de durée comprises entre 65ms et 120ms. Pour les locutrices taïwanaises, ces moyennes vont de 85ms à 170ms. 8 locutrices taïwanaises semblent cependant avoir des moyennes inférieures à 2 locutrices natives (Loc6f et Loc11f).



Graphique 126 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /k/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice)

Nous observons sur le Graphique 126 que les locutrices françaises ont individuellement des moyennes de durée de /k/ comprises entre 65ms et 130ms. Les locutrices taïwanaises produisent cette occlusive avec une durée moyenne entre 85ms et 160ms. A nouveau, 8 locutrices taïwanaises semblent avoir une durée moyenne inférieure à la locutrice Loc11f.

Si ces chiffres confirment la tendance que les occlusives des locutrices taïwanaises soient plus longues que celles des natives, individuellement, certaines natives semblent cependant avoir produit des occlusives plus longues qu'une grande partie des non-natives.

Pour vérifier que les locutrices taïwanaises produisent bien individuellement des durées moyennes des 6 consonnes /b d g p t k/ supérieures à celles des natives, nous avons effectué des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) à un facteur (les locutrices) avec 22 modalités (les 11 locutrices françaises : Loc1f à Loc11f et les 11 locutrices taïwanaises : Loc1t à Loc11t) pour ces 6 consonnes individuellement et des tests post-hoc (PLSD de Fisher) correspondants. Nous intéressent aux écarts des locutrices taïwanaises par rapport aux locutrices natives, nous avons récapitulé les résultats des tests des locutrices taïwanaises par rapport aux locutrices françaises dans le Tableau 86.

Locutrices taïwanaises							
Consonnes	Locutrices	Valeurs moyennes		Résultat global		Tests PLSD de Fisher par rapport aux locutrices françaises	
		Durée Moyenne	Ecart-type	Valeur de F	Valeur de p	Ecart significatif avec	Ecart non significatif avec
/b/	Loc1t	73	16	$F_{(21, 242)} = 20,350$	<0,0001	Loc11f	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f
	Loc2t	89	20			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc3t	86	11			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc11f
	Loc4t	122	30			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc5t	111	23			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc6t	94	14			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc11f
	Loc7t	106	11			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc8t	141	21			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc9t	127	17			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc10t	100	17			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc11t	113	18			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
/p/	Loc1t	109	19	$F_{(21, 242)} = 25,626$	<0,0001	Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc10f, Loc11f
	Loc2t	105	21			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc3t	117	8			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc4t	196	26			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc5t	117	21			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc6t	99	16			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc7t	122	13			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc7f, Loc11f

	Loc8t	148	12			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc9t	112	27			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc10t	120	28			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc11t	148	40			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
/d/	Loc1t	69	14	$F_{(21, 242)} = 41,225$	<0,0001	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc4f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc2t	83	11			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc3t	81	12			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc4t	115	17			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc5t	104	18			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc6t	77	12			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc6f, Loc7f
	Loc7t	104	11			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc8t	139	13			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc9t	107	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc10t	90	15			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc7f, Loc11f
	Loc11t	128	18			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
/t/	Loc1t	89	17	$F_{(21, 242)} = 28,221$	<0,0001	Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc2t	91	10			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc3t	106	11			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc11f
	Loc4t	167	41			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc5t	102	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc6f
	Loc6t	91	12			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc6f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc7t	113	11			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc6f, Loc11f
	Loc8t	148	13			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc9t	86	14			Loc1f, Loc3f, Loc6f, Loc11f	Loc2f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f
	Loc10t	100	16			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc8f
	Loc11t	127	17			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f,	Loc11f

/g/	Loc1t	80	15	$F_{(21, 242)} = 18,435$	<0,0001	Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc2t	86	26			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc9f, Loc11f	Loc8f, Loc11f
	Loc3t	79	18			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc4t	92	23			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f	Loc8f, Loc11f
	Loc5t	100	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc6t	87	29			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f	Loc8f, Loc11f
	Loc7t	112	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc8t	143	15			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc9t	106	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc10t	104	23			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc11t	130	20			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
/k/	Loc1t	107	30	$F_{(21, 242)} = 17,376$	<0,0001	Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2f, Loc6f
	Loc2t	94	16			Loc1f, Loc3f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc3t	118	12			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc2f, Loc6f, Loc11f
	Loc4t	162	49			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	
	Loc5t	107	15			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2f, Loc6f
	Loc6t	87	14			Loc1f, Loc3f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc7t	112	8			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2f, Loc6f
	Loc8t	141	22			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f
	Loc9t	91	16			Loc1f, Loc3f, Loc9f, Loc11f	Loc2f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f
	Loc10t	106	25			Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2f, Loc6f
	Loc11t	140	24			Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f	Loc11f

Tableau 86 : Tableau récapitulatif des durées moyennes des consonnes /b p d t g k/ réalisées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), résultats des ANOVAs réalisées pour ces 11 locutrices taïwanaises et les 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) avec VD=durée totale de la consonne, Facteur=Locutrice, et résultats des tests PLSD de Fischer relatifs aux différences significatives ou non des moyennes entre les locutrices taïwanaises et les locutrices françaises

Les résultats des ANOVAs nous révèlent que pour /b/, 3 locutrices taiwanaïses (Loc4t, Loc8t et Loc9t) ont une durée moyenne de la consonne significativement supérieure à toutes les locutrices natives. 4 locutrices taiwanaïses (Loc5t, Loc7t, Loc10t et Loc11t) ne se distinguent pas de la locutrice française qui a la durée moyenne la plus élevée (Loc11f), mais se distinguent de toutes les autres. Nous pouvons y ajouter Loc6t pour qui la durée ne se distingue pas d'une deuxième locutrice française également (Loc6f). Loc2t et Loc3t ne se distinguent pas de 4 ou 5 locutrices françaises qui ont les durées moyennes de la consonne les plus longues. Loc1t est finalement la locutrice taiwanaïse ayant une durée moyenne de /b/ identique au plus grand nombre de locutrices françaises. Elle ne se distingue que de la locutrice française ayant la durée la plus longue (Loc11f).

Pour /d/, 6 locutrices taiwanaïses ont une durée moyenne de la consonne significativement supérieure à toutes les locutrices natives (Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t et Loc11t). 4 locutrices taiwanaïses (Loc2t, Loc3t, Loc6t et Loc10t) ont la même durée moyenne de /d/ que les 2 ou 3 natives avec les durées moyennes les plus grandes (Loc6f, Loc7f et Loc11f). Notons cependant que Loc6t se distingue de Loc11f qui a la durée la plus longue pour les natives. Loc1t ne se distingue pas de 4 locutrices françaises avec des durées de valeurs intermédiaires (elle se distingue des moyennes les plus basses et des plus hautes des natives).

Pour le /g/, 2 locutrices taiwanaïses ont une durée moyenne de la consonne significativement supérieure à toutes les locutrices françaises : Loc8t et Loc11t. 4 autres locutrices taiwanaïses (Loc5t, Loc7t, Loc9t et Loc10t) ne se distinguent pas de la locutrice française ayant la durée moyenne la plus élevée (Loc11f). 3 autres (Loc2t, Loc4t et Loc6t) ne se distinguent pas des deux locutrices françaises avec les durées moyennes de /d/ les plus élevées (Loc8f et Loc11f). Finalement, 2 locutrices taiwanaïses (Loc1t et Loc3t) ont des durées moyennes qui ne se distinguent pas des natives avec des valeurs intermédiaires (mais se distinguent des natives avec les valeurs les plus hautes et les plus basses).

Pour l'occlusive sourde /p/, 3 locutrices taiwanaïses ont une durée moyenne de la consonne significativement supérieure à toutes les locutrices françaises : Loc4t, Loc8t et Loc11t. 5 locutrices (Loc3t, Loc5t, Loc7t, Loc9t et Loc10t) ne se distinguent pas des 3 ou 4 natives avec les durées moyennes les plus longues (Loc2f, Loc6f, Loc7f et Loc11f). De même pour Loc1t qui ne se distingue pas des 5 natives avec les durées moyennes les plus élevées. Les deux dernières locutrices : Loc2t et Loc6t se distinguent des natives avec des valeurs extrêmes et ne se distinguent pas de certaines locutrices natives avec des valeurs intermédiaires.

Pour /t/, deux locutrices taiwanaïses ont des durées moyennes de la consonne significativement supérieure à toutes les locutrices natives : Loc4t et Loc8t. 3 locutrices (Loc3t, Loc7t et Loc11t) ne se distinguent pas de la locutrice ou des deux locutrices natives avec les moyennes de durée les plus élevées (Loc11f et Loc6f). Nous pouvons ajouter Loc5t pour laquelle la seule native dont elle ne se distingue pas est Loc6f, néanmoins Loc11f, dont elle se distingue, a une durée supérieure. Toutes les autres locutrices taiwanaïses obtiennent des moyennes qui ne se distinguent pas de natives avec des valeurs intermédiaires (et se distinguent des natives avec les moyennes les plus hautes et les plus basses).

Pour /k/, une seule locutrice taïwanaise (Loc4t) a une durée moyenne de la consonne supérieure à l'ensemble des locutrices françaises. 7 locutrices taïwanaises (Loc1t, Loc3t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t et loc11t) ont une durée moyenne de la consonne qui ne se distingue pas d'une ou plusieurs des locutrices natives avec les moyennes les plus élevées (Loc2f, Loc6f et Loc11f), et seulement d'elles. Notons que 4 d'entre elles (Loc1t, Loc5t, Loc7t et Loc10t) se distinguent également de Loc11f qui a la moyenne la plus élevée des natives. Les 3 dernières locutrices : Loc2t, Loc6t et Loc9t, ne se distinguent pas de la plupart des locutrices françaises avec des valeurs intermédiaires, mais se distinguent des celles ayant des valeurs extrêmes (les plus basses et la plus élevée).

Nous avons relevé dans cette partie que pour toutes les consonnes /b d g p t k/, il y a toujours une ou plusieurs locutrices ayant une durée moyenne supérieure à toutes les locutrices natives :

- /b/ : Loc4t, Loc8t et Loc9t
- /d/ : Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc9t et loc11t
- /g/ : Loc8t et Loc11t
- /p/ : Loc4t, Loc8t et loc11t
- /t/ : Loc4t et Loc8t
- /k/ : Loc4t

Les locutrices Loc4t et Loc8t sont les deux locutrices à produire le plus régulièrement des consonnes significativement plus longues à toutes les locutrices natives.

A l'opposé, pour toutes les consonnes, nous avons observé des locutrices taïwanaises ayant une durée moyenne qui ne se distingue pas d'un grand nombre de locutrices natives avec des valeurs intermédiaires (mais qui se distinguent des durées moyennes les plus hautes et les plus basses des natives (excepté avec /b/)) :

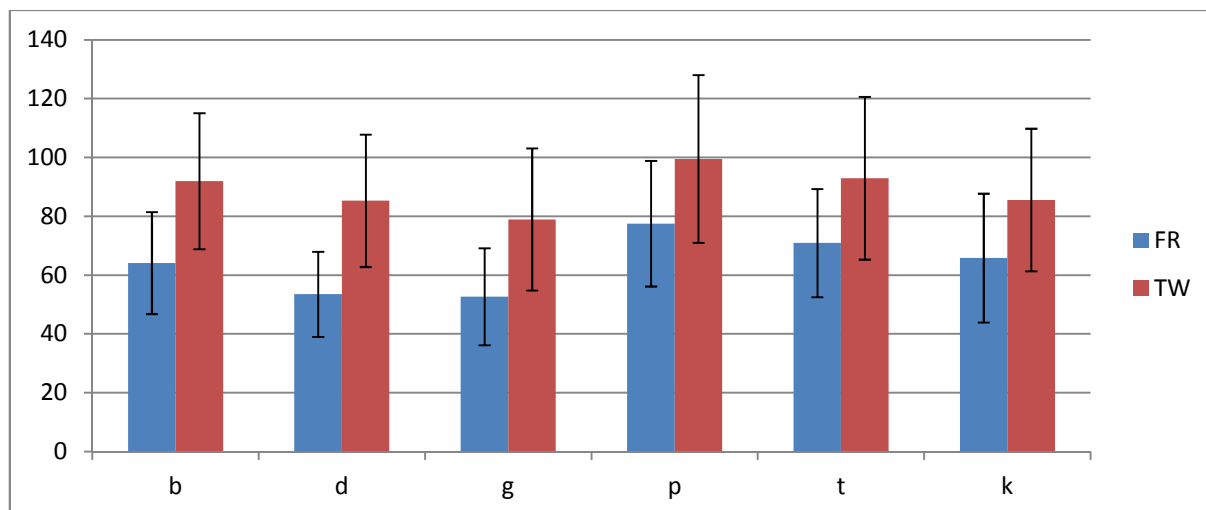
- /b/ : Loc1t
- /d/ : Loc1t
- /g/ : Loc1t et Loc3t
- /p/ : Loc2t et Loc6t
- /t/ : Loc1t, Loc2t, Loc6t, loc9t et loc10t
- /k/ : Loc2t, Loc6t et Loc9t

La locutrice Loc1t est celle qui a une durée la plus régulièrement similaire aux natives pour les occlusives voisées tandis que Loc2t et Loc6t sont les locutrices avec les durées les plus régulièrement similaires aux natives pour les occlusives sourdes.

Les autres locutrices taïwanaises ne se sont pas distinguées des natives avec les durées moyennes les plus élevées de chaque consonne (mais de celles avec des durées plus courtes).

Document 27 : Etude complémentaire : Durée de la phase d'occlusion : différence natives/ non-natives

Nous étudions dans cette partie la durée de la seule phase d'occlusion des occlusives produites par les locutrices françaises et taïwanaises. La durée de la phase d'occlusion correspond à la durée entre le début de la consonne et le début du relâchement (nous ne prenons pas ici en compte les consonnes produites sans relâchement). Les moyennes de durées de la phase d'occlusion sont illustrées sur le Graphique 127.



Graphique 127 : Durée moyenne (ms) de la phase d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ en coarticulation avec les voyelles /a i u/

Le Graphique 127 illustre les durées moyennes de la phase d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ produites par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises. Nous observons des différences entre groupes de locutrices de l'ordre de 20 à 22ms pour les occlusives sourdes et de 26 à 32ms pour les occlusives voisées. Pour vérifier si ces différences sont significatives, nous avons effectué des tests t non appariés pour chaque consonne entre les deux groupes de locutrices. Les résultats sont transcrits dans le Tableau 87.

consonnes	valeur de p	valeur de t
/b/	$p < 0,0001$	$t_{230} = 10,385$
/d/	$p < 0,0001$	$t_{248} = 13,163$
/g/	$p < 0,0001$	$t_{230} = 9,616$
/p/	$p < 0,0001$	$t_{255} = 7,008$
/t/	$p < 0,0001$	$t_{257} = 7,540$
/k/	$p < 0,0001$	$t_{251} = 6,784$

Tableau 87 : résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion des consonnes /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ entre 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises

Les tests-t non appariés mettent en évidence que toutes les différences de moyenne de durées de phase d'occlusion entre natives et non-natives sont très significatives ($p < 0,0001$). Les locutrices taïwanaises produisent donc des phases d'occlusion plus longues que les locutrices françaises. Il y a donc globalement aussi bien une différence de durée totale de la consonne, mais aussi de la phase d'occlusion entre natives et non-natives.

Nous observons dans notre corpus que les locutrices taïwanaises ont globalement prononcé des occlusives plus longues que les locutrices françaises. Individuellement, cependant, si la majorité des locutrices taïwanaises ont des durées supérieures à toutes les natives, ou seulement égales aux natives ayant les moyennes les plus élevées, certaines locutrices taïwanaises, notamment Loc1t et parfois Loc3t pour les voisées et Loc2t, Loc6t, mais aussi parfois Loc9t, Loc1t et Loc10t pour les sourdes, ne se distinguent pas des natives ayant des valeurs intermédiaires de moyennes de durées.

**Document 28 : Tableaux et graphiques pour le Chapitre 3. Quatrième partie
- Le v-ratio**

Les occurrences exploitées pour l'analyse

Françaises				
Positions :	Pos2	Pos3	Pos4	Total
Loc1f	72	72	72	216
b	12	12	5	29
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	10	34
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc2f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc3f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc4f	72	72	72	216
b	12	12	5	29
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	6	30
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc5f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc6f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc7f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36

Taiwanaises				
Positions :	Pos2	Pos3	Pos4	Total
Loc1t	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12
Loc2t	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc3t	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc4t	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12
Loc5t	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc6t	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc7t	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12

Loc8f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc9f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc10f	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	11	35
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Loc11f	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12
Total	792	720	697	2209

Loc8t	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12
Loc9t	72	0	0	72
b	12	0	0	12
d	12	0	0	12
g	12	0	0	12
p	12	0	0	12
t	12	0	0	12
k	12	0	0	12
Loc10t	72	72	72	216
b	12	12	11	35
d	12	12	12	36
g	12	12	11	35
p	12	12	12	36
t	12	12	11	35
k	12	12	12	36
Loc11t	72	72	72	216
b	12	12	12	36
d	12	12	12	36
g	12	12	12	36
p	12	12	12	36
t	12	12	12	36
k	12	12	12	36
Total	792	432	429	1653

Tableau 88 : Nombre d'occurrences des consonnes françaises /b d g p t k/ analysées pour le v-ratio dans les positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes de type C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises

Résultats Globaux

	Françaises			Taïwanaises		
	pos2	pos3	pos4	pos2	pos3	pos4
b	99,0	98,6	94,7	71,1	77,4	66,6
d	99,4	98,8	90,6	71,2	78,2	70,0
g	96,3	96,7	85,6	53,3	64,4	53,2
p	31,1	21,1	10,6	22,3	17,8	11,2
t	28,5	20,4	12,4	21,2	18,3	9,0
k	20,1	14,8	8,7	10,8	9,9	7,0
Total	62,4	58,4	50,0	41,6	44,3	36,1

Tableau 89 : Pourcentage de voisement (V-ratio) sur l'ensemble de la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ où C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en positions 2 (pos2), 3 (pos3) et 4 (pos4), avec 2209 occurrences pour les locutrices françaises et 1653 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 88)

V-ratio : Comparaison entre natives et non-natives pour chaque position

	Position 2		Position 3		Position 4	
	valeur de p	valeur de t	valeur de p	valeur de t	valeur de p	valeur de t
V-ratio de /b/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 8,630	p<0,0001	t ₁₉₀ = 6,366	p<0,0001	t ₁₇₅ = 6,807
V-ratio de /d/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 9,201	p<0,0001	t ₁₉₀ = 5,989	p<0,0001	t ₁₉₀ = 4,878

V-ratio de /g/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 12,274	p<0,0001	t ₁₉₀ = 8,999	p<0,0001	t ₁₈₉ = 7,098
V-ratio de /p/	p=0,0042	t ₂₆₂ = 2,887	p=0,1603	t ₁₉₀ = 1,410	p=0,7880	t ₁₈₁ = 0,269
V-ratio de /t/	p=0,0093	t ₂₆₂ = 2,619	p=0,4233	t ₁₉₀ = 0,802	p=0,0768	t ₁₈₉ = 1,779
V-ratio de /k/	p<0,0001	t ₂₆₂ = 4,023	p=0,0394	t ₁₉₀ = 2,074	p=0,3904	t ₁₉₀ = 0,861

Tableau 90 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ entre celles produites par 11 locutrices françaises en position 2 et 10 en positions 3 et 4 et celles produites par 11 locutrices taiwanoises en position 2, et 6 locutrices en positions 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ avec les voyelles /a i u/.

V-ratio : Comparaison des taux en fonction de la position dans le logatome au sein de chaque groupe de locutrices

	Locutrices françaises				Locutrices taiwanoises			
	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart non significatif	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart non significatif
V-ratio de /b/	p=0,0003	F _(2, 365) = 8,212	[pos2, pos3]>pos4	pos2, pos3	p=0,2181	F _(2, 272) = 1,532		
V-ratio de /d/	p<0,0001	F _(2, 369) = 19,827	[pos2, pos3]>pos4	pos2, pos3	p=0,3257	F _(2, 273) = 1,126		
V-ratio de /g/	p<0,0001	F _(2, 369) = 19,465	[pos2, pos3]>pos4	pos2, pos3	p=0,1118	F _(2, 272) = 2,209		
V-ratio de /p/	p<0,0001	F _(2, 360) = 29,056	pos2>pos3>pos4		p=0,0002	F _(2, 273) = 9,075	[pos2, pos3]>pos4	pos2, pos3
V-ratio de /t/	p<0,0001	F _(2, 369) = 19,837	pos2>pos3>pos4		p<0,0001	F _(2, 272) = 13,337	[pos2, pos3]>pos4	pos2, pos3
V-ratio de /k/	p<0,0001	F _(2, 369) = 11,351	pos2>pos3>pos4		p=0,0955	F _(2, 273) = 2,369		

Tableau 91 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon leur position dans le logatome (positions 2, 3 ou 4 des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄) avec /a i u/ en voyelle, pour des productions de 11 locutrices françaises en position 2 (pos2) et 10 en positions 3(pos3) et 4(pos4) et celles de 11 locutrices taiwanoises en position 2 (pos2), et 6 locutrices en positions 3(pos3) et 4(pos4)

V-ratio : Influence de la voyelle en positions intervocaliques accentuée et non-accentuée, et en position finale

	Françaises		Total FR	Taiwanoises		Total TW	Total général
	pos3	pos4		pos3	pos4		
b	120	106	226	72	71	143	369
a	40	35	75	24	24	48	123
i	40	36	76	24	24	48	124
u	40	35	75	24	23	47	122
d	120	120	240	72	72	144	384

a	40	40	80	24	24	48	128
i	40	40	80	24	24	48	128
u	40	40	80	24	24	48	128
g	120	120	240	72	1	143	383
a	40	40	80	24	24	48	128
i	40	40	80	24	24	48	128
u	40	40	80	24	23	47	127
p	120	111	231	72	72	144	375
a	40	38	78	24	24	48	126
i	40	36	76	24	24	48	124
u	40	37	77	24	24	48	125
t	120	120	240	72	71	143	383
a	40	40	80	24	23	47	127
i	40	40	80	24	24	48	128
u	40	40	80	24	24	48	128
k	120	120	240	72	72	144	384
a	40	40	80	24	24	48	128
i	40	40	80	24	24	48	128
u	40	40	80	24	24	48	128
Total général	720	697	1417	432	429	861	2278

Tableau 92 : Nombre d'occurrences des consonnes françaises /b d g p t k/ analysées pour le v-ratio dans les positions 3 et 4 des consonnes de logatomes de type C₁VC₂VC₃VC₄ par 10 locutrices françaises et 6 locutrices taiwanaises

	Locutrices françaises				Locutrices taiwanaises			
	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes
V-ratio de /b/	p=0,0423	F _(2, 261) =3,202	Vr /i/ > Vr /u/	/a, i/ et /a, u/	p=0,4837	F _(2, 261) =0,728		
V-ratio de /d/	p=0,1320	F _(2, 261) =2,041			p=0,3424	F _(2, 261) =1,076		
V-ratio de /g/	p=0,6870	F _(2, 261) =0,376			p=0,5334	F _(2, 261) =0,630		
V-ratio de /p/	p<0,0001	F _(2, 261) =58,148	Vr /i/ > Vr /u/ > Vr /a/		p=0,0011	F _(2, 261) =6,971	Vr /i/ > [Vr /a/, Vr /u/]	/a, u/
V-ratio de /t/	p<0,0001	F _(2, 261) =60,332	Vr /i/ > Vr /u/ > Vr /a/		p<0,0001	F _(2, 261) =16,238	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/
V-ratio de /k/	p<0,0001	F _(2, 261) =22,638	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/	p=0,0657	F _(2, 261) =2,752		

Tableau 93 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position intervocalique (positions 2 et 3 confondues des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄) pour des productions de 11 locutrices françaises et de 11 locutrices taiwanaises

	Position 2				Position 3			
	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes
v-ratio de /p/	p=0,0219	$F_{(2, 129)} = 3,936$	Vr /i/ > [Vr /u/, Vr /a/]	/a u/	p<0,0001	$F_{(2, 117)} = 35,936$	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/
V-ratio de /t/	p=0,0002	$F_{(2, 129)} = 9,123$	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/	p<0,0001	$F_{(2, 117)} = 20,648$	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/
V-ratio de /k/	p=0,2055	$F_{(2, 129)} = 1,602$			p<0,0001	$F_{(2, 117)} = 11,243$	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]	/i, u/

Tableau 94 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position intervocalique (positions 2 et 3 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) pour des productions de 11 locutrices françaises en position 2 et de 10 (parmi les 11 précédentes) locutrices françaises en position 3

	Locutrices françaises				Locutrices taiwanaises			
	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes	valeur de p	valeur de F	Ecart significatif entre	Ecart de v-ratio non-significatif dans les contextes
V-ratio de /b/	p=0,6164	$F_{(2, 103)} = 0,486$			p=0,8132	$F_{(2, 68)} = 0,207$		
V-ratio de /d/	p=0,7043	$F_{(2, 117)} = 0,352$			p=0,3025	$F_{(2, 69)} = 1,216$		
V-ratio de /g/	p=0,6333	$F_{(2, 117)} = 0,459$			p=0,1161	$F_{(2, 68)} = 2,223$		
V-ratio de /p/	p<0,0001	$F_{(2, 108)} = 16,390$	[Vr /i/, Vr /u/ > Vr /a/]		p=0,5896	$F_{(2, 69)} = 0,532$		
V-ratio de /t/	p=0,0112	$F_{(2, 117)} = 4,668$	Vr /u/ > Vr /a/	/i, u/ et /i, a/	p=0,3119	$F_{(2, 68)} = 1,185$		
V-ratio de /k/	p=0,0839	$F_{(2, 117)} = 2,531$			p=0,7719	$F_{(2, 69)} = 2,260$		

Tableau 95 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position finale (position 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) pour des productions de 10 locutrices françaises et de 6 locutrices taiwanaises

Locutrices françaises : V-ratio et position dans le logatome pour les locutrices françaises

		V-ratio de /b/	V-ratio de /d/	V-ratio de /g/	V-ratio de /p/	V-ratio de /t/	V-ratio de /k/
Position 2	Valeur de p	p=0,271 2	p=0,257 8	p=0,000 2	p<0,0001	p=0,0016	p<0,0001
	Valeur de F	F _(10, 121) = 1,242	F _(10, 121) = 1,265	F _(10, 121) = 3,746	F _(10, 121) = 4,671	F _(10, 121) = 3,071	F _(10, 121) = 4,408
	Ecart significatif entre			[Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] > [Loc8f, Loc11f] Loc4f > Loc11f	[Loc1f, Loc4f, Loc9f] > [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f]	Les v-ratio les plus grands sont significativement différents des v-ratio les plus petits. Les valeurs intermédiaires se distinguent progressivement les unes des autres (pas de groupe uniformément distinct d'un autre). Du plus petit au plus grand : Loc8f, Loc2f, Loc6f, Loc5f, Loc10f, Loc7f, Loc11f, Loc3f, Loc4f, Loc9f, Loc1f (le v-ratio de Loc11f ne se distingue ici d'aucun autre).	[Loc1f, Loc4f, Loc9f] > [Loc2f, Loc3f, Loc6f, Loc8f, Loc10f, Loc11f] [Loc4f, Loc9f] > [Loc7f]
Ecart de v-ratio non-significatif entre les locutrices			[Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] [Loc4f, Loc8f] [Loc8f, Loc11f]	[Loc1f, Loc4f, Loc9f] [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f]		[Loc1f, Loc4f, Loc9f] [Loc1f, Loc7f] [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f]	
Position 3	Valeur de p	p=0,063 0	p=0,161 8	p=0,000 1	p=0,0008	p=0,0003	p=0,0011
	Valeur de F	F _(9, 110) = 1,875	F _(9, 110) = 1,486	F _(9, 110) = 4,191	F _(9, 110) = 3,504	F _(9, 110) = 3,819	F _(9, 110) = 3,373
	Ecart significatif entre			[Loc4f] < [Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f] [Loc8f] < [Loc1f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc10f]	Les v-ratio les plus grands sont significativement différents des v-ratio les plus petits. Les valeurs intermédiaires se distinguent progressivement les unes des autres (pas de groupe uniformément distinct d'un autre). Du plus petit au plus grand : Loc8f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc4f, Loc9f, Loc3f, Loc1f (Loc7f et Loc10f ne se distinguent que des v-ratio extrêmes : Loc8f et Loc1f)	Du plus petit au plus grand : Loc8f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc10f, Loc9f, Loc1f, Loc3f, Loc7f, Loc4f Le v-ratio de Loc8f de se distingue pas de Loc2f ni de Loc5. Le v-ratio de Loc4f ne se distingue pas de Loc9f, Loc1f, Loc3f et Loc7f.	Du plus petit au plus grand : Loc8f, Loc2f, Loc10f, Loc5f, Loc7f, Loc1f, Loc9f, Loc4f, Loc3f Le v-ratio de Loc8f ne se distingue pas de Loc2f, Loc10f, Loc5f, Loc6f, Loc7f. Le v-ratio de Loc3f ne se distingue pas de Loc4f ni de Loc9f. Le v-ratio de Loc1f se distingue des deux v-ratio moyens extrêmes de Loc8f et Loc3f
Ecart de v-ratio non-significatif entre les locutrices			[Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] [Loc3f, Loc7f, Loc8f,				

				Loc9f]			
Position 4	Valeur de p	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
	Valeur de F	F _(9, 96) = 4,532	F _(9, 110) = 9,855	F _(9, 110) = 6,811	F _(9, 101) = 5,751	F _(9, 110) = 7,465	F _(9, 110) = 4,972
	Ecart significatif entre	[Loc4f] < [Loc8f] < [Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc10f] [Loc4f] < [Loc9f]	[Loc4f] < [Loc1f, Loc8f] < [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f]	[Loc4f, Loc8f] < [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] [Loc4f] < [Loc1f] < [Loc2f, Loc6f]	Le v-ratio de Loc4f est significativement supérieur à tous les autres. Du plus petit au plus grand : Loc5f, Loc2f, Loc1f, Loc8f, Loc6f, Loc3f, Loc7f, Loc10f, Loc9f, Loc4f	[Loc3f, Loc4f] > [Loc1f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] > [Loc2f] [Loc3f, Loc4f] > [Loc2f, Loc5f, Loc8f]	[Loc3f, Loc4f] > [Loc1f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f] [Loc3f, Loc4f, Loc9f] > [Loc1f, Loc2f]
	Ecart de v-ratio non-significatif entre les locutrices	[Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] [Loc8f, Loc9f]	[Loc1f, Loc8f] [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f]	[Loc4f, Loc8f] [Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f] [Loc1f, Loc8f] [Loc1f, Loc3f, Loc5f, Loc7f, Loc9f, Loc10f]	Le v-ratio de Loc5f ne se distingue pas de Loc2f, Loc1f, Loc8f, Loc6f. Le v-ratio de Loc9f ne se distingue pas de Loc10f, Loc7f, Loc3f.	[Loc3f, Loc4f] [Loc2f, Loc8f] Loc5f, [Loc1f, Loc6f, Loc8f, Loc10f] Loc5f, Loc7f, Loc9f,	Loc4f, Loc9f] [Loc9f, Loc5f, Loc7f, Loc10f] [Loc1f, Loc2f, Loc6f, Loc7f, Loc8f,

Tableau 96 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la locutrice française, en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄) pour des productions de 11 locutrices françaises (position 2) ou 10 locutrices françaises (positions 3 et 4) et respectivement 792, 720 et 697 occurrences.

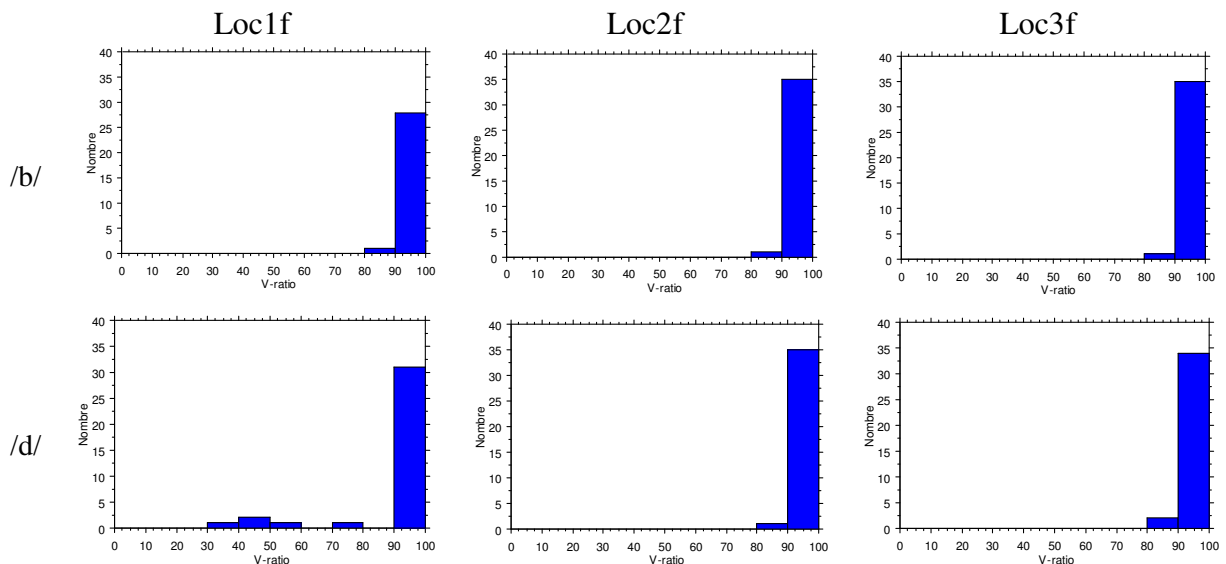
Distinction sourdes/sonores des locutrices françaises

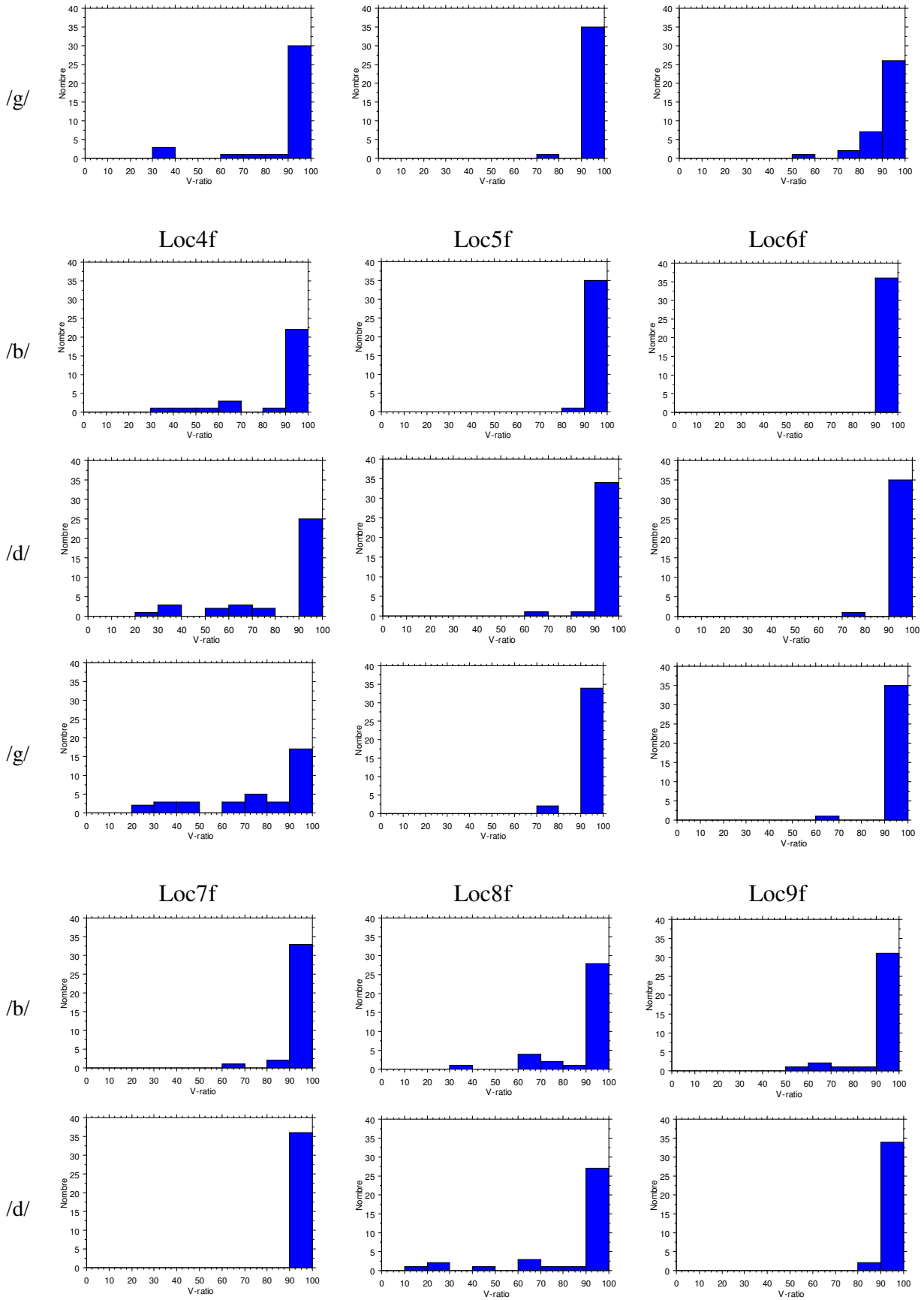
	Paires de consonnes comparées	V-ratio moyen consonne voisée /b d g/	V-ratio moyen consonne sourde /p t k/	valeur de p	valeur de t
Loc1f	/b p/	99,649	32,812	p<0,0001	t ₆₁ =11,951
	/d t/	93,324	28,528	p<0,0001	t ₇₀ =11,336
	/g k/	92,504	17,716	p<0,0001	t ₇₀ =15,074
Loc2f	/b p/	99,576	9,721	p<0,0001	t ₇₀ =49,641
	/d t/	99,686	7,117	p<0,0001	t ₇₀ =45,583
	/g k/	98,919	4,506	p<0,0001	t ₇₀ =59,527
Loc3f	/b p/	99,383	19,054	p<0,0001	t ₇₀ =21,919
	/d t/	99,258	29,187	p<0,0001	t ₇₀ =16,030
	/g k/	94,136	21,148	p<0,0001	t ₇₀ =14,740
Loc4f	/b p/	90,567	36,774	p<0,0001	t ₅₇ =8,752

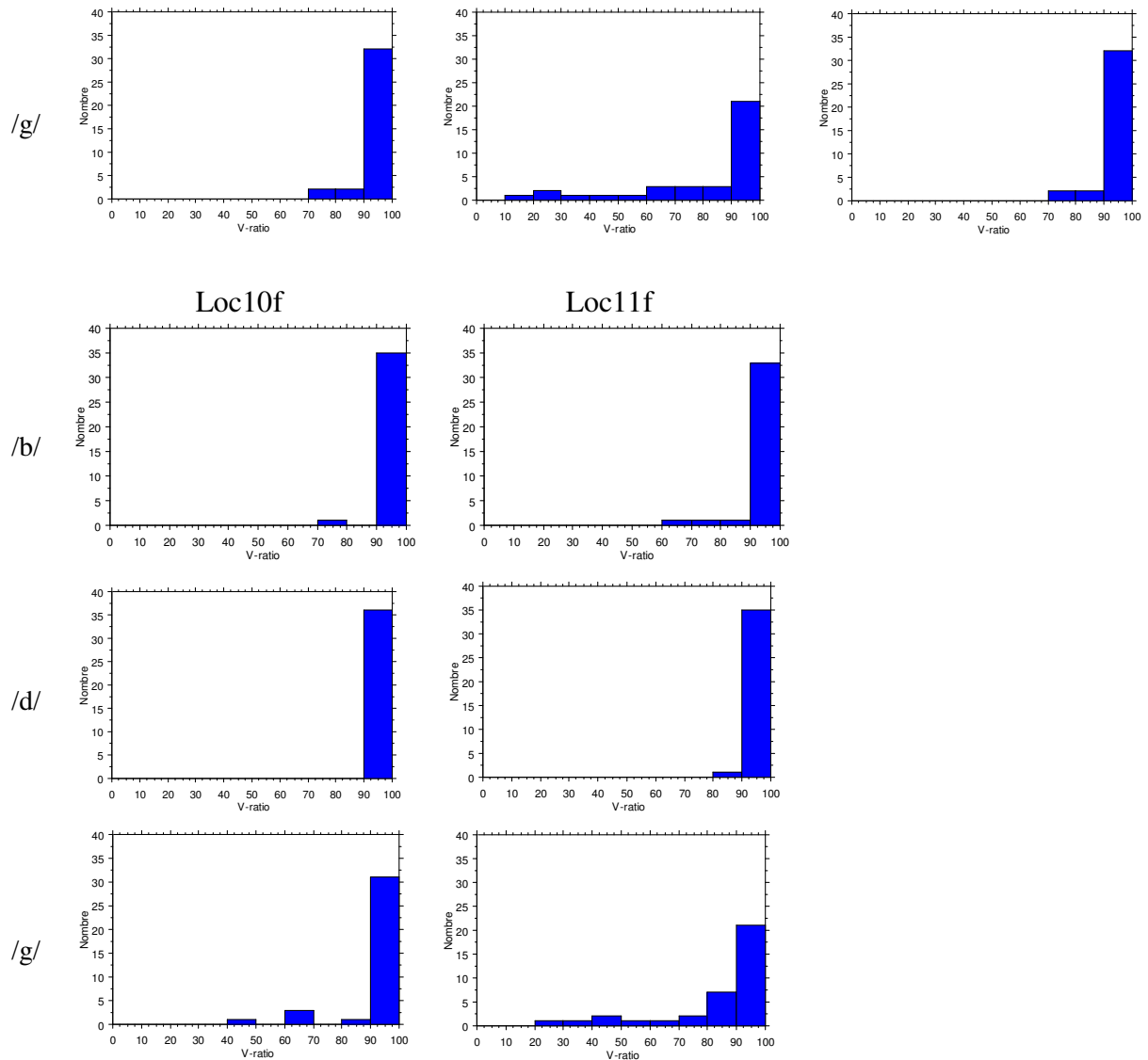
	/d t/	85,978	33,824	p<0,0001	t ₇₀ =9,967
	/g k/	77,677	27,407	p<0,0001	t ₇₀ =8,732
Loc5f	/b p/	99,506	13,697	p<0,0001	t ₇₀ =25,963
	/d t/	98,832	13,368	p<0,0001	t ₇₀ =40,410
	/g k/	98,556	8,436	p<0,0001	t ₇₀ =44,222
Loc6f	/b p/	100,00	16,040	p<0,0001	t ₇₀ =39,122
	/d t/	99,409	16,573	p<0,0001	t ₇₀ =53,840
	/g k/	98,965	12,343	p<0,0001	t ₇₀ =37,063
Loc7f	/b p/	97,888	20,779	p<0,0001	t ₇₀ =26,169
	/d t/	99,802	23,172	p<0,0001	t ₇₀ =18,629
	/g k/	97,913	13,491	p<0,0001	t ₇₀ =26,312
Loc8f	/b p/	92,574	12,464	p<0,0001	t ₆₉ =19,076
	/d t/	87,551	7,660	p<0,0001	t ₇₀ =18,331
	/g k/	82,154	5,020	p<0,0001	t ₇₀ =16,743
Loc9f	/b p/	95,752	35,067	p<0,0001	t ₇₀ =12,078
	/d t/	99,099	26,589	p<0,0001	t ₇₀ =18,985
	/g k/	97,554	25,288	p<0,0001	t ₇₀ =16,870
Loc10f	/b p/	99,291	21,557	p<0,0001	t ₆₉ =29,873
	/d t/	100,00	18,125	p<0,0001	t ₇₀ =33,744
	/g k/	94,818	10,743	p<0,0001	t ₇₀ =26,655
Loc11f	/b p/	98,139	20,912	p<0,0001	t ₇₀ =31,095
	/d t/	99,560	31,723	p<0,0001	t ₇₀ =18,878
	/g k/	85,854	16,029	p<0,0001	t ₇₀ =16,085

Tableau 97 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de v-ratio (%) par paire de consonnes C françaises /b p/, /d t/ et /g k/, produites par 11 locutrices françaises dans des logatomes en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a, i u/) (2353 occurrences).

Répartition des occurrences de /b d g/ en fonction de leur taux de voisement pour les locutrices françaises







Graphique 128 : Histogrammes du nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ de 11 locutrices françaises (Loc1f à loc11f) en fonction de leur taux de voisement. Les occurrences (36 max par consonne et par locutrice) sont regroupées par tranches de 10% sur une échelle de 0% à 100%. Les consonnes sont réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) (1174 occurrences).

Locutrices taiwanaises : Taux de voisement et position dans le logatome : étude des productions de chaque locutrice taiwanaise

		V-ratio de /b/	V-ratio de /d/	V-ratio de /g/	V-ratio de /p/	V-ratio de /t/	V-ratio de /k/
Position 2	Valeur de p	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0232
	Valeur de F	$F_{(10, 121)} = 51,823$	$F_{(10, 121)} = 46,409$	$F_{(10, 121)} = 32,473$	$F_{(10, 121)} = 5,016$	$F_{(10, 121)} = 5,446$	$F_{(10, 121)} = 2,182$
	Ecart significatif entre	[Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc6t] > [Loc10t, Loc11t] > [Loc7t, Loc9t] > [Loc5t, Loc8t]	[Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t] > [Loc7t, Loc10t, Loc11t] > [Loc9t]	[Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t] > [Loc1t, Loc10t, Loc11t] > [Loc5t,	[Loc6t, Loc9t, Loc1t] > [Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc8t, Loc11t, Loc4t] > [Loc6t] > [Loc10t, Loc7t]	[Loc9t] > [Loc6t, Loc7t, Loc10t, Loc2t, Loc4t, Loc3t, Loc1t]	[Loc6t] > [Loc10t, Loc8t, Loc3t, Loc4t, Loc11t, Loc5t, Loc1t, Loc7t] > [Loc9t] > [Loc7t]

		[Loc4t] > [Loc7t, Loc9t]	[Loc5t, Loc8t] [Loc1t] > [Loc11t, Loc7t]	Loc7t] [Loc1t, Loc10t] > [Loc8t] [Loc1t] > [Loc9t, Loc8t, Loc5t, Loc7t] [Loc1t] > [Loc9t]	[Loc6t, Loc9t] > [Loc7t]	Loc8t, Loc11t, Loc5t] [Loc9t] > [Loc6t, Loc7t, Loc10t] > [Loc8t, Loc11t, Loc5t]	
	Ecart de v-ratio non-significatif entre les locutrices	[Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t] [Loc4t, Loc10t, Loc11t] [Loc7t, Loc9t] [Loc5t, Loc8t]	[Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t] [Loc1t, Loc10t] [Loc7t, Loc10t, Loc11t,] [Loc5t, Loc8t]	[Loc10t, Loc11t, Loc9t] [Loc11t, Loc8t] [Loc9t, Loc8t, Loc5t, Loc7t] [Loc1t, Loc10t, Loc11t] [Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc6t]	[Loc6t, Loc9t, Loc1t] [Loc7t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc8t, Loc11t, Loc4t] [Loc9t, Loc1t, Loc10t] [Loc1t, Loc10t, Loc7t] [Loc10t, Loc7t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc8t]	[Loc6t, Loc7t, Loc10t, Loc2t, Loc4t, Loc3t, Loc1t] [Loc3t, Loc1t, Loc8t, Loc11t, Loc5t] [Loc4t, Loc3t, Loc1t, Loc8t, Loc11t] [Loc2t, Loc4t, Loc3t, Loc1t, Loc8t]	[Loc6t, Loc9t] [Loc10t, Loc8t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc11t, Loc1t, Loc5t, Loc7t] [Loc9t, Loc10t, Loc8t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc11t, Loc5t, Loc1t]
Position 3	Valeur de p	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0560
	Valeur de F	F _(5, 66) = 54,947	F _(5, 66) = 68,254	F _(5, 66) = 61,088	F _(5, 66) = 6,915	F _(5, 66) = 10,067	F _(5, 66) = 2,286
	Ecart significatif entre	[Loc2t, Loc3t] > [Loc10t, Loc11t] > [Loc5t] [Loc6t] > [Loc5t]	[Loc2t, Loc6t, Loc3t, Loc10t] > [Loc11t] > [Loc5t]	[Loc3t, Loc2t, Loc6t] > [Loc10t] > [Loc11t] > [Loc5t]	[Loc10t] > [Loc11t, Loc2t, Loc3t] > [Loc5t] [Loc6t] > [Loc3t] > [Loc5t]	[Loc10t] > [Loc6t] > [Loc11t, Loc5t] [Loc10t] > [Loc2t] [Loc10t] > [Loc3t] > [Loc5t]	
	Ecart de v-ratio non-significatif entre les locutrices	[Loc2t, Loc3t, Loc6t] [Loc6t, Loc10t, Loc11t]	[Loc2t, Loc6t, Loc3t, Loc10t]	[Loc3t, Loc2t, Loc6t]	[Loc10t, Loc6t] [Loc6t, Loc11t, Loc2t] [Loc11t, Loc2t, Loc3t]	[Loc6t, Loc3t, Loc2t] [Loc3t, Loc2t, Loc11t] [Loc2t, Loc11t, Loc5t]	
Position 4	Valeur de p	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0137	p=0,0194
	Valeur de F	F _(5, 65) = 27,813	F _(5, 66) = 29,994	F _(5, 65) = 23,061	F _(5, 66) = 6,891	F _(5, 65) = 3,128	F _(5, 66) = 2,915
	Ecart significatif entre	[Loc2t, Loc3t] > [Loc11t, Loc6t] > [Loc10t] > [Loc5t]	[Loc2t, Loc3t, Loc6t] > [Loc11t] > [Loc10t] > [Loc5t]	[Loc2t, Loc3t] > [Loc6t] > [Loc10t, Loc11t] > [Loc5t]	[Loc6t] > [Loc10t, Loc11t, Loc2t, Loc3t, Loc5t]	[Loc6t] > [Loc10t, Loc5t, Loc2t, Loc3t]	[Loc6t] > [Loc11t, Loc2t, Loc5t, Loc10t, Loc3t]
	Ecart de v-ratio non-significatif	[Loc2t, Loc3t] [Loc11t, Loc6t]	[Loc2t, Loc3t, Loc6t]	[Loc2t, Loc3t] [Loc10t,	[Loc10t, Loc11t, Loc2t, Loc3t, Loc5t]	[Loc6t, Loc11t] [Loc11t, Loc10t, Loc5t,	[Loc11t, Loc2t, Loc5t, Loc10t, Loc3t]

	entre les locutrices			Loc11t]		Loc2t, Loc3t]	
--	----------------------	--	--	---------	--	---------------	--

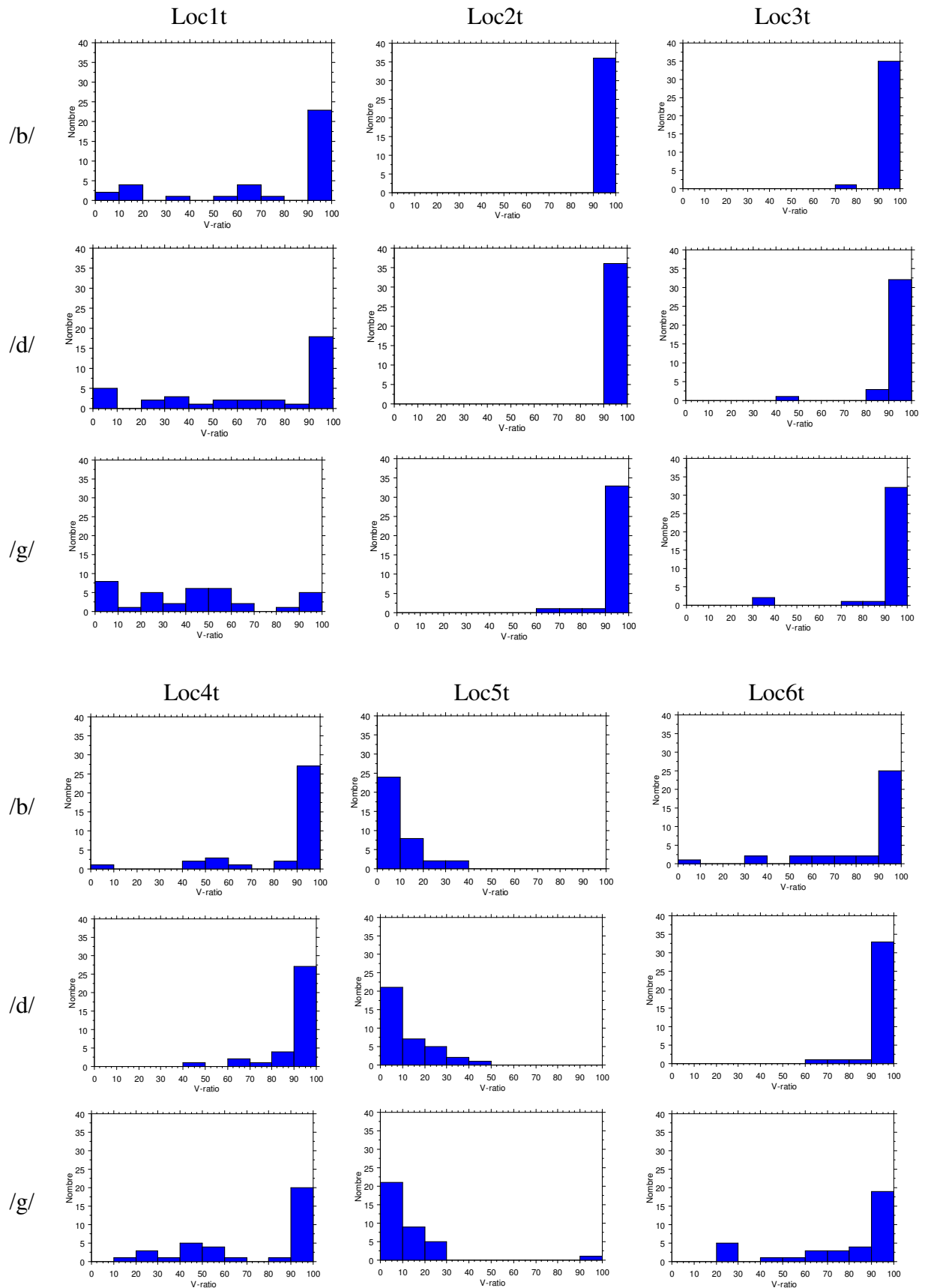
Tableau 98 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la locutrice taïwanaise, en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄) pour des productions de 11 locutrices taïwanaises en position 2 ou 6 locutrices taïwanaises en positions 3 et 4 et respectivement 792, 432 et 429 occurrences.

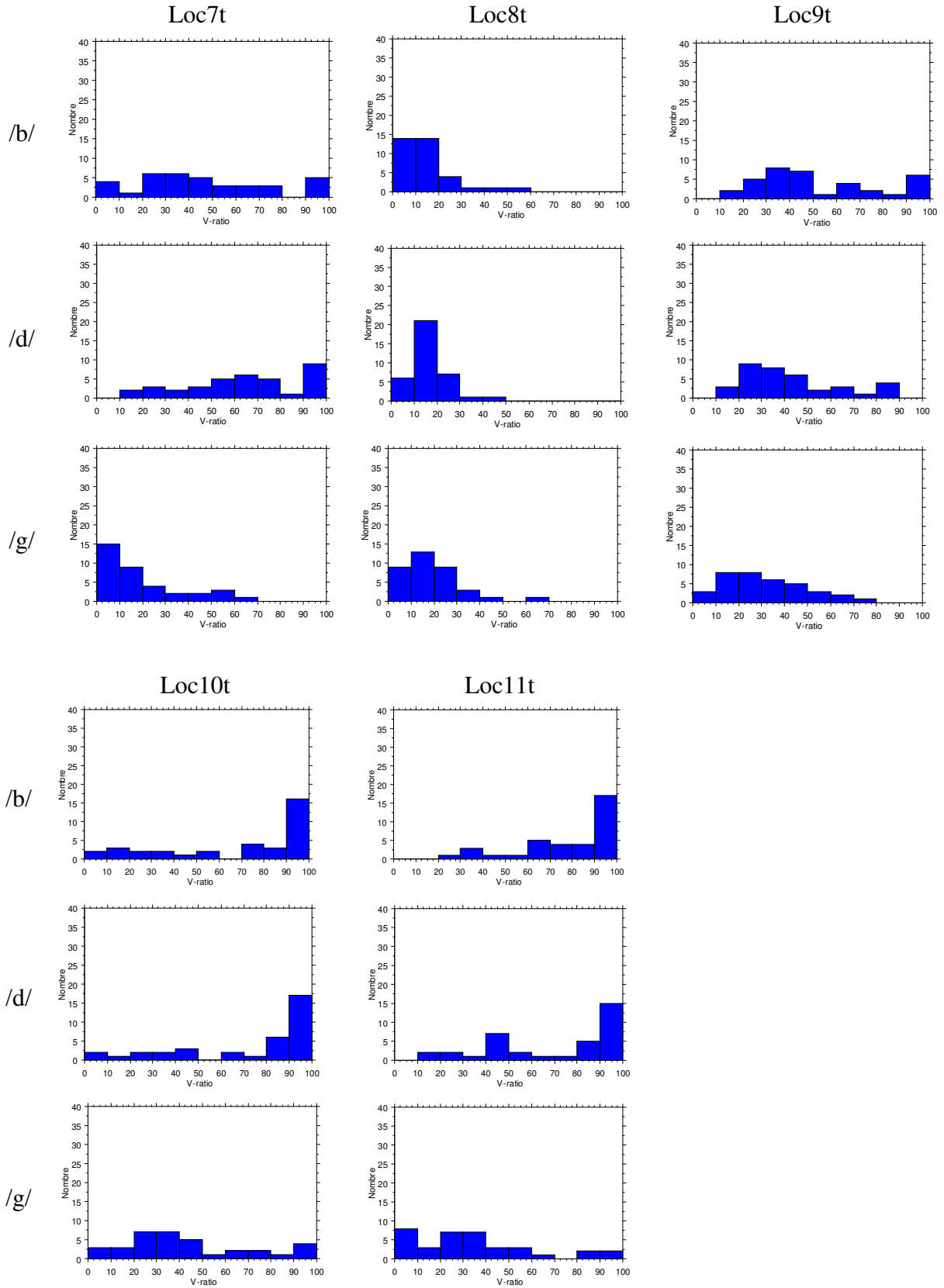
Les locutrices taïwanaises distinguent-elles les occlusives sourdes et les occlusives sonores ?

	Paires de consonnes comparées	V-ratio moyen consonne voisée /b d g/	V-ratio moyen consonne sourde /p t k/	valeur de p	valeur de t
Loc1t	/b p/	76,434	17,732	p<0,0001	t ₇₀ =8,551
	/d t/	68,573	11,781	p<0,0001	t ₇₀ =8,506
	/g k/	42,050	4,707	p<0,0001	t ₇₀ =6,832
Loc2t	/b p/	99,838	12,912	p<0,0001	t ₇₀ =32,920
	/d t/	100,000	14,767	p<0,0001	t ₇₀ =31,912
	/g k/	97,919	7,860	p<0,0001	t ₇₀ =44,728
Loc3t	/b p/	99,280	11,622	p<0,0001	t ₇₀ =47,644
	/d t/	97,588	13,414	p<0,0001	t ₇₀ =30,964
	/g k/	94,801	7,295	p<0,0001	t ₇₀ =30,515
Loc4t	/b p/	88,425	12,990	p<0,0001	t ₇₀ =17,595
	/d t/	93,373	20,836	p<0,0001	t ₆₉ =21,501
	/g k/	75,045	9,960	p<0,0001	t ₇₀ =12,248
Loc5t	/b p/	8,707	6,972	p=0,4190	t ₇₀ =0,813
	/d t/	10,217	6,606	p=0,1244	t ₇₀ =1,555
	/g k/	11,111	5,109	p=0,0573	t ₇₀ =1,933
Loc6t	/b p/	87,474	32,381	p<0,0001	t ₇₀ =9,409
	/d t/	97,944	23,769	p<0,0001	t ₇₀ =19,928
	/g k/	80,017	18,656	p<0,0001	t ₇₀ =10,465
Loc7t	/b p/	46,702	20,627	p<0,0001	t ₇₀ =4,838
	/d t/	64,797	23,749	p<0,0001	t ₇₀ =8,080
	/g k/	18,206	7,360	p=0,0017	t ₇₀ =3,273
Loc8t	/b p/	14,312	15,103	p=0,7501	t ₆₉ =0,320
	/d t/	16,437	10,266	p=0,0025	t ₇₀ =3,141
	/g k/	18,375	11,971	p=0,0141	t ₇₀ =2,519
Loc9t	/b p/	53,068	37,997	p=0,0207	t ₇₀ =2,367
	/d t/	43,586	32,626	p=0,0193	t ₇₀ =2,395
	/g k/	30,118	19,107	p=0,0072	t ₇₀ =2,768
Loc10t	/b p/	70,481	23,945	p<0,0001	t ₆₉ =7,365
	/d t/	75,200	25,284	p<0,0001	t ₆₉ =8,075
	/g k/	43,713	9,710	p<0,0001	t ₆₉ =6,896
Loc11t	/b p/	80,113	13,257	p<0,0001	t ₇₀ =15,743
	/d t/	72,135	9,383	p<0,0001	t ₇₀ =12,203
	/g k/	35,166	9,008	p<0,0001	t ₇₀ =5,247

Tableau 99 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de v-ratio par paire de consonnes C françaises /b p/, /d t/ et /g k/, produites par 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) (2371 occurrences)

Répartition des occurrences de /b d g/ en fonction de leur taux de voisement pour les locutrices taïwanaises : voisement à moitié ou répartition bi- /multi- modale ?





Graphiques 129 : Histogrammes du nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ de 11 locutives taiwanaises (Loc1t à loc11t) en fonction de leur taux de voisement. Les occurrences (36 max par consonne et par locutrice) sont regroupées par tranches de 10% sur une échelle de 0% à 100%. Les consonnes sont réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ($V = /a i u/$) (1184 occurrences).

Taux de voisement : comportement des locutrices taïwanaises en fonction de la voyelle en coarticulation : La position intervocalique

		Valeur de F	Valeur de p	Ecart significatif entre
Loc1t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 2,299	p=0,1251	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 1,929	p=0,1701	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 3,936	p=0,0354	V-ratio [i] et [u]>V-ratio [a]
Loc2t	V-ratio de /b/			
	V-ratio de /d/			
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 1,000	p=0,3847	
Loc3t	V-ratio de /b/			
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 1,000	p=0,3847	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 2,134	p=0,1433	
Loc4t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 3,843	p=0,0378	V-ratio [i] et [a]>V-ratio [u]
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 0,769	p=0,4761	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 1,800	p=0,1898	
Loc5t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 4,293	p=0,0274	V-ratio [i] et [u]>V-ratio [a]
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 11,230	p=0,0005	V-ratio [i] >V-ratio [a] et [u]
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 0,296	p=0,7471	
Loc6t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 0,332	p=0,7211	
	V-ratio de /d/			
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 0,624	p=0,5454	
Loc7t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 1,542	p=0,2371	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 4,302	p=0,0272	V-ratio [i] et [u]>V-ratio [a]
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 2,205	p=0,1351	
Loc8t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 0,593	p=0,5616	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 0,842	p=0,4448	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 0,891	p=0,4252	
Loc9t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 0,860	p=0,4377	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 0,566	p=0,5761	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 4,291	p=0,0274	V-ratio [a]>V-ratio [i]
Loc10t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 0,644	p=0,5353	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 1,523	p=0,2412	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 0,606	p=0,5550	
Loc11t	V-ratio de /b/	F _(2,21) = 1,953	p=0,1667	
	V-ratio de /d/	F _(2,21) = 1,439	p=0,2596	
	V-ratio de /g/	F _(2,21) = 6,058	p=0,0084	V-ratio [a]>V-ratio [i]

Tableau 100 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g/ en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) pour chacune des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), en position intervocalique : positions 2 et 3 consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄)

Nous observons peu de différences significatives sur le Tableau 100 :

- Pour Loc1t, il n'y a de différence que pour /g/ : le v-ratio est plus grand avec les voyelles fermées /i u/ qu'avec /a/
- Pour Loc4t, il n'y a de différence que pour /b/ : le v-ratio est plus grand avec /a i/ qu'avec /u/.

- Pour Loc5t, il y a des différences avec /b d/ : avec /b/, le v-ratio est plus grand avec les voyelles fermées /i u/ qu'avec /a/ ; avec /d/, le v-ratio est plus grand avec /i/ qu'avec /a u/.
- Pour Loc7t, il n'y a de différence qu'avec /d/ : le v-ratio est plus grand avec les voyelles fermées /i u/ qu'avec /a/
- Pour Loc9t, il n'y a de différence qu'avec /g/ : le v-ratio est plus grand avec /a/ qu'avec /i/
- Pour Loc11t, il n'y a de différence qu'avec /g/ : le v-ratio est plus grand avec /a/ qu'avec /i/

Nous n'avons pas relevé d'influence significative de la voyelle sur le v-ratio des consonnes /b d g/ en position intervocalique pour les locutrices : Loc2t, Loc3t, Loc6t, Loc8t et Loc10t.

Taux de voisement : comportement des locutrices taiwanaises en fonction de la voyelle en coarticulation : La position finale

		Valeur de F	Valeur de p	Ecart significatif entre
Loc2t	V-ratio de /b/	F _(2,9) = 1,000	p=0,4053	
	V-ratio de /d/			
	V-ratio de /g/	F _(2,9) = 0,583	p=0,5777	
Loc3t	V-ratio de /b/	F _(2,9) = 1,000	p=0,4053	
	V-ratio de /d/	F _(2,9) = 2,833	p=0,1111	
	V-ratio de /g/	F _(2,9) = 8,190	p=0,0094	V-ratio [a] et [u]>V-ratio [i]
Loc5t	V-ratio de /b/	F _(2,9) = 1,691	p=0,2380	
	V-ratio de /d/	F _(2,9) = 0,155	p=0,8591	
	V-ratio de /g/	F _(2,9) = 3,545	p=0,0732	
Loc6t	V-ratio de /b/	F _(2,9) = 0,023	p=0,9774	
	V-ratio de /d/	F _(2,9) = 0,135	p=0,8751	
	V-ratio de /g/	F _(2,9) = 3,653	p=0,0689	
Loc10t	V-ratio de /b/	F _(2,8) = 0,283	p=0,7611	
	V-ratio de /d/	F _(2,9) = 12,510	p=0,0025	V-ratio [a]> v-ratio [i] et [u]
	V-ratio de /g/	F _(2,8) = 0,484	p=0,6331	
Loc11t	V-ratio de /b/	F _(2,9) = 4,540	p=0,0433	V-ratio [a] et [i]>V-ratio [u]
	V-ratio de /d/	F _(2,9) = 1,498	p=0,2744	
	V-ratio de /g/	F _(2,9) = 22,719	p=0,0003	V-ratio [a] >V-ratio [i] et [u]

Tableau 101 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g/ en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) pour 6 locutrices taiwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t), en position finale : position 4 des consonnes de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄)

V-ratio : comparaison des comportements entre locutrices françaises et taiwanaises

	valeur de p	valeur de F
V-ratio de /b/	p<0,0001	F _(21, 754) = 85,965
V-ratio de /d/	p<0,0001	F _(21, 769) = 87,939
V-ratio de /g/	p<0,0001	F _(21, 769) = 94,300
V-ratio de /p/	p<0,0001	F _(21, 761) = 8,673
V-ratio de /t/	p<0,0001	F _(21, 769) = 9,425
V-ratio de /k/	p<0,0001	F _(21, 770) = 7,080

Tableau 102 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ (séparément) entre 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises (les locutrices Loc11f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t n'ont pas d'occurrence en positions 3 et 4), toutes positions (positions 2, 3 et 4 des consonnes C de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄) et toutes voyelles en coarticulation confondues (/a i u/) (3862 occurrences au total).

Consonnes	Locutrices	Valeurs moyennes		Tests PLSD de Fischer	
		V-ratio moyen	Ecart-type	Ecart non significatif avec (locutrices françaises)	Ecart non significatif avec (locutrices taiwanaises)
/b/	Loc1t	76,434	35,202		Loc10t, Loc11t
	Loc2t	99,838	0,972	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc3t
	Loc3t	99,280	4,321	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2t
	Loc4t	88,425	22,244	Loc4f, Loc8f, Loc9f	Loc6t
	Loc5t	8,707	8,790		Loc8t
	Loc6t	87,474	24,046	Loc4f, Loc8f	Loc4t, Loc11t
	Loc7t	46,702	29,471		Loc9t
	Loc8t	14,312	11,688		Loc5t
	Loc9t	53,068	27,324		Loc7t
	Loc10t	70,481	34,133		Loc1t
Loc11t	80,113	23,750		Loc1t, Loc6t	
/p/	Loc1t	17,732	21,387	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc2t	12,912	15,813	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc11t
	Loc3t	11,622	10,158	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc8f	Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc8t, Loc11t
	Loc4t	12,990	12,919	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc11t
	Loc5t	6,972	9,307	Loc2f, Loc5f, Loc8f	Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc8t, Loc11t
	Loc6t	32,381	25,616	Loc1f, Loc4f, Loc9f	Loc9t, Loc10t
	Loc7t	20,627	13,308	Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc8t	15,103	9,022	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc11t
	Loc9t	37,997	26,689	Loc1f, Loc4f, Loc9f	Loc6t
	Loc10t	23,945	16,280	Loc3f, Loc6f, Loc7f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc6t, Loc7t
Loc11t	13,257	9,230	Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t	
/d/	Loc1t	68,573	37,889		Loc7t, Loc10t, Loc11t
	Loc2t	100,000	0	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc3t, Loc4t, Loc6t
	Loc3t	97,588	9,005	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2t, Loc4t, Loc6t
	Loc4t	93,373	12,849	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2t, Loc3t, Loc6t
	Loc5t	10,217	11,429		
	Loc6t	97,944	7,279	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2t, Loc3t, Loc4t
	Loc7t	64,797	26,596		Loc1t, Loc11t
	Loc8t	16,437	8,958		
	Loc9t	43,586	21,122		
	Loc10t	75,200	31,571		Loc1t, Loc11t
Loc11t	72,135	29,617		Loc1t, Loc7t, Loc10t	
/t/	Loc1t	11,781	13,015	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f, Loc10f	Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc8t, Loc11t
	Loc2t	14,767	16,025	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc3t, Loc4t, Loc8t, Loc11t
	Loc3t	13,414	13,600	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc4t, Loc5t, Loc8t, Loc11t
	Loc4t	20,836	15,422	Loc1f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f	Loc2t, Loc3t, Loc6t, Loc7t, Loc10t
	Loc5t	6,606	7,960	Loc2f, Loc5f, Loc8f	Loc1t, Loc3t, Loc8t, Loc11t
	Loc6t	23,769	21,113	Loc1f, Loc3f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc4t, Loc7t, Loc10t
	Loc7t	23,749	14,893	Loc1f, Loc3f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc4t, Loc6t, Loc10t
	Loc8t	10,266	7,667	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc11t
	Loc9t	32,626	17,540	Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc9f, Loc11f	Loc10t
	Loc10t	25,284	18,709	Loc1f, Loc3f, Loc7f, Loc9f,	Loc4t, Loc6t, Loc7t, Loc9t

				Loc10f, Loc11f	
	Loc11t	9,383	8,647	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc8f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc8t
/g/	Loc1t	42,050	32,066		Loc10t, Loc11t
	Loc2t	97,919	7,253	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc7f, Loc9f, Loc10f	Loc3t
	Loc3t	94,801	15,463	Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc5f, Loc7f, Loc9f, Loc10f, Loc11f	Loc2t
	Loc4t	75,045	30,090	Loc4f, Loc8f	Loc6t
	Loc5t	11,111	16,879		Loc7t, Loc8t
	Loc6t	80,017	27,526	Loc4f, Loc8f, Loc11f	Loc4t
	Loc7t	18,206	17,976		Loc5t, Loc8t
	Loc8t	18,375	13,229		Loc5t, Loc7t
	Loc9t	30,118	18,263		Loc11t
	Loc10t	43,713	28,329		Loc1t, Loc11t
Loc11t	35,166	27,124		Loc1t, Loc9t, Loc10t	
/k/	Loc1t	4,707	6,879	Loc2f, Loc5f, Loc8f, Loc10f	Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc10t, Loc11t
	Loc2t	7,860	9,662	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc3t	7,295	7,545	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc2t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc4t	9,960	10,544	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc5t	5,109	7,884	Loc2f, Loc5f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc7t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc6t	18,656	21,909	Loc1f, Loc3f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc11f	Loc8t, Loc9t
	Loc7t	7,360	8,490	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc8t, Loc10t, Loc11t
	Loc8t	11,971	7,598	Loc1f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc10t, Loc11t
	Loc9t	19,107	15,369	Loc1f, Loc3f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc11f	Loc6t
	Loc10t	9,710	8,423	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f, Loc11f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc11t
Loc11t	9,008	12,613	Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc10f	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t, Loc5t, Loc7t, Loc8t, Loc10t	

Tableau 103 : Tableau récapitulatif des v-ratio moyens de chaque occlusive française /b d g p t k/ réalisée par 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t), et résultats des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=V-ratio, Facteur=Locutrice, où les valeurs de v-ratio sont comparées avec les autres locutrices taiwanaises et 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les consonnes C sont réalisées en logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, les positions 2, 3 et 4 confondues pour cette analyse (les locutrices Loc11f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t n'ont pas d'occurrence en positions 3 et 4) ainsi que les voyelles V en coarticulation (/a i u/) (3862 occurrences au total).

Document 29 : Tableaux pour le Chapitre 3. Cinquième partie – Mesures de v-pattern

Les occurrences trop courtes des locutrices taiwanaises pour être analysées en trois parties

Locutrices	V-ratio de/b/ (%) (+ nombre)	V-ratio de /d/ (%) (+ nombre)	V-ratio de /g/ (%) (+ nombre)	Total
Loc1t	100 (2)	86,2 (4)	43,2 (1)	81,3 (7)
Loc2t	100 (8)	100 (7)	100 (8)	100 (23)
Loc3t	100 (5)	100 (9)	97,3 (9)	98,9 (23)
Loc4t	100 (1)	100 (1)	100 (6)	100 (8)
Loc5t	32,1 (1)	20 (2)	0 (1)	18,0 (4)
Loc6t	100 (1)	100 (7)	94,3 (4)	98,1 (12)

Loc9t	(0)	(0)	7,3 (4)	7,3 (4)
Loc10t	100(2)	100 (4)	100 (1)	100 (7)
Total	97,0 (23)	92,3 (42)	79,8 (37)	88,8 (102)

Tableau 104 : Moyennes de v-ratio et nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ réalisées par des locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t) et d'une durée comprise entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus) en position intervocalique

Locutrices	V-ratio de/b/ (%) (+ nombre)	V-ratio de /d/ (%) (+ nombre)	V-ratio de /g/ (%) (+ nombre)	Total
Loc1t	59,8 (2)	43,3 (6)	18,0 (4)	37,6 (12)
Loc2t	100 (1)	(0)	100 (3)	100 (4)
Loc3t	100 (3)	98,1 (6)	90,4 (7)	95,1 (16)
Loc4t	(0)	100 (1)	81,8 (2)	87,9 (3)
Loc6t	100 (1)	92,6 (10)	89,4 (4)	92,2 (15)
Loc7t	49,8 (4)	75,9 (8)	45,7 (4)	62,6 (15)
Loc9t	(0)	88,5 (1)	50,6 (2)	63,2 (3)
Loc10t	(0)	100 (1)	(0)	100 (1)
Loc11t	35,2 (1)	(0)	(0)	35,2 (1)
Total	73,1 (11)	80,9 (33)	68,4 (25)	75,1 (69)

Tableau 105 : Moyennes de v-ratio et nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ réalisées par des locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t) et d'une durée comprise entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus) en position 4 des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄

Quantification du nombre total d'occurrences d'occlusives avec présence de F0 au début du relâchement

	Position	b	d	g	p	t	k
FR	pos1	109 / 131	96 / 130	95 / 128	2 / 131	1 / 132	1 / 131
	pos2	101 / 115	102 / 120	93 / 112	5 / 128	1 / 129	2 / 122
	pos3	107 / 121	110 / 124	99 / 122	2 / 130	2 / 131	1 / 129
	pos4	70 / 109	91 / 129	72 / 124	0 / 123	2 / 129	4 / 130
	TOTAL FR	387 / 476	399 / 503	359 / 486	9 / 512	6 / 521	8 / 512
TW	pos1	63 / 130	55 / 132	42 / 131	5 / 130	10 / 131	3 / 132
	pos2	52 / 117	56 / 130	38 / 120	3 / 129	5 / 130	3 / 131
	pos3	51 / 124	57 / 130	39 / 121	2 / 129	2 / 131	1 / 130
	pos4	38 / 121	38 / 125	25 / 126	4 / 131	2 / 130	1 / 131
	TOTAL TW	204 / 492	206 / 517	144 / 498	14 / 519	19 / 522	8 / 524

Tableau 106 : Nombre d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ avec détection de fréquence fondamentale au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences de cette même occlusive avec présence d'un relâchement pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaïses (TW) selon la position 1 (pos1), 2 (pos2), 3 (pos3) ou 4 (pos4) dans le logatome C₁VC₂VC₃VC₄

Document 30 : Tableaux pour le Chapitre 3. Sixième partie – Durée de la voyelle précédant les occlusives /b d g p t k/

Etude des deux groupes de locutrices : mesure de la durée des voyelles entre celles qui précèdent une consonne sourde ou celles qui précèdent une consonne voisée : Les locutrices françaises

	Durée moyenne de la voyelle précédant la consonne voisée (ms)	Durée moyenne de la voyelle précédant la consonne sourde (ms)	valeur de p	valeur de t
/b p/	117	96	p<0,0001	t ₇₉₀ =13,270
/d t/	123	104	p<0,0001	t ₇₉₀ =10,521
/g k/	134	109	p<0,0001	t ₇₉₀ =11,856

Tableau 107 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées moyennes des voyelles précédant une consonne voisée ou sourde des paires de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (2376 occurrences)

Etude des deux groupes de locutrices : mesure de la durée des voyelles entre celles qui précèdent une consonne sourde ou celles qui précèdent une consonne voisée : Les locutrices taiwanaises

	Durée moyenne de la voyelle précédant la consonne voisée (ms)	Durée moyenne de la voyelle précédant la consonne sourde (ms)	valeur de p	valeur de t
/b p/	129	116	p<0,0001	t ₇₉₀ =4,306
/d t/	139	129	p=0,0002	t ₇₈₉ =3,709
/g k/	143	129	p<0,0001	t ₇₉₀ =4,506

Tableau 108 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées moyennes des voyelles précédant une consonne voisée ou sourde des paires de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices taiwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (2375 occurrences)

Comportement des locutrices taiwanaises : produisent-elles des voyelles de durées différentes selon le type de consonne qui la suit (voisée/non-voisée) ?

	Voyelles devant les consonnes	Durée moyenne de la consonne voisée (ms)	Durée moyenne de la consonne sourde (ms)	valeur de p	valeur de t
Loc1f	/b p/	95	80	p<0,0001	t ₇₀ =5,053
	/d t/	101	86	p=0,0002	t ₇₀ =3,975
	/g k/	105	89	p=0,0044	t ₇₀ =2,941
Loc2f	/b p/	150	123	p=0,0001	t ₇₀ =4,117
	/d t/	159	138	p=0,0025	t ₇₀ =3,1327
	/g k/	168	139	p<0,0001	t ₇₀ =4,222
Loc3f	/b p/	110	90	p=0,0009	t ₇₀ =3,471
	/d t/	119	92	p=0,0002	t ₇₀ =3,981
	/g k/	124	93	p<0,0001	t ₇₀ =4,761
Loc4f	/b p/	106	86	p<0,0001	t ₇₀ =4,923
	/d t/	112	94	p<0,0001	t ₇₀ =4,188
	/g k/	121	95	p<0,0001	t ₇₀ =6,444
Loc5f	/b p/	111	94	p=0,0003	t ₇₀ =3,830
	/d t/	122	101	p<0,0001	t ₇₀ =4,869
	/g k/	127	111	p=0,0037	t ₇₀ =2,999

Loc6f	/b p/	129	89	p<0,0001	t ₇₀ =9,111
	/d t/	128	95	p<0,0001	t ₇₀ =7,006
	/g k/	152	110	p<0,0001	t ₇₀ =7,732
Loc7f	/b p/	121	102	p<0,0001	t ₇₀ =4,202
	/d t/	131	123	p=0,1398	t ₇₀ =1,494
	/g k/	161	125	p<0,0001	t ₇₀ =5,545
Loc8f	/b p/	122	106	p=0,0033	t ₇₀ =3,038
	/d t/	126	117	p=0,1032	t ₇₀ =1,651
	/g k/	132	118	p=0,0426	t ₇₀ =2,065
Loc9f	/b p/	107	92	p<0,0001	t ₇₀ =4,249
	/d t/	112	100	p=0,0101	t ₇₀ =2,646
	/g k/	120	101	p=0,0030	t ₇₀ =3,080
Loc10f	/b p/	126	99	p<0,0001	t ₇₀ =6,079
	/d t/	128	107	p<0,0001	t ₇₀ =5,581
	/g k/	136	117	p=0,0004	t ₇₀ =3,704
Loc11f	/b p/	113	92	p<0,0001	t ₇₀ =7,803
	/d t/	118	95	p<0,0001	t ₇₀ =7,841
	/g k/	125	102	p<0,0001	t ₇₀ =5,229

Tableau 109 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées des voyelles précédant les consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites pour chacune des 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (2376 occurrences)

	Voyelles devant les consonnes	Durée moyenne de la consonne voisée (ms)	Durée moyenne de la consonne sourde (ms)	valeur de p	valeur de t
Loc1t	/b p/	120	99	p<0,0001	t ₇₀ =4,701
	/d t/	136	118	p<0,0001	t ₇₀ =4,246
	/g k/	138	121	p=0,0023	t ₇₀ =3,166
Loc2t	/b p/	111	92	p<0,0001	t ₇₀ =4,587
	/d t/	113	101	p=0,0040	t ₇₀ =2,977
	/g k/	122	108	p=0,0026	t ₇₀ =3,126
Loc3t	/b p/	106	87	p=0,0003	t ₇₀ =3,817
	/d t/	112	96	p=0,0003	t ₇₀ =3,806
	/g k/	121	91	p<0,0001	t ₇₀ =5,225
Loc4t	/b p/	207	148	p<0,0001	t ₇₀ =6,304
	/d t/	227	164	p<0,0001	t ₆₉ =8,240
	/g k/	224	159	p<0,0001	t ₇₀ =7,913
Loc5t	/b p/	83	89	p=0,1530	t ₇₀ =1,445
	/d t/	100	105	p=0,2772	t ₇₀ =1,095
	/g k/	110	111	p=0,8807	t ₇₀ =0,151
Loc6t	/b p/	109	104	p=0,7068	t ₇₀ =0,378
	/d t/	127	119	p=0,5870	t ₇₀ =0,546
	/g k/	133	119	p=0,3644	t ₇₀ =0,913
Loc7t	/b p/	127	115	p=0,0055	t ₇₀ =2,868
	/d t/	138	128	p=0,0050	t ₇₀ =2,897
	/g k/	134	124	p=0,0270	t ₇₀ =2,259
Loc8t	/b p/	150	155	p=0,2509	t ₇₀ =1,158
	/d t/	151	155	p=0,4484	t ₇₀ =0,762

	/g k/	158	153	p=0,3095	t ₇₀ =1,024
Loc9t	/b p/	153	167	p=0,0892	t ₇₀ =1,724
	/d t/	159	170	p=0,1269	t ₇₀ =1,545
	/g k/	164	187	p=0,0038	t ₇₀ =2,990
Loc10t	/b p/	110	104	p=0,2415	t ₇₀ =1,181
	/d t/	122	116	p=0,2340	t ₇₀ =1,201
	/g k/	110	109	p=0,8405	t ₇₀ =0,202
Loc11t	/b p/	142	122	p=0,0128	t ₇₀ =2,556
	/d t/	146	143	p=0,4905	t ₇₀ =0,693
	/g k/	153	135	p=0,0264	t ₇₀ =2,269

Tableau 110 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées des voyelles précédant les consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites pour chacune des 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (2375 occurrences)

Comparaison entre le rapport de durée des voyelles selon qu'elles précèdent une occlusive voisée ou sourde et les résultats de v-ratio

Locutrices	Moyenne de v-ratio (global) sur les consonnes voisées (%)			Rapport entre la durée de la voyelle précédant une occlusive voisée et une voyelle précédant une occlusive sourde		
	/b/	/d/	/g/	/b p/	/d t/	/g k/
Loc1t	76,4	68,6	42,1	>	>	>
Loc2t	99,8	100,0	97,9	>	>	>
Loc3t	99,3	97,6	94,8	>	>	>
Loc4t	88,4	93,4	75,0	>	>	>
Loc5t	8,7	10,2	11,1	=	=	=
Loc6t	87,5	97,9	80,0	=	=	=
Loc7t	46,7	64,8	18,2	>	>	>
Loc8t	14,3	16,4	18,4	=	=	=
Loc9t	53,1	43,6	30,1	=	=	<
Loc10t	70,5	75,2	43,7	=	=	=
Loc11t	80,1	72,1	35,2	>	=	>

Tableau 111 : Récapitulatif des moyennes globales de v-ratio pour les consonnes /b d g/ des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en positions 2, 3 et 4 des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (1184 occurrences) et type de rapport entre la durée moyenne des voyelles qui précèdent une occlusive voisée et de celles qui précèdent une occlusives sourde

Document 31 : Tableaux pour le Chapitre 3. Septième partie – Mesure de la fréquence fondamentale au début de la voyelle suivante, en coarticulation avec la consonne

Quantification des occurrences exploitables

	b	d	g	p	t	k	Total
Loc1f	36	36	35	4	11	11	133
Loc2f	33	31	36	13	12	18	143
Loc3f	29	33	33	12	15	22	144
Loc4f	33	28	33	15	7	16	132
Loc5f	36	35	33	12	12	5	133

	b	d	g	p	t	k	Total
Loc1t	23	23	32	21	10	25	134
Loc2t	36	36	36	22	10	7	147
Loc3t	36	30	35	24	14	27	166
Loc4t	35	34	32	31	17	10	159
Loc5t	19	11	16	11	6	5	68

Loc6f	35	35	35	12	8	14	139
Loc7f	36	35	35	18	7	6	137
Loc8f	22	14	27	15	3	9	90
Loc9f	35	36	36	14	10	10	141
Loc10f	36	30	35	13	7	7	128
Loc11f	36	31	28	8	9	11	123
Total	367	344	366	136	101	129	1443

Tableau 112 : Nombre d'occurrences de voyelles dont la F0 a pu être mesurée au début de la voyelle produites après les occlusives /b d g p t k/ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

Loc6t	35	35	35	18	13	4	140
Loc7t	21	20	23	23	10	16	113
Loc8t	33	25	22	31	17	20	148
Loc9t	29	23	18	16	16	3	105
Loc10t	30	27	26	19	10	11	123
Loc11t	31	24	26	16	9	10	116
Total	328	288	301	232	132	138	1419

Tableau 113 : Nombre d'occurrences de voyelles dont la F0 a pu être mesurée au début de la voyelle produites après les occlusives /b d g p t k/ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)

Les voyelles concernées

	b			d			g			p			t			k		
	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u
Loc1f	12	12	12	12	12	12	12	12	11	1		3	11			8	2	1
Loc2f	11	11	11	12	11	8	12	12	12	2	2	9	12			12	2	4
Loc3f	6	12	11	11	12	10	12	9	12	3	2	7	10		5	12	2	8
Loc4f	10	11	12	9	10	9	12	11	10	6	1	8	5	2		9	4	3
Loc5f	12	12	12	12	12	11	12	10	11	9	1	2	12			4	1	
Loc6f	11	12	12	11	12	12	12	12	11	3	2	7	4	3	1	12	2	
Loc7f	12	12	12	12	11	12	12	11	12	9	1	8	7			5		1
Loc8f	9	6	7	4	6	4	9	11	7	6	4	5	2		1	4		5
Loc9f	12	12	11	12	12	12	12	12	12	7	2	5	9		1	10		
Loc10f	12	12	12	7	12	11	11	12	12	4	2	7	4	3		4		3
Loc11f	12	12	12	11	10	10	11	7	10	4	2	2	9			11		
Total	119	124	124	113	120	111	127	119	120	54	19	63	85	8	8	91	13	25

Tableau 114 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 au début de la voyelle, en fonction de la consonne qui précède et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

	b			d			g			p			t			k		
	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u
Loc1t	3	8	12	5	9	9	11	9	12	4	5	12	6		4	12	1	12
Loc2t	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9	4	9	6	2	2	6		1
Loc3t	12	12	12	6	12	12	11	12	12	5	7	12	3	2	9	12	3	12
Loc4t	11	12	12	12	12	10	11	9	12	11	8	12	12	1	4	6	1	3
Loc5t	6	2	11	9	2		11		5	5	2	4	5		1	3		2
Loc6t	11	12	12	12	11	12	12	11	12	8	1	9	9		4	3	1	
Loc7t	5	4	12	5	8	7	7	7	9	7	4	12	5	2	3	8	1	7
Loc8t	10	11	12	11	7	7	11	5	6	10	9	12	9	4	4	11	5	4
Loc9t	7	10	12	9	8	6	12	3	3	5	1	10	9	4	3	3		
Loc10t	10	9	11	12	8	7	12	4	10	11	2	6	10			7	1	3
Loc11t	11	8	12	8	7	9	12	2	12	4		12	8		1			10
Total	98	100	130	101	96	91	122	74	105	79	43	110	82	15	35	71	13	54

Tableau 115 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 au début de la voyelle, en fonction de la consonne qui précède et de la locutrice, pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)

Mesures de F0 en début de voyelle, après les occlusives sourdes ou voisées : Les locutrices françaises : Etude globale

Couples de consonnes	Nombre	F0 moyen de la voyelle après l'occlusive voisée (Hz)	F0 moyen de la voyelle après l'occlusive sourde (Hz)	valeur de p	valeur de t
/b p/	/b/ = 468 /p/ = 144	227,3	280,1	p<0,0001	t ₆₁₀ =10,100
/d t/	/d/ = 440 /t/ = 107	226,5	281,8	p<0,0001	t ₅₄₅ =8,539
/g k/	/g/ = 455 /k/ = 138	221,0	300,7	p<0,0001	t ₅₉₁ =14,143

Tableau 116 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des valeurs de F0 au début des voyelles françaises (/a i u/) suivant les couples de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices françaises

F0 en début de voyelle après une occlusive : comportements des locutrices françaises

Locutrices	Couples de consonnes précédant les voyelles	F0 moyenne (Hz) des voyelles après une consonne voisée et nombre d'occurrences	F0 moyenne (Hz) des voyelles après une consonne sourde et nombre d'occurrences	valeur de p	valeur de t
Loc1f	/b p/	210 (36)	242 (4)	p<0,0001	t ₃₈ =5,190
	/d t/	207(36)	227 (11)	p<0,0001	t ₄₅ =6,010
	/g k/	207 (35)	235 (11)	p<0,0001	t ₄₄ =7,781
Loc2f	/b p/	210 (33)	237 (13)	p<0,0001	t ₄₄ =6,182
	/d t/	206 (31)	225 (12)	p<0,0001	t ₄₁ =5,233
	/g k/	201 (36)	291 (18)	p<0,0001	t ₅₂ =4,564
Loc3f	/b p/	243 (29)	370 (12)	p<0,0001	t ₃₉ =6,044
	/d t/	246 (33)	331 (15)	p<0,0001	t ₄₆ =5,588
	/g k/	255 (33)	337 (22)	p<0,0001	t ₅₃ =4,871
Loc4f	/b p/	233 (33)	271 (15)	p=0,0056	t ₄₆ =2,907
	/d t/	229 (28)	342 (7)	p=0,0005	t ₃₃ =3,889
	/g k/	236 (33)	338 (16)	p=0,0006	t ₄₇ =3,672
Loc5f	/b p/	227 (36)	259 (12)	p=0,0393	t ₄₆ =2,122
	/d t/	213 (35)	231 (12)	p<0,0001	t ₄₅ =4,704
	/g k/	214 (33)	235 (5)	p=0,0001	t ₃₆ =4,282
Loc6f	/b p/	201 (35)	267 (12)	p=0,0003	t ₄₅ =3,937
	/d t/	203 (35)	276 (8)	p<0,0001	t ₄₁ =4,956
	/g k/	201 (35)	249 (14)	p<0,0001	t ₄₇ =16,115
Loc7f	/b p/	219 (36)	235 (18)	p=0,0467	t ₅₂ =2,038
	/d t/	217 (35)	244 (7)	p<0,0001	t ₄₀ =5,433
	/g k/	211 (35)	277 (6)	p<0,0001	t ₃₉ =5,844
Loc8f	/b p/	225 (22)	283 (15)	p=0,0178	t ₃₅ =2,487
	/d t/	230 (14)	248 (3)	p=0,7374	t ₁₅ =0,342

	/g k/	220 (27)	327 (9)	p<0,0001	t ₃₄ =4,448
Loc9f	/b p/	228 (35)	239 (14)	p=0,0030	t ₄₇ =3,134
	/d t/	221 (36)	269 (10)	p=0,0067	t ₄₄ =2,844
	/g k/	219 (36)	241 (10)	p<0,0001	t ₄₄ =6,260
Loc10f	/b p/	225 (36)	271 (13)	p=0,0001	t ₄₇ =4,173
	/d t/	225 (30)	286 (7)	p=0,0108	t ₃₅ =2,691
	/g k/	224 (35)	255 (7)	p=0,0001	t ₄₀ =4,264
Loc11f	/b p/	230 (36)	356 (8)	p=0,0001	t ₄₂ =4,200
	/d t/	217 (31)	238 (9)	p<0,0001	t ₃₈ =5,635
	/g k/	219 (28)	243 (11)	p<0,0001	t ₃₇ =5,543

Tableau 117 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des moyennes de F0 des voyelles V /a i u/ précédées des consonnes C françaises /b d g p t k/ produites par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄.

Les locutrices taiwanaises : Etude globale

Couples de consonnes précédant les voyelles	Nombre	F0 moyen de la voyelle après l'occlusive voisée (Hz)	F0 moyen de la voyelle après l'occlusive sourde (Hz)	valeur de p	valeur de t
/b p/	/b/ = 328 /p/ = 232	212,3	251,5	p<0,0001	t ₅₅₈ =8,065
/d t/	/d/ = 288 /t/ = 132	211,7	292,4	p<0,0001	t ₄₁₈ =10,421
/g k/	/g/ = 301 /k/ = 138	211,1	248,9	p<0,0001	t ₄₃₇ =8,150

Tableau 118 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des valeurs de F0 au début des voyelles V françaises (/a i u/) suivant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices taiwanaises

F0 au début de la voyelle : distinction des locutrices taiwanaises

Locutrices	Couples de consonnes précédant les voyelles	F0 moyenne des voyelles après une consonne voisée	F0 moyenne des voyelles après une consonne sourde	valeur de p	valeur de t
Loc1t	/b p/	205,2	247,4	p=0,0075	t ₄₂ =2,812
	/d t/	214,9	240,5	p<0,0001	t ₃₁ =5,269
	/g k/	220,6	247,6	p=0,0377	t ₅₅ =2,130
Loc2t	/b p/	234,5	320,1	p<0,0001	t ₅₆ =4,624
	/d t/	226,9	384,0	p<0,0001	t ₄₄ =6,574
	/g k/	224,8	298,3	p<0,0001	t ₄₁ =4,831
Loc3t	/b p/	214,0	233,3	p<0,0001	t ₅₈ =4,956
	/d t/	215,8	275,4	p=0,0014	t ₄₂ =3,427
	/g k/	213,0	242,5	p<0,0001	t ₆₀ =9,200
Loc4t	/b p/	209,5	301,8	p<0,0001	t ₆₄ =6,843
	/d t/	201,5	334,8	p<0,0001	t ₄₉ =6,155
	/g k/	187,6	327,2	p<0,0001	t ₄₀ =7,518
Loc5t	/b p/	171,1	204,8	p=0,1366	t ₂₈ =1,533
	/d t/	171,0	232,0	p=0,1709	t ₁₅ =1,438

	/g k/	193,4	340,6	p=0,0291	t ₁₉ =2,361
Loc6t	/b p/	210,8	235,2	p=0,0699	t ₅₁ =1,851
	/d t/	205,1	311,8	p=0,0002	t ₄₆ =4,091
	/g k/	207,1	219,0	p=0,1213	t ₃₇ =1,586
Loc7t	/b p/	212,6	232,1	p=0,1520	t ₄₂ =1,459
	/d t/	211,8	223,0	p=0,0422	t ₂₈ =2,129
	/g k/	219,5	231,0	p=0,0159	t ₃₇ =2,527
Loc8t	/b p/	220,2	214,3	p=0,0741	t ₆₂ =1,817
	/d t/	218,4	217,8	p=0,8459	t ₄₀ =0,196
	/g k/	212,4	226,6	p=0,1000	t ₄₀ =1,684
Loc9t	/b p/	244,5	251,8	p=0,7556	t ₄₃ =0,313
	/d t/	260,3	316,1	p=0,1255	t ₃₇ =1,567
	/g k/	238,2	242,7	p=0,6519	t ₁₉ =0,458
Loc10t	/b p/	190,0	234,8	p=0,0023	t ₄₇ =3,219
	/d t/	181,7	218,8	p<0,0001	t ₃₅ =6,359
	/g k/	209,0	230,6	p=0,0042	t ₃₅ =3,059
Loc11t	/b p/	202,8	262,0	p=0,0060	t ₄₅ =2,886
	/d t/	203,3	464,6	p<0,0001	t ₃₁ =14,280
	/g k/	209,1	218,0	p=0,0567	t ₃₄ =1,972

Tableau 119 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des moyennes de F0 des voyelles V /a i u/ précédées des consonnes C françaises /b d g p t k/ produites par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄.

Document 32 : Tableaux pour le Chapitre 3. Huitième partie – Analyse de la voyelle précédente : mesures de F0

Quantification des occurrences exploitables

Locutrices	b	d	g	p	t	k	Total
Loc1f	36 (-7)	36	36	36 (-2)	35	36	215
Loc2f	35	36	36	21	35	29	192
Loc3f	36	36	36	30	36	31	205
Loc4f	36 (-7)	35	36	36 (-6)	36	36	215
Loc5f	36	36	36	35	36	32	211
Loc6f	36	36	36	36	36	36	216
Loc7f	36	36	36	36	36	33	213
Loc8f	36	36	36	35	34	33	210
Loc9f	36	36	36	36	36	35	215
Loc10f	36	36	36	35 (-1)	35	33	211
Loc11f	36	36	36	36	36	31	211
Total	395 (-14)	395	396	372 (-9)	391	365	2314

Tableau 120 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.

Locutrices	b	d	g	p	t	k	Total
Loc1t	36	36	34	34	35	34	209
Loc2t	36	36	36	36	35	34	213
Loc3t	36	36	36	36	36	32	212
Loc4t	35	35	36	36	36	30	208
Loc5t	31	35	28	33	34	33	194
Loc6t	35	36	36	36	35	34	212
Loc7t	36	36	33	33	36	35	209
Loc8t	36 (-1)	36	36	36	36	36	216
Loc9t	34	33	36	34	33	33	203
Loc10t	36 (-1)	36	33 (-1)	36	36 (-1)	35	212
Loc11t	36	36	35	36	35	29	207
Total	387 (-2)	391	379 (-1)	386	387 (-1)	365	2295

Tableau 121 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices taiwanaïses (Loc1t à Loc11t). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.

Les voyelles concernées

	b			d			g			p			t			k		
	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u
Loc1f	12 (-3)	12 (-2)	12 (-2)	12	12	12	12	12	12	12 (-1)	12	12 (-1)	11	12	12	12	12	12
Loc2f	11	12	12	12	12	12	12	12	12	1	8	12	11	12	12	10	9	10
Loc3f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	6	12	12	12	12	12	12	7	12
Loc4f	12 (-2)	12 (-2)	12 (-3)	11	12	12	12	12	12	12 (-1)	12 (-3)	12 (-2)	12	12	12	12	12	12
Loc5f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	11	11	10
Loc6f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Loc7f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	10
Loc8f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	10	12	12	11	11	11
Loc9f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12
Loc10f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12 (-1)	12	11	12	12	12	9	12
Loc11f	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	9
Total	131 (-5)	132 (-4)	132 (-5)	131	132	132	132	132	132	112 (-2)	128 (-4)	132 (-3)	127	132	132	125	118	122

Tableau 122 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.

	b			d			g			p			t			k		
	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u	a	i	u
Loc1t	12	12	12	12	12	12	12	11	11	10	12	12	11	12	12	12	10	12
Loc2t	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	10	12
Loc3t	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	10	12
Loc4t	11	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	7	12
Loc5t	8	11	12	11	12	12	12	4	12	10	11	12	11	11	12	11	10	12
Loc6t	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	11	11
Loc7t	12	12	12	12	12	12	12	10	11	9	12	12	12	12	12	12	12	11
Loc8t	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

			(-1)															
Loc9t	10	12	12	10	11	12	12	12	12	11	11	12	10	11	12	10	11	12
Loc10t	12	12	12 (-1)	12	12	12	12	10	11 (-1)	12	12	12	12 (-1)	12	12	12	11	12
Loc11t	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	11	11	10	8
Total	124	131	132 (-2)	129	131	131	132	118	129 (-1)	124	130	132	128 (-1)	128	131	125	114	126

Tableau 123 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.

Mesures de F0 précédant les occlusives sourdes et sonores : Mesure globale de la F0 en fin de voyelle : Locutrices françaises : mesure globale de la F0 en fin de voyelle

Couples de consonnes	Nombre	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
/b p/	devant /b/ = 381 devant /p/ = 363	223	232	p=0,0008	t ₇₄₂ =3,384
/d t/	devant /d/ = 395 devant /t/ = 391	220	236	p<0,0001	t ₇₈₄ =6,370
/g k/	devant /g/ = 396 devant /k/ = 365	218	234	p<0,0001	t ₇₅₉ =6,396

Tableau 124 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : p<0,05) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles V françaises (/a i u/) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices françaises

Locutrices taiwanaises : mesure globale de la F0 en fin de voyelle

Couples de consonnes	Nombre	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
/b p/	devant /b/ = 385 devant /p/ = 386	203	210	p=0,0116	t ₇₆₉ =2,529
/d t/	devant /d/ = 391 devant /t/ = 386	199	213	p<0,0001	t ₇₇₅ =4,840
/g k/	devant /g/ = 378 devant /k/ = 365	200	213	p<0,0001	t ₇₄₁ =4,555

Tableau 125 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : p<0,05) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles V françaises (/a i u/) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices taiwanaises

Locutrices françaises : mesures de F0 en fin de voyelle en fonction de la voyelle /a i u/

Couples de consonnes	voyelles	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
/b p/	/a/	219	221	p=0,6874	t ₂₃₄ =0,403
	/i/	226	238	p=0,0093	t ₂₅₀ =2,620
	/u/	224	236	p=0,0186	t ₂₅₄ =2,368
/d t/	/a/	213	228	p<0,0001	t ₂₅₆ =4,144
	/i/	218	237	p=0,0001	t ₂₆₂ =3,919
	/u/	227	243	p=0,0012	t ₂₆₂ =3,271
/g k/	/a/	214	227	p=0,0006	t ₂₅₅ =3,468
	/i/	218	233	p=0,0008	t ₂₄₈ =3,402

	/u/	221	243	p<0,0001	t ₂₅₂ =4,266
--	-----	-----	-----	----------	-------------------------

Tableau 126 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V = /a i u/ précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices françaises

Locutrices taiwanaises : mesures de F0 en fin de voyelle en fonction de la voyelle /a i u/

Couples de consonnes	voyelles	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
/b p/	/a/	199	206	p=0,1236	t ₂₄₆ =1,545
	/i/	207	214	p=0,1809	t ₂₅₉ =1,342
	/u/	201	209	p=0,1275	t ₂₆₀ =1,529
/d t/	/a/	194	208	p=0,0039	t ₂₅₄ =2,912
	/i/	197	211	p=0,0022	t ₂₅₇ =3,093
	/u/	206	218	p=0,0153	t ₂₆₀ =2,442
/g k/	/a/	196	214	p=0,0002	t ₂₅₅ =3,716
	/i/	201	208	p=0,1084	t ₂₃₀ =1,612
	/u/	202	216	p=0,0126	t ₂₅₂ =2,512

Tableau 127 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V = /a i u/ précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par 11 locutrices taiwanaises

Comportements des locutrices françaises par rapport à la différence de F0 en fin de voyelle devant une occlusive voisée ou non-voisée

Locutrices	Paires de consonnes	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
Loc1f	/b p/	208	221	p=0,0170	t ₆₁ =2,454
	/d t/	216	228	p=0,0404	t ₆₉ =2,089
	/g k/	210	222	p=0,0415	t ₇₀ =2,077
Loc2f	/b p/	210	215	p=0,2814	t ₅₄ =1,088
	/d t/	204	221	p<0,0001	t ₆₉ =5,046
	/g k/	200	214	p<0,0001	t ₆₃ =4,722
Loc3f	/b p/	256	322	p=0,0004	t ₆₄ =3,739
	/d t/	264	317	p=0,0037	t ₇₀ =3,007
	/g k/	266	310	p=0,0146	t ₆₅ =2,509
Loc4f	/b p/	227	223	p=0,4856	t ₅₇ =0,702
	/d t/	217	227	p=0,0034	t ₆₉ =3,032
	/g k/	220	231	p=0,0024	t ₇₀ =3,153
Loc5f	/b p/	235	243	p=0,1119	t ₆₉ =1,610
	/d t/	228	236	p=0,1704	t ₇₀ =1,385
	/g k/	227	237	p=0,1255	t ₆₆ =1,552
Loc6f	/b p/	196	219	p<0,0001	t ₇₀ =5,237
	/d t/	199	220	p<0,0001	t ₇₀ =4,261
	/g k/	198	209	p=0,0098	t ₇₀ =2,655
Loc7f	/b p/	215	221	p=0,2712	t ₇₀ =1,109
	/d t/	214	228	p=0,0010	t ₇₀ =3,447
	/g k/	212	231	p<0,0001	t ₆₇ =6,513
Loc8f	/b p/	228	236	p=0,2957	t ₆₉ =1,054
	/d t/	219	242	p=0,0027	t ₆₈ =3,114
	/g k/	218	248	p<0,0001	t ₆₇ =4,142
Loc9f	/b p/	221	218	p=0,3360	t ₇₀ =0,969
	/d t/	216	222	p=0,0567	t ₇₀ =1,937

	/g k/	213	223	p=0,0020	t ₆₉ =3,220
Loc10f	/b p/	227	233	p=0,2182	t ₆₈ =1,243
	/d t/	223	233	p=0,0287	t ₆₉ =2,235
	/g k/	222	227	p=0,2656	t ₆₇ =1,123
Loc11f	/b p/	228	221	p=0,1077	t ₇₀ =1,629
	/d t/	214	225	p=0,0119	t ₇₀ =2,583
	/g k/	213	219	p=0,1768	t ₆₅ =1,365

Tableau 128 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V (/a i u/ confondues) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ pour chacune des 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)

Valeurs de F0 en fin de voyelle devant une occlusive : comportements des locutrices taiwanaises

Locutrices	Paires de consonnes	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive voisée (Hz) (fin de voyelle)	F0 moyen de la voyelle avant l'occlusive sourde (Hz) (fin de voyelle)	valeur de p	valeur de t
Loc1t	/b p/	217	219	p=0,7771	t ₆₈ =0,284
	/d t/	215	227	p=0,1402	t ₆₉ =1,492
	/g k/	216	230	p=0,1199	t ₆₆ =1,576
Loc2t	/b p/	224	238	p=0,0745	t ₇₀ =1,810
	/d t/	221	232	p<0,0001	t ₆₉ =6,362
	/g k/	219	229	p<0,0001	t ₆₈ =6,009
Loc3t	/b p/	219	233	p=0,1517	t ₇₀ =1,810
	/d t/	223	235	p=0,1719	t ₇₀ =1,380
	/g k/	222	230	p=0,3065	t ₆₆ =1,031
Loc4t	/b p/	199	223	p=0,0011	t ₆₉ =3,419
	/d t/	186	230	p<0,0001	t ₆₉ =7,836
	/g k/	184	226	p<0,0001	t ₆₄ =7,533
Loc5t	/b p/	155	157	p=0,4250	t ₆₂ =0,803
	/d t/	152	159	p=0,0003	t ₆₇ =3,769
	/g k/	153	163	p<0,0001	t ₅₉ =4,708
Loc6t	/b p/	210	210	p=0,9805	t ₆₉ =0,025
	/d t/	212	220	p=0,4660	t ₆₉ =0,733
	/g k/	209	220	p=0,2426	t ₆₈ =1,179
Loc7t	/b p/	186	195	p=0,0678	t ₆₇ =1,856
	/d t/	183	195	p=0,0117	t ₇₀ =2,588
	/g k/	187	207	p=0,0962	t ₆₆ =1,688
Loc8t	/b p/	188	182	p=0,0992	t ₆₉ =1,671
	/d t/	184	182	p=0,7450	t ₇₀ =0,327
	/g k/	182	184	p=0,5358	t ₇₀ =0,622
Loc9t	/b p/	203	197	p=0,3103	t ₆₆ =1,022
	/d t/	198	204	p=0,2765	t ₆₄ =1,098
	/g k/	196	206	p=0,1464	t ₆₇ =1,469
Loc10t	/b p/	209	231	p=0,1223	t ₆₉ =1,564
	/d t/	207	230	p=0,0699	t ₆₉ =1,841
	/g k/	212	233	p=0,1315	t ₆₅ =1,527
Loc11t	/b p/	211	219	p=0,4282	t ₇₀ =0,797
	/d t/	210	222	p=0,2443	t ₆₉ =1,174
	/g k/	210	215	p=0,6071	t ₆₂ =0,517

Tableau 129 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V (/a i u/ confondues) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ pour chacune des 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t)

Document 33 : Tableaux pour le CHAPITRE IV – Conclusion – Synthèse des résultats

Synthèse globale des analyses acoustiques

		Françaises	Taiwanaises
/b d g/	VOT (initial)	VOT moyen négatif /b g/ = VOT différent selon la voyelle : VOT avec /a/ plus court qu'avec les voyelles fermées /i u/ (excepté entre /a u/ pour /g/) /d/ = pas d'influence globale de la voyelle	/b d/ : VOT moyen négatif (plus court que les natives) /g/ : VOT moyen positif (différent des natives) /b d g/ = pas d'influence de la voyelle
	V-ratio	>95% en position 2 et 3 Entre 85% et 95% en position 4 /b/ (en position intervocalique) = influence globale de la voyelle (plus grand avec /i/ qu'avec /u/) /d g/ = pas d'influence globale de la voyelle	/b d/ entre 70% et 80% en positions 2 et 3 /b d/ entre 65% et 70 en position 4 /g/ entre 50% et 65% /b d g/ = taux moyen plus bas que les natives /b d g/ = pas d'influence globale de la voyelle
	V-pattern	Si v-ratio <100%, la perte se fait sur le dernier tiers de la consonne /g/ et position finale = perte de voisement la plus importante	Plusieurs schémas : -régularité de la présence (élevée) de voisement -diminution progressive (donc moins de voisement à la fin) - peu de voisement dès le début et tendance à la baisse /g/ et position finale : pertes de voisement les plus importantes
/p t k/	VOT (initial)	VOT moyen positif VOT différent selon la voyelle = VOT avec /a/ plus court qu'avec les voyelles fermées /i u/ VOT plus court que non-natives	VOT moyen positif VOT plus long que voisées VOT plus long que natives /p t k/ VOT différent selon la voyelle : plus petit avec /a/
	V-ratio	Inférieur à 1/3 de la durée de la consonne, plus bas en finale /p t/ (dans toutes les positions) = influence globale de la voyelle = v-ratio avec /a/ plus petit qu'avec /i u/ (sauf pos.2 pas de différence /a u/) /k/ (en position 3) = influence globale de la voyelle = v-ratio avec /a/ plus petit qu'avec /i u/	Inférieur à 1/4 de la durée de la consonne, plus bas en finale /p t/ = influence de la voyelle en position intervocalique = v-ratio avec /a/ plus petit qu'avec /i u/ (sauf /p/ entre /a u/) /k/ = pas d'influence de la voyelle /p t k/ (position finale) = pas de différence en fonction de la voyelle
	V-pattern	/p t k/ = présence de voisement sur le premier tiers de la consonne où il peut atteindre les 100% Chute importante (sauf Loc3t) sur le deuxième tiers. Le dernier tiers a le taux le plus bas. /k/ et position finale = moyennes les plus basses	Voisement surtout présent sur le premier tiers Perte de voisement dès le deuxième tiers jusqu'à une absence quasi-totale sur le dernier tiers (sauf /p/ de Loc9t)

Tableau 130 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de VOT, v-ratio et v-pattern des occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises

		Françaises	Taiwanaises
/b d g/ /p t k/	Durée de la consonne	Plus courte pour les sonores que pour les sourdes Plus courte chez les natives que chez les non-natives	
	Durée de la phase d'occlusion		

Tableau 131 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de durée des occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises

		Françaises	Taiwanaises
/b d g/	Durée voyelle précédente	Plus longue que devant une occlusive sourde	
	F0 fin de voyelle précédente	Moins élevée que devant l'occlusive sourde correspondante (sauf en coarticulation avec /a/ pour la paire /b p/)	/b p/ = pas de différence /d t/ = Moins élevée que devant l'occlusive sourde correspondante (sauf pour /i/ devant la paire /g k/)
	F0 début voyelle suivante	Moins d'occurrences de voyelles dévoisées au début qu'après une occlusive sourde Moins élevée qu'après l'occlusive sourde correspondante	
/p t k/	Durée voyelle précédente	Plus courte que devant une occlusive voisée.	Plus courte que devant une occlusive voisée.
	F0 fin de voyelle précédente	Plus élevée que devant l'occlusive voisée correspondante (sauf en coarticulation avec /a/ pour la paire /b p/)	/p/= pas de différence avec /b/ /d t/ = Plus élevée que devant l'occlusive voisée correspondante (sauf avec /i/ pour /g k/)
	F0 début voyelle suivante	Plus de voyelles dévoisées au début qu'après une occlusive voisée (plus souvent /i/ et moins /a/, sauf après /p/ où /u/ est moins dévoisé) Plus élevée qu'après l'occlusive voisée correspondante	

Tableau 132 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de durée de la voyelle précédente, de F0 à la fin de la voyelle précédente et de F0 au début de la voyelle suivante relativement aux occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises

Profil type d'une native

Paramètres	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	Pas de différence entre les natives	Pas de différence entre les natives (excepté pour /t/ où durée pour Loc4f > durée pour Loc3f)	Les 3 locutrices font la différence entre sourdes et sonores
V-ratio	Taux proche de 100%, légèrement plus bas pour Loc4f, Loc8f et Loc11f	Taux bas, mais plus élevé pour Loc4f, Loc9f, Loc1f, Loc3f et Loc7f (inférieur à 40%)	Toutes les locutrices opposent les sourdes et les sonores
V-pattern	Si le v-ratio n'est pas à 100%, la perte de voisement se fait sur le dernier tiers (2 premiers à 100%) Perte de voisement plus importante sur le dernier tiers en position finale et avec /g/	La présence du voisement est essentiellement sur le premier tiers (jusqu'à 100%) Excepté pour Loc3f, la plupart du voisement disparaît sur le deuxième tiers (inférieur à 40% et même souvent à 20%) Pour toutes, cela diminue encore et il ne reste que peu	

		de voisement sur le dernier tiers Les taux sont plus bas en position finale et avec /k/	
F0 au début du relâchement	environ deux tiers des occlusives ou plus ont une F0 au début du relâchement (Loc1f, Loc2f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc9f, Loc10f et Loc11f (sauf pour /g/)). Exceptions : plus de la moitié des occurrences n'ont pas cette présence de F0 au début du relâchement (Loc4f, Loc8f + Loc3f (moins d'occurrences sans F0 que les 2 premiers) et Loc11f (pour /g/)). Ceci est plus fréquent pour le /g/.	moins de 2 occurrences (max = 48) par locutrice, excepté pour Loc4f (5 occurrences)	
Durée de l'occlusion	plus longue pour la sourde que pour la voisée 3 locutrices opposent toujours les 2 : Loc5f, Loc6f, loc10f 2 locutrices opposent /d t/ et /g k/ : Loc4f, Loc8f et Loc11f 1 locutrice oppose /b p/ et /d t/ : Loc2t 6 locutrices n'opposent qu'une paire (/b p/ ou /d t/) : Loc1f, Loc4f, Loc7f, Loc8f, Loc9f et Loc11f		Ces locutrices n'opposent pas : /b p/ : Loc1f, Loc3f, Loc4f, Loc8f, Loc9f et Loc11f /d t/ : Loc3f et Loc7f /g k/ : Loc1f, Loc2f, Loc3f, Loc7f et Loc9f (Loc3f n'oppose aucune paire)
Durée de la voyelle précédente			Dans le détail, toutes les locutrices françaises distinguent la durée sur au moins deux paires (seules deux locutrices ne distinguent pas devant la paire /d t/)
F0 au début de la voyelle qui suit	Plus élevée après une occlusive sourde qu'après une occlusive voisée la voyelle la plus dévoisée au début est le /i/, aussi bien pour les natives que pour les non-natives. /a/ est la voyelle la moins dévoisée, excepté en coarticulation avec /p/ où c'est la voyelle /u/ (pour les deux groupes de locutrices)		Toutes les locutrices font la distinction Excepté Loc8f pour /d t/
F0 en fin de voyelle précédente	F0 plus élevée devant une occlusive sourde que devant une occlusive voisée		3 locutrices font toujours la différence : Loc1f, Loc3f, Loc6f 1 locutrice ne la fait jamais : Loc5f

Tableau 133 : Synthèse des résultats individuels des 11 locutrices françaises ayant enregistré les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec C = /b p d t g k/ et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

Profils des locutrices taïwanaises pour la réalisation du voisement des occlusives orales du français

1. Synthèse des résultats par locutrice taïwanaise

a. Loc1t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	Négatif pour /b d/ Positif pour /g/ Identique à 3 natives pour /b/, à 2 natives pour /d/ et différent pour /g/	VOT positif Identique aux trois natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
V-ratio	un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/	Voise le plus parmi les Taïwanaises Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	le murmure de voisement diminue en fin de consonne	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Sur moins de la moitié des consonnes (mais plus que sur des sourdes)	Pas d'occurrence	
Durée totale des consonnes	/b d g/ : comme des Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	/p k/ : comme les Françaises (parmi les longs) /t/ : comme les Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	
Durée de l'occlusion		/d t/ : plus longue pour la sourde /g k/ : plus longue pour la sourde	/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
Durée de la voyelle précédente		Plus longue devant voisée	/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 au début de la consonne qui suit		Plus haute après une sourde	/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
F0 en fin de voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 134 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc1t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C = /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

b. Loc2t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	Négatif pour /b d g/ Plus long que 2 natives pour /d/ et que 3 natives et que toutes les locutrices taïwanaises pour /g/	VOT positif Plus long que les natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
V-ratio	Similaire à des natives	Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	Similaire aux natives	Similaire aux natives	
F0 au début du relâchement	Sur toutes les consonnes (ou presque) – comme des natives	Pas ou peu d'occurrences	

Durée totale des consonnes	/b d g/ : comme des Françaises (parmi les longs)	/p t k/ : comme les Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente	Plus longue devant voisée		/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 au début de la consonne qui suit	Plus haute après une sourde		
F0 en fin de voyelle précédente	/d t/ : F0 plus haute devant /t/ /g k/ : F0 plus haute devant /k/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction

Tableau 135 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc2t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

c. Loc3t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT			
V-ratio	Similaire à des natives	Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern		Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Sur toutes les consonnes (ou presque) – comme des natives	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b d/ : comme des Françaises (parmi les longs) /g/ : comme des Françaises (durée intermédiaire ou courte)	/p t k/ : comme les Françaises (parmi les longs)	
Durée de l'occlusion	/b p/ : plus longue pour la sourde /d t/ : plus longue pour la sourde /g k/ : plus longue pour la sourde		/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
Durée de la voyelle précédente	Plus longue devant voisée		
F0 au début de la consonne qui suit	Plus haute après une sourde		
F0 en fin de voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 136 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc3t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

d. Loc4t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	Négatif pour /b d g/ Plus long que les natives pour /b d/ Identique aux natives pour /g/	VOT positif Identique aux natives pour /b/ Identique à 2 natives et plus long que 1 native pour /d/ Plus long que les natives pour /g/	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
V-ratio	Similaire à des natives	Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	Similaire aux natives	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Sur toutes les consonnes (ou presque) – comme des natives	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b d/ : plus longs que les Françaises /g/ : comme les Françaises (parmi les longs)	/p t k/ : plus longs que les Françaises	
Durée de l'occlusion		/b p/ : plus longue pour la sourde /d t/ : plus longue pour la sourde /g k/ : plus longue pour la sourde	
Durée de la voyelle précédente		Plus longue devant voisée	
F0 au début de la consonne qui suit		F0 plus haute après une sourde	/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 en fin de voyelle précédente		F0 plus haute avant une sourde	

Tableau 137 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc4t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

e. Loc5t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique aux natives pour /p t/ Identique à 2 natives et plus long que 1 native pour /k/	Les moyennes de VOT de /b p/ et /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /d t/
V-ratio	absence de voisement	Voise le moins des Taïwanaises Pas de différence avec certaines natives	pas de différence de v-ratio pour /b p/, /d t/ et /g k/
V-pattern	ne produit pas ou peu de murmure de voisement sur ces consonnes	Le murmure de voisement est en début de consonne (quand il y en a)	
F0 au début du relâchement	Pas d'occurrences	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b g/ : comme des Françaises (parmi les longs) /d/ : plus long que les	/p t k/ : comme les Françaises (parmi les longs)	

	Françaises		
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente			
F0 au début de la consonne qui suit	/g k/ : F0 plus haute après /k/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : distinction
F0 en fin de voyelle précédente	/d t/ : F0 plus haute devant /t/ /g k/ : F0 plus haute devant /k/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction

Tableau 138 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc5t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

f. Loc6t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT			
V-ratio	Similaire à des natives	Voise le plus parmi les Taïwanaises Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	Similaire aux natives	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Sur toutes les consonnes (ou presque) – comme des natives	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b d g/ : comme des Françaises (parmi les longs)	/p t k/ : comme les Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente			
F0 au début de la consonne qui suit	/d t/ : F0 plus haute après /t/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : pas de distinction
F0 en fin de voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 139 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc6t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

g. Loc7t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique à 2 natives et plus court que 1 autre pour /p t/ Identique aux natives pour /k/	Les moyennes de VOT de /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /b p/ et /d t/
V-ratio	voisement aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/	Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	Murmure de voisement généralement élevé en début de consonne mais perd presque tout en fin de consonne	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Peu ou pas d'occurrences	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b g/ : comme des Françaises (parmi les longs) /d/ : plus long que les Françaises	/p t k/ : comme les Françaises (parmi les longs)	
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente	Plus longue devant voisée		/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 au début de la consonne qui suit	/d t/ : F0 plus haute après /t/ /g k/ : F0 plus haute après /k/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 en fin de voyelle précédente	/d t/ : F0 plus haute devant /t/		/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 140 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc7t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

h. Loc8t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	VOT positif Différent des natives	VOT positif Identique à 2 natives et plus court que une autre pour /p t/ Identique à 2 natives et plus court que une autre pour /k/	Aucune différence de moyenne de VOT entre sourdes et sonores
V-ratio	absence de voisement	Pas de différence avec certaines natives	pas de différence de v-ratio pour /b p/ V-ratio de /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	ne produit pas ou peu de murmure de voisement sur ces consonnes	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du	Peu ou pas d'occurrences	Pas ou peu d'occurrences	

relâchement			
Durée totale des consonnes	/b d g/ : plus longs que les Françaises	/p t/ : plus longs que les Françaises /k/ : comme les Françaises (parmi les longs)	
Durée de l'occlusion		/d t/ : plus longue pour la sourde	/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
F0 au début de la consonne qui suit			
F0 en fin de voyelle précédente			

Tableau 141 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc8t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

i. Loc9t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	VOT positif Différent des natives	VOT positif Plus long que les natives Plus long que toutes les locutrices taïwanaises pour /k/	Les moyennes de VOT de /d t/ et /g k/ sont significativement différentes Pas de différence de moyenne de VOT entre /b p/
V-ratio	voisement aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/	Voise le plus parmi les Taïwanaises Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	Murmure de voisement généralement élevé en début de consonne (sauf parfois /g/) mais perd presque tout en fin de consonne	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Peu ou pas d'occurrences	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b d/ : plus longs que les Françaises /g/ : comme les Françaises (parmi les longs)	/p/ : comme les Françaises (parmi les longs) /t k/ : comme les Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	
Durée de l'occlusion		/d t/ : plus longue pour la voisée	/b p/ : pas de distinction /d t/ : distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente		/g k/ : voyelle plus longue devant /k/	/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : distinction
F0 au début de la consonne			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction

qui suit		/g k/ : pas de distinction
F0 en fin de voyelle précédente		

Tableau 142 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc9t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

j. Loc10t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT			
V-ratio	un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/	Voise le plus parmi les Taïwanaises Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	le murmure de voisement diminue en fin de consonne	Le murmure de voisement est en début de consonne	
F0 au début du relâchement	Sur moins de la moitié des consonnes (mais plus que sur des sourdes)	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b d g/ : comme des Françaises (parmi les longs)	/p k/ : comme les Françaises (parmi les longs) /t/ : comme les Françaises (durées intermédiaires ou courtes)	
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente			
F0 au début de la consonne qui suit	F0 plus haute après une sourde		/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : distinction
F0 en fin de voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 143 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc10t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

k. Loc11t

Paramètre	occlusives voisées	occlusives sourdes	Distinction sourdes/sonores
VOT	VOT négatif Plus long que les natives pour /b/ Identique à deux natives et plus court que la troisième pour /d/ Plus court que les natives pour /g/	VOT positif Plus long que les natives	Les moyennes de VOT de /b p/, /d t/ et /g k/ sont toutes significativement différentes
V-ratio	un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/	Pas de différence avec certaines natives	V-ratio de /b p/, /d t/ et /g k/ significativement différents
V-pattern	le murmure de voisement diminue en fin de consonne	Le murmure de voisement est en début de consonne	

F0 au début du relâchement	Sur moins de la moitié des consonnes (mais plus que sur des sourdes)	Pas ou peu d'occurrences	
Durée totale des consonnes	/b/ : comme des Françaises (parmi les longs) /d g/ : plus long que les Françaises	/p/ : plus long que les Françaises /t k/ : comme les Françaises (parmi les longs)	
Durée de l'occlusion			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction
Durée de la voyelle précédente	/b p/ : voyelle plus longue devant /b/ /g k/ : voyelle plus longue devant /g/		/b p/ : distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : distinction
F0 au début de la consonne qui suit	/b p/ : F0 plus haute après /p/ /d t/ : F0 plus haute après /t/		/b p/ : distinction /d t/ : distinction /g k/ : pas de distinction
F0 en fin de voyelle précédente			/b p/ : pas de distinction /d t/ : pas de distinction /g k/ : pas de distinction

Tableau 144 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc11t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente

Profils des locutrices taïwanaises pour la réalisation du voisement des occlusives orales du français

2. Classement par paramètre

a. Classement des locutrices relativement aux résultats des paramètres acoustiques liés au murmure de voisement

1	Loc2t et Loc3t	VOT : Loc2t : (VOT négatif (voisées), VOT positif (sourdes), différence sourdes/sonores) (Loc3t non analysée) V-ratio : (voisement parfaitement maîtrisé) Pas de différence avec les natives F0 au moment du relâchement : présent pour toutes les voisées
2	Loc4t et Loc6t	VOT : Loc4t : (VOT négatif (voisées), VOT positif (sourdes), différence sourdes/sonores) (Loc6t non analysée) V-ratio : (voisement très bien maîtrisé, mais quelques occurrences avec moins de voisement qu'attendu) Pas de différence avec les natives F0 au moment du relâchement : présent pour toutes les voisées
3	Loc1t, Loc10t et Loc11t	VOT : Loc1t, Loc11t : (VOT négatif (voisées), VOT positif (sourdes), différence sourdes/sonores) (Loc10t non analysée) V-ratio : un voisement mieux maîtrisé pour /b d/ mais plus aléatoire sur /g/ V-pattern : le voisement diminue en fin de consonne (dernier tiers) F0 au moment du relâchement : présent sur moins de la moitié des consonnes (mais plus que sur des sourdes)
4	Loc7t et Loc9t	VOT : Loc7t, Loc9t : VOT positifs (sourdes et sonores), pas toujours de différence entre sourdes et sonores V-ratio : un voisement assez aléatoire pour /b d/ ou absent pour /g/ V-pattern : perte de la quasi-totalité du voisement en fin de consonne (dernier tiers) F0 au moment du relâchement : peu ou pas d'occurrences

5	Loc5t et Loc8t	VOT : Loc5t, Loc8t : VOT positifs (sourdes et sonores), Loc5t : pas toujours de différence entre sourdes et sonores, Loc8t : pas de différence entre sourdes et sonores V-ratio : absence de voisement pas de différence de taux de voisement entre sourdes et sonores pour toutes les paires (Loc5t) ou pour la paire /b p/ (Loc8t) F0 au moment du relâchement : peu ou pas d'occurrences
----------	----------------	--

Tableau 145 : Classement par groupes de 1 à 5 des locutrices taiwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec les indices liés au murmure de voisement (VOT, v-ratio, v-pattern et présence de F0 au début du relâchement) des occlusives françaises /b d g p t k/

b. Autres paramètres utilisés pour opposer sourdes et sonores par les locutrices taiwanaises

1	Loc3t et Loc4t	Durée de la phase d'occlusion : distinguent toujours (sourdes plus longues)
2	Loc1t et Loc8t	Durée de la phase d'occlusion : Distinguent /d t/ et /g k/ (sauf Loc8t) (sourdes plus longues) mais pas /b p/
3	Loc2t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc10t et Loc11t	Durée de la phase d'occlusion : ne distinguent pas
4	Loc9t	Durée de la phase d'occlusion : inverse le rapport (voisée plus longue pour la paire /d t/ ou ne distingue pas)

Tableau 146 : Classement par groupes de 1 à 4 des locutrices taiwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la durée de l'occlusion des occlusives françaises /b d g p t k/

1	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc7t	Durée de la voyelle précédente : distinguent toujours (plus longue devant voisée)
2	Loc11t	Durée de la voyelle précédente : distingue devant /b p/ et /g k/ (plus longue devant voisée) mais pas devant /d t/
3	Loc5t, Loc6t, Loc8t et Loc10t	Durée de la voyelle précédente : ne distinguent pas
4	Loc9t	Durée de la voyelle précédente : ne distingue pas ou inverse le rapport (plus longue devant sourde pour /g k/)

Tableau 147 : Classement par groupes de 1 à 4 des locutrices taiwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la durée de la voyelle précédant les occlusives françaises /b d g p t k/

1	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc10t	F0 au début de la voyelle qui suit : distinguent toujours (plus haute après une sourde)
2	Loc5t, Loc6t, Loc7t et Loc11t	F0 au début de la voyelle qui suit : distinguent parfois Loc5t : pas pour /b p et /d t/ Loc6t : pas pour /b p/ et /g k/ Loc7t/ : pas pour /b p/ Loc11t : pas pour /g k/
3	Loc8t et Loc9t	F0 au début de la voyelle qui suit : ne distinguent pas

Tableau 148 : Classement par groupes de 1 à 3 des locutrices taiwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la F0 au début de la voyelle suivant les occlusives françaises /b d g p t k/

1	Loc4t	F0 à la fin de la voyelle précédente : distingue toujours
2	Loc2t, Loc5t et Loc7t	F0 à la fin de la voyelle précédente : distinguent /d t/ et /g k/ (sauf Loc7t) mais pas /b p/
3	Loc1t, Loc3t, Loc6t, Loc8t, Loc9t, Loc10t et Loc11t	F0 à la fin de la voyelle précédente : ne distinguent pas

Tableau 149 : Classement par groupes de 1 à 3 des locutrices taiwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la F0 en fin de voyelle précédant les occlusives françaises /b d g p t k/

Profils des locutrices taïwanaises pour la réalisation du voisement des occlusives orales du français

3. Classement des locutrices

a. Les locutrices avec les meilleurs distinctions

VOT	Loc1t, Loc2t, Loc4t et Loc11t (Loc3t, Loc6t et Loc10t non analysées)	Voisées: négatif (sauf /g/ de Loc1t) Sourdes: positif
V-ratio	Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t	Comme des natives (100% ou proche)
F0 au début du relâchement	Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc6t	Sur la majorité des voisées Pas sur les sourdes

Tableau 150 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le plus comme des natives les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement

Durée occlusion	Loc3t et Loc4t	Distinguent toujours (plus long pour sourdes)
Durée de la voyelle précédente	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc7t	Distinction : Plus longue devant voisée
F0 au début de la voyelle qui suit	Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc4t et Loc10t	Distinction : Plus haute après une sourde
F0 à la fin de la voyelle précédente	Loc4t	Distinction : Plus haute après une sourde

Tableau 151 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le plus comme des natives les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente

b. Les locutrices avec une distinction moyenne ou irrégulière

VOT	Loc5t, Loc7t et Loc9t (Loc3t, Loc6t et Loc10t non analysées)	VOT positifs (sourdes et sonores) Opposent certaines paires
V-ratio	Loc1t, Loc10t et Loc11t + Loc7t et Loc9t	Distinguent sourdes et sonores /b d/ voisé mais plus irrégulier sur /g/ + /b d/ irréguliers; /g/ non voisé
V-pattern	Loc1t, Loc10t et Loc11t + Loc7t et Loc9t	diminution en fin de consonne + absence de voisement en fin de consonne
F0 au début du relâchement	Loc1t, Loc10t et Loc11t	moins de la moitié des consonnes voisées Pas sur les sourdes

Tableau 152 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé partiellement les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement

Durée de l'occlusion	Loc1t et Loc8t	Distinguent /d t/ et /g k/ (sauf Loc8t) (sourdes plus longues) mais pas /b p/
Durée de la voyelle précédente	Loc11t	oppose devant /b p/ et /g k/ (plus longue devant voisée) mais pas devant /d t/
F0 au début de la voyelle qui suit	Loc5t, Loc6t , Loc7t et Loc11t	opposent parfois (pas toujours la même paire)
F0 à la fin de la voyelle précédente	Loc2t, Loc5t et Loc7t	opposent /d t/ et /g k/ (sauf Loc7t) mais pas /b p/

Tableau 153 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé partiellement les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente

c. Locutrices qui n'opposent pas ou inversent le rapport

VOT	Loc8t (Loc3t, Loc6t et Loc10t non analysées)	VOT positifs (sourdes et sonores) pas de différence entre sourdes et sonores
V-ratio	Loc5t et Loc8t	Peu de voisement pas de différence de taux de voisement entre sourdes et sonores pour : - toutes les paires (Loc5t) - pour la paire /b p/ (Loc8t)
F0 au début du relâchement	Loc5t, Loc7t, Loc8t et Loc9t	Peu ou pas d'occurrences

Tableau 154 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le moins les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement

Durée de l'occlusion	Loc2t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc10t et Loc11t + Loc9t	N'opposent pas + N'oppose pas ou inverse le rapport (plus longue pour voisée pour /d t/)
Durée de la voyelle précédente	Loc5t, Loc6t , Loc8t et Loc10t + Loc9t	Pas de différence N'opposent pas + N'oppose pas ou inverse le rapport (plus longue devant sourde pour /g k/)
F0 au début de la voyelle qui suit	Loc8t et Loc9t	Pas de différence
F0 à la fin de la voyelle précédente	Loc1t, Loc3t, Loc6t, Loc8t, Loc9t, Loc10t et Loc11t	Pas de différence

Tableau 155 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le moins les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des facteurs affectant le voisement des occlusives en influençant le débit de l'air trans-glottique (« Factors affecting voicing in stops by influencing glottal flow », Source : Ohala (1997)).	28
Tableau 2 : Valeurs de VOT en anglais des occlusives /b d g p t k/ observées par Lisker et Abramson (1964), Docherty (1992) et Klatt (1975).....	33
Tableau 3 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues sur le MC= Mandarin de Chine (R.P.C.) (MC) et le Mandarin de Taiwan (R.O.C.) (TC) pour les occlusives /p t k p ^h t ^h k ^h /.....	53
Tableau 4 : Moyennes de durée de l'aspiration (en ms.) des occlusives du chinois mandarin et de l'anglais britannique (à gauche) et pourcentage de voisement durant la phase d'occlusion de ces mêmes consonnes (à droite), pour des occlusives réalisées en position initiale de mot, mais intervocalique (source : Deterding et Nolan, 2007)	54
Tableau 5 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues des occlusives /b g p t k p ^h t ^h k ^h / du taïwanais obtenues par Iwata et al. (1979), Liao (2005) et Chiung (2001) (VT= « voicing through », non mesurable, mais négatif).....	56
Tableau 6 : Moyennes de VOT des occlusives françaises /p b t d k g/ produites par 8 locuteurs sinophones (4 hommes et 4 femmes) en position initiale (Kockaert et Li, 2008).....	74
Tableau 7 : Moyennes de VOT des occlusives /p t k p ^h t ^h k ^h / en chinois mandarin produites par 2 natifs (un homme et une femme) et des occlusives /b d g p t k/ produites en anglais par les mêmes locuteurs (Shimizu, 2011).....	78
Tableau 8 : Moyennes de VOT (ms.) obtenues pour les consonnes /p t k/ ([p ^h t ^h k ^h]) de l'anglais en position initiale par 36 locuteurs taïwanais (Chen et al., 2007).....	79
Tableau 9 : Descriptif du niveau de maîtrise du nouveau système phonologique pour chaque niveau de A1 à C2 proposé par le CECR (Conseil de l'Europe, 2001).....	83
Tableau 10 : Consignes récurrentes pour les exercices de prononciation : phonétique des manuels Connexions, Panorama et Initial relevées par Cotton (2012).....	88
Tableau 11 : Récapitulatif des manuels de FLE utilisés en Taïwan au niveau A1 en fonction des paires d'occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ introduites à ce niveau	92
Tableau 12 : Récapitulatif des nouveaux manuels de FLE des éditeurs Hachette, Clé international et Didier, présentés à Taïwan pour le niveau A1 en fonction des paires d'occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ introduites à ce niveau.....	94
Tableau 13 : Description des locutrices natives ayant enregistré le corpus PhoDiFLE, avec âge, région d'origine, période depuis laquelle elle vit en Ile-de-France, langues parlées et niveau auto-évalué (notes moyennées des compétences : oral, prononciation, compréhension, écrit, lu, évaluées de 1 à 5), ou niveau CECR.....	102
Tableau 14 : Description des 11 locutrices taïwanaises ayant enregistré le corpus PhoDiFLE, avec âge, langue maternelle indiquée, âge au début de l'apprentissage du français, nombre d'années d'apprentissage du français, nombre d'années passées en France au moment de l'enregistrement, autre pays où les locutrices ont vécu, niveau en français auto-évalué (de 1 à 5 ou affirmé pendant l'enregistrement), langues parlées et moyenne des niveaux auto-évalués pour les compétences « parlé », « prononciation » et « compris », et indication si les locutrices ont répondu vouloir prononcer le français comme des natifs.	104
Tableau 15 : nombres d'occurrences de consonnes /b d g p t k/ produites : 1) sans relâchement seulement ou 2) sans relâchement et non suivies d'un schwa, en position finale de logatome CVCVCVC où V= /a/, /i/ ou /u/ et C /b d g p t k/, avec 4 répétitions par combinaison consonne/voyelle par 11 locutrices natives du français (FR) et 11 locutrices taïwanaises en français (TW).....	110
Tableau 16 : Tableau d'évaluation avec cinq degrés d'appréciation des sons du français par catégories produits par des locutrices non-natives du français d'origine taïwanaise proposé à des évaluateurs natifs.....	113
Tableau 17 : informations sur la douzième locutrice taïwanaise évaluée en parole spontanée en français.....	114
Tableau 18 : Moyenne des évaluations nominales converties sur une échelle de 1 à 5, attribuées par 5 évaluateurs experts à 12 locutrices taïwanaises pour des enregistrements d'une minute (pauses écourtées) en fonction des catégories de sons /b d g/, /p t k/, /v z ʒ/, /f s ʃ/, /l m n ʁ/, /w j ɥ/, /i a u/, /e ε o ɔ ø œ/, /y ø œ/, /ã ã ẽ/ présentées de la plus haute à la plus basse.	118

Tableau 19 : Réponses de 5 évaluateurs experts natifs du français à propos d'enregistrements de 12 locutrices taiwanaïses non-natives s'exprimant en français en parole spontanée dans un enregistrement de 1 minute chacune (pauses écourtées), avec plusieurs remarques possibles par réponse	120
Tableau 20 : Réponses de 5 évaluateurs experts natifs du français à propos de la priorité de correction de la prononciation de 12 locutrices taiwanaïses non-natives s'exprimant en français en parole spontanée dans un enregistrement de 1 minute chacune (pauses écourtées), avec plusieurs remarques possibles par réponse	121
Tableau 21 : Note moyenne sur un barème de 1 à 10 et nombre des 5 évaluateurs ayant signalé comme prioritaire chaque élément de prononciation catégorisé dans le test d'évaluation de la prononciation de locutrices taiwanaïses pour une minute de production de parole spontanée chacune, pour les 11 locutrices taiwanaïses ayant enregistré le corpus PhoDiFLE.....	122
Tableau 22 : Tableau récapitulatif sur la construction et les conditions de passation des 3 tests d'identification des occlusives du français produites en logatome avec les voyelles /i a u/ par onze locutrices taiwanaïses non-natives du français et perçues en fonction de leur position prosodique par dix Français natifs par test.....	137
Tableau 23 : Matrice de confusion en pourcentage du nombre de réponses des occlusives françaises [b ɸ p d ɖ t g ɣ k] pour 4 réalisations différentes en coarticulation avec les voyelles /a i u/ et dans les positions prosodiques initiale, intervocalique et finale, produites par 11 locutrices taiwanaïses non-natives du français et perçues par 10 auditeurs natifs du français par position prosodique (soit 108 stimuli par test et 30 tests d'identification effectués), pour un total de 19 auditeurs différents.....	138
Tableau 24 : Note moyenne et nombre obtenus de réponses correctes ou opposées à la consonne par le trait de voisement des occlusives françaises [b ɸ p d ɖ t g ɣ k] pour 4 réalisations différentes en coarticulation avec les voyelles /a i u/ et dans les positions initiale, intervocalique et finale, produites par 11 locutrices taiwanaïses non-natives du français et perçues par 10 auditeurs natifs du français par position (soit 108 stimuli par test et 30 tests d'identification effectués), pour un total de 19 auditeurs différents (les réponses non liées au stimulus par le point d'articulation ne sont pas indiquées).....	139
Tableau 25 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t k g/ des consonnes [b d g ɸ ɖ ɣ p t k] en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaïses et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 108 stimuli par test et 30 tests effectués).....	141
Tableau 26 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t k g/ des consonnes [b d g ɸ ɖ ɣ p t k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaïses et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 108 stimuli par test et 30 tests effectués).....	146
Tableau 27 : Tableau récapitulatif des tests d'identification et d'évaluation (tests 1 et 2) par quatre Français natifs - experts pour chaque test des consonnes C=/b d g p t k/ en syllabes CV avec les voyelles V=/a i u/ produites par onze locutrices françaises	153
Tableau 28 : Description des 10 auditrices taiwanaïses ayant participé au test de discrimination AX, avec âge, langue maternelle indiquée, âge au début de l'apprentissage du français, nombre d'années d'apprentissage du français, nombre d'années passées en France au moment de l'enregistrement, autre pays où les locutrices ont vécu, niveau en français auto-évalué (de 1 à 5 ou indiqué à l'oral), langues parlées et moyenne des niveaux auto-évalués pour les compétences « parlé », « prononciation » et « compris », et indication si les locutrices ont répondu vouloir prononcer le français comme des natifs.	158
Tableau 29 : Tableau récapitulatif des tests de discrimination AX Français natifs sous <i>Praat</i> de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents)	158
Tableau 30 : nombre total de réponses de 10 auditrices taiwanaïses pour un test de discrimination AX entre les occlusives voisées /b d g/ et les occlusives sourdes /p t k/ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ avec 90 paires de syllabes à discriminer par auditrice (consonnes du même point d'articulation et mêmes voyelles)	159

Tableau 31 : regroupement des 8 locutrices taiwanaises en fonction de leur moyenne de VOT pour les consonnes /b d g p t k/ et des résultats des tests de Fischer (avec entre parenthèses les locutrices pouvant appartenir à deux groupes).....	201
Tableau 32 : Synthèse des résultats de VOT des 8 locutrices taiwanaises concernant la nature de leur VOT (positif/négatif) et la similarité relativement aux locutrices françaises pour les occlusives sourdes et sonores du français, ainsi que la différence/absence de différence entre les moyennes de VOT entre sourdes et sonores	207
Tableau 33 : Récapitulatif des auditrices taiwanaises ayant effectué la discrimination ou non des paires d'occlusives /b p/, /d t/ et /g k/ pour le test de discrimination des occlusives françaises	327
Tableau 34 : Inventaire des locutrices taiwanaises ayant prononcé les syllabes issues de logatomes CVCVCVC français, issus du corpus PhoDiFLE, en fonction de la consonne (occlusive voisée, dévoisée ou non voisée), de la voyelle (/i a u/) et de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) présentées pour le test d'identification à 10 natifs du français pour chaque position prosodique (3 tests distincts).....	26 -
Tableau 35 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɸ t/ et /g ɸ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position initiale de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)	56 -
Tableau 36 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de v-ratio de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɸ t/ et /g ɸ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position intervocalique de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)	57 -
Tableau 37 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des paires : /ɸ p/, /ɸ t/ et /ɸ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position intervocalique de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne (-1 /ɸ/))	57 -
Tableau 38 : Résultats statistiques des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de v-ratio de chaque consonne des groupes : /b ɸ p/, /d ɸ t/ et /g ɸ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position finale de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne)	57 -
Tableau 39 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les moyennes de VOT de chaque consonne des paires : /ɸ p/, /ɸ t/ et /ɸ k/ réalisés par un total de 11 locutrices taiwanaises et sélectionnées en position finale de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour correspondre phonétiquement aux catégories citées (12 exemplaires par consonne (-1 /ɸ/))	58 -
Tableau 40 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0.05$) effectués sur les évaluations de chaque catégorie de consonne identifiée en fonction du type de consonne produite liée au même point d'articulation (voisée, dévoisée ou sourde).....	58 -
Tableau 41 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction des voyelles en coarticulation /a i u/ pour chaque catégorie de stimuli [b d g ɸ ɸ p t k] (3240 réponses au total)	58 -
Tableau 42 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g ɸ ɸ p t k] (3240 réponses au total)	59 -
Tableau 43 : Nombre d'identification en tant que /b p d t k g/ des consonnes [b d g ɸ ɸ p t k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) et en fonction de la voyelle /a i u/ produite en coarticulation pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses).....	61 -
Tableau 44 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g ɸ ɸ p t k] en coarticulation avec les voyelles /a/, /i/ ou /u/ produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses).....	62 -

Tableau 45 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) effectués sur la répartition des réponses en tant que /b p d t k g/ (6 modalités) en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) lors de la production de la consonne pour chaque catégorie de stimuli [b d g b̥ d̥ g̥ p t k] position prosodique (initiale, intervocalique ou finale) produites par onze locutrices taiwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français pour chaque position (3240 réponses)	- 63 -
Tableau 46 : liste des syllabes proposées dans le test complémentaire d'identification des consonnes du français à 4 auditeurs natifs experts (25 syllabes au total).....	- 74 -
Tableau 47 : Syllabes sélectionnées avec une consonne C=/b d g p t k/ dans une syllabe CV (V=/a i u/) réalisées par 11 locutrices natives du français (Loc1f à Loc11f) comme exemplaires fixes standards de la consonne cible, en fonction de la note attribuée (sur 5) par 4 auditeurs experts natifs du français.....	- 74 -
Tableau 48 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/	- 74 -
Tableau 49 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX en fonction de la voyelle V= /a i u/ en coarticulation pour les couples des consonnes C=/b p/, /d t/ ou /g k/ perçues en syllabes CV	- 75 -
Tableau 50 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples confondus des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/ pour chaque auditrice taiwanaise (Aud1t à Aud10t).....	- 75 -
Tableau 51 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV avec V= /a i u/ pour chaque auditrice taiwanaise (Aud1t à Aud10t).....	- 76 -
Tableau 52 : Résultats statistiques des calculs de khi 2 (significativité : $p < 0.05$) pour la fréquence des bonnes et mauvaises réponses en fonction de la voyelle V= /a i u/ en coarticulation aux tests de discrimination AX pour les couples des consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ perçues en syllabes CV	- 77 -
Tableau 53 : Nombre d'occurrences de consonnes /b d g p t k/ réalisées dans des logatomes C1VC2VC3VC4 en position initiale et enchaînées à la phrase cadre (sur un total de 12 occurrences maximum par consonne) par 11 locutrices françaises (Loc1f à loc11f) et 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t) (les locutrices non inscrites n'ont rien enchaîné)	- 77 -
Tableau 54 : Nombre de phonèmes en position finale de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ enchaînés à la phrase cadre par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaises (Loc1t à Loc11t). Les locutrices non présentées n'ont pas d'occurrences relevées (Maximum d'occurrences par locutrice =72 (12 par consonne) sauf pour Loc4t pour laquelle il manque une occurrence de /d/.).....	- 77 -
Tableau 55 : Nombre d'occurrences des voyelles [a i u] en troisième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) et de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 11 locutrices françaises (-3 occurrences pour Loc11f) et 10 locutrices taiwanaises	- 78 -
Tableau 56 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) effectués entre les moyennes de durée des voyelles /a i u/ en troisième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ et de la moyenne de durée des schwas segmentés après la dernière consonne du logatome pour (individuellement) 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f), et 10 locutrices taiwanaises (Loc1t, Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t, Loc11t). Le nombre d'occurrences de chaque voyelle est indiqué dans le Tableau 55. (3 occurrences non retenues pour Loc11f et Loc4t non retenue pour raison d'enchaînement de la position finale à la phrase cadre ; voir : <i>L'enchaînement à la phrase cadre</i>).....	- 79 -
Tableau 57 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) effectués entre les moyennes de durée des voyelles en première (dur1), deuxième(dur2) et troisième(dur3) positions de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par (individuellement) 11 locutrices françaises (Loc1f, Loc2f, Loc3f, loc4f, Loc5f, Loc6f, Loc7f, Loc8f, Loc9f, Loc10f, Loc11f), et 11 locutrices taiwanaises (Loc1t, Loc2t, Loc3t, loc4t, Loc5t, Loc6t, Loc7t, Loc8t, Loc9t, Loc10t, Loc11t).	- 79 -
Tableau 58 : Nombre « d'occurrences » de consonnes occlusives françaises en position finale prononcées sans relâchement et suivies d'un silence pour la production par de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ du corpus PhoDiFLE des locutrices françaises (FR) et taiwanaises (TW)	- 80 -
Tableau 59 : Nombre d'occurrences exploitées pour les mesures de VOT des occlusives françaises /b d g p t k/ en position initiale de logatome, réalisées par des locutrices natives et des locutrices taiwanaises.....	- 80 -

Tableau 60 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ entre celles produites par 3 locutrices françaises et celles produites par 8 locutrices taiwanaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/.....	- 80 -
Tableau 61 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive françaises réalisées par des locutrices françaises (3), des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées pour comparer les VOT des consonnes pour chaque consonne en fonction de la voyelle en coarticulation	- 81 -
Tableau 62 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par des locutrices taiwanaises (8), des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées pour comparer les VOT des consonnes pour chaque consonne en fonction de la voyelle en coarticulation	- 82 -
Tableau 63 : Nombre d'occurrences utilisées pour les mesures de VOT en fonction de la consonne, de la voyelle en coarticulation et de l'origine des locutrices : françaises (FR) ou taiwanaises (TW)	- 82 -
Tableau 64 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ produites par 3 locutrices françaises et 8 locutrices taiwanaises en fonction de la voyelle en coarticulation /a i u/, en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome	- 82 -
Tableau 65 : Valeurs moyennes de VOT des consonnes /b d g p t k/ de trois locutrices françaises en position initiale de logatome.....	- 83 -
Tableau 66 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 3 locutrices françaises, et résultats des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=VOT, Facteur=Locutrice.....	- 83 -
Tableau 67 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de VOT des couples de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 3 locutrices françaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/	- 83 -
Tableau 68 : Valeurs moyennes (ms) de VOT des consonnes françaises /b d g p t k/ des locutrices taiwanaises en position initiale de logatome	- 84 -
Tableau 69 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 8 locutrices taiwanaises, et résultats des ANOVAs et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=VOT, Facteur=Locutrice.....	- 85 -
Tableau 70 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de VOT des couples de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 8 locutrices taiwanaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome avec les voyelles /a i u/	- 86 -
Tableau 71 : Tableau récapitulatif des VOT moyens de chaque occlusive française réalisée par 8 locutrices taiwanaises, résultats des ANOVAs réalisées pour ces 8 locutrices taiwanaises et 3 locutrices françaises avec VD=VOT, Facteur=Locutrice et résultats des tests PLSD de Fischer relatifs aux différences significatives ou non des moyennes entre les locutrices taiwanaises et les locutrices françaises	- 87 -
Tableau 72 : Nombres d'occurrences des consonnes C /b d g p t k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en fonction de l'absence ou de la présence de relâchement, pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaises (TW).....	- 88 -
Tableau 73 : Nombres d'occurrences des consonnes C /b d g p t k/ sans relâchement, produites en dernière position de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaises (TW) -	88 -
Tableau 74 : Nombre d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ dont la durée totale peut être mesurée, réalisées par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ -	89 -
Tableau 75 : Nombre d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ réalisées avec un relâchement par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taiwanaises en seconde position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ sur un total de 132 réalisations pour le corpus PhoDiFLE	- 89 -
Tableau 76 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée entre locutrices françaises et locutrices taiwanaises des occlusives /b d g p t k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (2353 occurrences pour les Françaises et 2371 occurrences pour les Taïwanaises)	- 89 -

Tableau 77 : résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises (2353 occurrences) et 11 locutrices taïwanaises (2371 occurrences).....	- 89 -
Tableau 78 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 90 -
Tableau 79 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 90 -
Tableau 80 : Durée moyenne (ms.) des phases d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises.....	- 90 -
Tableau 81 : Différence de durée (ms.) entre les phases d'occlusion des occlusives sourdes et des occlusives sonores réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices françaises.....	- 91 -
Tableau 82 : Durée moyenne (ms.) des phases d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices taïwanaises.....	- 91 -
Tableau 83 : Différence de durée (ms.) entre les phases d'occlusion des occlusives sourdes et les occlusives sonores réalisées en position intervocalique, en deuxième position de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ par 11 locutrices taïwanaises.....	- 91 -
Tableau 84 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion entre occlusives sourdes et occlusives voisées /b p/, /d t/ et /g k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ (4 répétitions par voyelle) par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises. Nous distinguons ici les résultats pour chaque locutrice et nous ne retenons que les occurrences avec un relâchement.....	- 92 -
Tableau 85 : Résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée entre locutrices françaises et locutrices taïwanaises des occlusives /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/.....	- 94 -
Tableau 86 : Tableau récapitulatif des durées moyennes des consonnes /b p d t g k/ réalisées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), résultats des ANOVAs réalisées pour ces 11 locutrices taïwanaises et les 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) avec VD=durée totale de la consonne, Facteur=Locutrice, et résultats des tests PLSD de Fischer relatifs aux différences significatives ou non des moyennes entre les locutrices taïwanaises et les locutrices françaises.....	- 100 -
Tableau 87 : résultats des tests-t (significativité : $p < 0,05$) concernant les différences de durée de la phase d'occlusion des consonnes /b d g p t k/ réalisées en position intervocalique, en deuxième position (non-accentuée) de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/ entre 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 103 -
Tableau 88 : Nombre d'occurrences des consonnes françaises /b d g p t k/ analysées pour le v-ratio dans les positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes de type $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 105 -
Tableau 89 : Pourcentage de voisement (V-ratio) sur l'ensemble de la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ où C = /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en positions 2 (pos2), 3 (pos3) et 4 (pos4), avec 2209 occurrences pour les locutrices françaises et 1653 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 88).....	- 105 -
Tableau 90 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ entre celles produites par 11 locutrices françaises en position 2 et 10 en positions 3 et 4 et celles produites par 11 locutrices taïwanaises en position 2, et 6 locutrices en positions 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ avec les voyelles /a i u/.....	- 106 -
Tableau 91 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p < 0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon leur position dans le	

logatome (positions 2, 3 ou 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) avec /a i u/ en voyelle, pour des productions de 11 locutrices françaises en position 2 (pos2) et 10 en positions 3(pos3) et 4(pos4) et celles de 11 locutrices taïwanaises en position 2 (pos2), et 6 locutrices en positions 3(pos3) et 4(pos4).....- 106 -

Tableau 92 : Nombre d'occurrences des consonnes françaises /b d g p t k/ analysées pour le v-ratio dans les positions 3 et 4 des consonnes de logatomes de type $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 10 locutrices françaises et 6 locutrices taïwanaises.....- 107 -

Tableau 93 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position intervocalique (positions 2 et 3 confondues des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) pour des productions de 11 locutrices françaises et de 11 locutrices taïwanaises- 107 -

Tableau 94 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position intervocalique (positions 2 et 3 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) pour des productions de 11 locutrices françaises en position 2 et de 10 (parmi les 11 précédentes) locutrices françaises en position 3.....- 108 -

Tableau 95 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio (Vr) des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la voyelle en coarticulation (/a/, /i/ ou /u/) en position finale (position 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) pour des productions de 10 locutrices françaises et de 6 locutrices taïwanaises- 108 -

Tableau 96 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la locutrice française, en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour des productions de 11 locutrices françaises (position 2) ou 10 locutrices françaises (positions 3 et 4) et respectivement 792, 720 et 697 occurrences.- 110 -

Tableau 97 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des valeurs de v-ratio (%) par paire de consonnes C françaises /b p/, /d t/ et /g k/, produites par 11 locutrices françaises dans des logatomes en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a, i u/) (2353 occurrences).- 111 -

Tableau 98 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ selon la locutrice taïwanaise, en positions 2, 3 et 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ pour des productions de 11 locutrices taïwanaises en position 2 ou 6 locutrices taïwanaises en positions 3 et 4 et respectivement 792, 432 et 429 occurrences.- 115 -

Tableau 99 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p<0,05$) de comparaison des valeurs de v-ratio par paire de consonnes C françaises /b p/, /d t/ et /g k/, produites par 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (V= /a i u/) (2371 occurrences).....- 115 -

Tableau 100 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g/ en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) pour chacune des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), en position intervocalique : positions 2 et 3 consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$)- 118 -

Tableau 101 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fisher des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g/ en fonction de la voyelle en coarticulation (/a i u/) pour 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t), en position finale : position 4 des consonnes de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$)- 119 -

Tableau 102 : Résultats statistiques des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) des différences de valeur de v-ratio des consonnes françaises /b d g p t k/ (séparément) entre 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises (les locutrices Loc11f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t n'ont pas d'occurrence en positions 3 et 4), toutes positions (positions 2, 3 et 4 des consonnes C de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$) et toutes voyelles en coarticulation confondues (/a i u/) (3862 occurrences au total).- 119 -

Tableau 103 : Tableau récapitulatif des v-ratio moyens de chaque occlusive française /b d g p t k/ réalisée par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t), et résultats des ANOVAs (significativité : $p<0,05$) et des tests PLSD de Fischer réalisées avec VD=V-ratio, Facteur=Locutrice, où les valeurs de v-ratio sont comparées avec les autres locutrices taïwanaises et 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les consonnes C sont

réalisées en logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$, les positons 2, 3 et 4 confondues pour cette analyse (les locutrices Loc1f, Loc1t, Loc4t, Loc7t, Loc8t et Loc9t n'ont pas d'occurrence en positions 3 et 4) ainsi que les voyelles V en coarticulation (/a i u/) (3862 occurrences au total).....	- 121 -
Tableau 104 : Moyennes de v-ratio et nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ réalisées par des locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) et d'une durée comprise entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus) en position intervocalique.....	- 122 -
Tableau 105 : Moyennes de v-ratio et nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ réalisées par des locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) et d'une durée comprise entre 55ms (exclu) et 80ms (inclus) en position 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$	- 122 -
Tableau 106 : Nombre d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ avec détection de fréquence fondamentale au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences de cette même occlusive avec présence d'un relâchement pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) selon la position 1 (pos1), 2 (pos2), 3 (pos3) ou 4 (pos4) dans le logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$	- 122 -
Tableau 107 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées moyennes des voyelles précédant une consonne voisée ou sourde des paires de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2376 occurrences).....	- 123 -
Tableau 108 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées moyennes des voyelles précédant une consonne voisée ou sourde des paires de consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2375 occurrences).....	- 123 -
Tableau 109 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées des voyelles précédant les consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites pour chacune des 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2376 occurrences).....	- 124 -
Tableau 110 : Résultats statistiques des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des durées des voyelles précédant les consonnes françaises /b p/, /d t/ et /g k/ produites pour chacune des 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (2375 occurrences).....	- 125 -
Tableau 111 : Récapitulatif des moyennes globales de v-ratio pour les consonnes /b d g/ des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en positions 2, 3 et 4 des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ (1184 occurrences) et type de rapport entre la durée moyenne des voyelles qui précèdent une occlusive voisée et de celles qui précèdent une occlusives sourde.....	- 125 -
Tableau 112 : Nombre d'occurrences de voyelles dont la F0 a pu être mesurée au début de la voyelle produites après les occlusives /b d g p t k/ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).....	- 126 -
Tableau 113 : Nombre d'occurrences de voyelles dont la F0 a pu être mesurée au début de la voyelle produites après les occlusives /b d g p t k/ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).....	- 126 -
Tableau 114 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ayant une F0 au début de la voyelle, en fonction de la consonne qui précède et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).....	- 126 -
Tableau 115 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ ayant une F0 au début de la voyelle, en fonction de la consonne qui précède et de la locutrice, pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).....	- 126 -
Tableau 116 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 au début des voyelles françaises (/a i u/) suivant les couples de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ produites par 11 locutrices françaises.....	- 127 -
Tableau 117 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des moyennes de F0 des voyelles V /a i u/ précédées des consonnes C françaises /b d g p t k/ produites par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$	- 128 -
Tableau 118 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 au début des voyelles V françaises (/a i u/) suivant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$ par 11 locutrices taïwanaises.....	- 128 -
Tableau 119 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des moyennes de F0 des voyelles V /a i u/ précédées des consonnes C françaises /b d g p t k/ produites par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes $C_1VC_2VC_3VC_4$	- 129 -

Tableau 120 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.....	- 129 -
Tableau 121 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.....	- 130 -
Tableau 122 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.....	- 130 -
Tableau 123 : Nombres d'occurrences des voyelles V /a i u/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ ayant une F0 en fin de voyelle, en fonction de la consonne qui suit et de la locutrice, pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t). Les occurrences soustraites entre parenthèses sont les occurrences en position finale sans relâchement et suivies d'un silence.....	- 131 -
Tableau 124 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles V françaises (/a i u/) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises.....	- 131 -
Tableau 125 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles V françaises (/a i u/) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises.....	- 131 -
Tableau 126 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V = /a i u/ précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises.....	- 132 -
Tableau 127 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V = /a i u/ précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises.....	- 132 -
Tableau 128 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V (/a i u/ confondues) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour chacune des 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) ..	- 133 -
Tableau 129 : Résultats des tests-t non appariés (significativité : $p < 0,05$) de comparaison des valeurs de F0 à la fin des voyelles françaises V (/a i u/ confondues) précédant les couples de consonnes C /b p/, /d t/ et /g k/ produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour chacune des 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) -	- 133 -
Tableau 130 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de VOT, v-ratio et v-pattern des occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 134 -
Tableau 131 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de durée des occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 135 -
Tableau 132 : Synthèse des résultats globaux obtenus pour les indices de durée de la voyelle précédente, de F0 à la fin de la voyelle précédente et de F0 au début de la voyelle suivante relativement aux occlusives /b d g/ (phonologiquement voisées) et /p t k/ (sourdes) réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par un maximum de 11 locutrices françaises et 11 locutrices taïwanaises.....	- 135 -
Tableau 133 : Synthèse des résultats individuels des 11 locutrices françaises ayant enregistré les logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ du corpus PhoDiFLE avec C= /b p d t g k/ et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern, présence de F0 au début du relâchement, durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle suivante et F0 en fin de voyelle précédente.....	- 136 -
Tableau 134 : Synthèse des résultats individuels de la locutrice taïwanaise Loc1t pour la réalisation de l'opposition de voisement en français des consonnes C= /b p d t g k/ réalisées dans les logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ du corpus PhoDiFLE avec et V = /a i u/ pour les indices de VOT, v-ratio, v-pattern,	

Tableau 145 : Classement par groupes de 1 à 5 des locutrices taïwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec les indices liés au murmure de voisement (VOT, v-ratio, v-pattern et présence de F0 au début du relâchement) des occlusives françaises /b d g p t k/	- 145 -
Tableau 146 : Classement par groupes de 1 à 4 des locutrices taïwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la durée de l'occlusion des occlusives françaises /b d g p t k/	- 145 -
Tableau 147 : Classement par groupes de 1 à 4 des locutrices taïwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la durée de la voyelle précédant les occlusives françaises /b d g p t k/	- 145 -
Tableau 148 : Classement par groupes de 1 à 3 des locutrices taïwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la F0 au début de la voyelle suivant les occlusives françaises /b d g p t k/	- 145 -
Tableau 149 : Classement par groupes de 1 à 3 des locutrices taïwanaises relativement à la réalisation de l'opposition de voisement avec l'indice de la F0 en fin de voyelle précédant les occlusives françaises /b d g p t k/	- 145 -
Tableau 150 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le plus comme des natives les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement.....	- 146 -
Tableau 151 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le plus comme des natives les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente	- 146 -
Tableau 152 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé partiellement les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement	- 146 -
Tableau 153 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé partiellement les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente	- 147 -
Tableau 154 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le moins les indices directement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : VOT, v-ratio et F0 au début du relâchement	- 147 -
Tableau 155 : Récapitulatif des locutrices taïwanaises ayant réalisé le moins les indices de voisement indirectement liés à la présence ou à l'absence de F0 sur des occlusives françaises sonores ou sourdes : durée de l'occlusion, durée de la voyelle précédente, F0 au début de la voyelle qui suit, F0 à la fin de la voyelle précédente	- 147 -

Liste des figures

- Figure 1 : Signal et spectrogramme de [ba] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en deuxième position dans un logatome de type C₁VC₂VC₃VC₄ 12
- Figure 2 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [ta] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en deuxième position dans un logatome de type C₁VC₂VC₃VC₄ 12
- Figure 3 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [ti] réalisé par une locutrice française native (Loc1f) en troisième position dans un logatome de type C₁VC₂VC₃VC₄ 12
- Figure 4 : Vue arrière du larynx. Source : Henry Vandyke Carter — Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com : Gray's Anatomy, Planche 952, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=253592> 15
- Figure 5 : Vue avant du larynx. Source : Henry Vandyke Carter — Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com: Gray's Anatomy, Planche 951, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=253587> 15
- Figure 6 : Vue supérieure du larynx, avec les plis vocaux en position de respiration (glotte ouverte), Source : Henry Vandyke Carter - Henry Gray (1918) *Anatomy of the Human Body*, Bartleby.com: Gray's Anatomy, Planche 956 15
- Figure 7 : Encadré phonétique de la présentation de l'opposition [b p] du manuel *Texto 2* (Hachette Livre, 2016) 93
- Figure 8 : Début du précis de phonétique du manuel *Texto 2* (Hachette Livre, 2016) présentant l'opposition de voisement pour les occlusives du français 93
- Figure 9 : Exemple d'une diapositive du corpus PhoDiFLE concernant la tâche de lecture de logatomes CVCVCVC dans une phrase cadre avec les illustrations destinées à aider le locuteur (ici : sel, ciel, treize, pelle, sept) 108
- Figure 10 : Capture d'écran des questions invitant à laisser des remarques pour le test d'évaluation des locutrices taïwanaises en français 119
- Figure 11 : Ecran du test 1 d'identification réalisé sous Praat avec choix forcé entre les consonnes /p t k b d g/, une évaluation entre 1 et 5 et la possibilité de réécouter une fois chaque stimulus 125
- Figure 12 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ig/, réalisée [igə], utilisée pour le test 3 avec présence de voisement au moment du relâchement pour le /g/ phonétiquement voisé, réalisée en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc6t 126
- Figure 13 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ib/, réalisée [ibə], utilisée pour le test 3 avec /b/ phonétiquement voisé (présence de barre de voisement) réalisée en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc3t 127
- Figure 14 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ utilisée pour le test 2 avec /b/ phonétiquement sourd (dévoisé) (car absence de barre de voisement au moment du relâchement) réalisée en position intervocalique de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc1t 127
- Figure 15 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ti/ utilisée pour le test 1, avec /t/ phonétiquement sourd, réalisée en position initiale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ par la locutrice taïwanaise Loc9t 127
- Figure 16 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de [igə] (avec visualisation de la F0) réalisé par Loc6t en position finale de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ et proposé pour le test de d'identification à 10 auditeurs natifs du français 133
- Figure 17 : Capture d'écran d'une fenêtre du test d'identification (tests 1 et 2) sous Praat pour identifier et évaluer la consonne de syllabes CV (C= /b d g p t k/ et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes) pour 4 auditeurs natifs experts du français (par test) (90 stimuli pour le premier et 25 pour le second) 150
- Figure 18 : Capture d'écran de la première fenêtre du test d'identification (tests 1 et 2) sous Praat pour identifier et évaluer la consonne de syllabes CV (C= /b d g p t k/ et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes) pour 4 auditeurs natifs experts du français (par test) (90 stimuli pour le premier et 25 pour le second) 151

- Figure 19 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /ku/ utilisée pour le test de discrimination AX, réalisée en position intervocalique de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ (sans le *voice decay time*) par la locutrice française Loc2f 152
- Figure 20 : Capture d'écran d'une fenêtre du test de discrimination AX sous Praat de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents) 154
- Figure 21 : Capture d'écran d'une fenêtre du test de discrimination AX, avec le bouton « ok », sous Praat de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents) 154
- Figure 22 : Capture d'écran de la première fenêtre du test de discrimination AX sous Praat de deux syllabes CV (C= /b p/, /d t/ ou /g k/, les deux consonnes étant toutes de la même paire et V= /a i u/) produite initialement en logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en position intervocalique par une locutrice native (11 locutrices différentes). Les stimuli ont tous été attestés par 4 auditeurs natifs experts du français comme de bons exemplaires (36 stimuli différents) 154
- Figure 23 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot papapape peut bien coller », avec 5 Tires pour le Textgrid : 1) la segmentation des phonèmes (phones), 2) les frontières des syllabes (syll), 3) la frontière au début du relâchement de la consonne (relachement), 4) la frontière marquant le début du voisement lié à l'occlusive (voisement), 5) conservation de la tire d'origine indiquant le logatome dans son ensemble (ortho) 170
- Figure 24 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) sous Praat du logatome « gagagague » réalisé par la locutrice taïwanaise Loc1t dans la phrase cadre : « le mot gagagague peut bien coller » : la séparation entre la pause et le silence au début de l'occlusive voisée ne peut être qu'arbitraire si on ne possède pas de données articulatoires 171
- Figure 25 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « bibibibe » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot bibibibe peut bien coller » et mise en évidence du silence/pause devant la première consonne du logatome 172
- Figure 26 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc6f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » 174
- Figure 27 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « dadadade » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de 2 occurrences de /d/ en position intervocalique réalisées sans relâchement et sans occlusion complète 175
- Figure 28 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc9f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence du silence précédant la consonne /p/ du mot « peut » de la phrase cadre 176
- Figure 29 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc9f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence du schwa en fin de logatome 177
- Figure 30 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la fin du logatome « gougougougue » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot gougougougue peut bien coller » et mise en évidence d'un /g/ final réalisé sans relâchement et suivi d'un schwa 181
- Figure 31 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc4f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » et mise en évidence d'un /b/ réalisé sans relâchement et non suivi d'un schwa 181
- Figure 32 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la syllabe [ba] réalisée en position initiale du logatome « babababe » par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » et mise en évidence du VOT négatif de [b] 184

- Figure 33 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [ta] réalisée en position 3 du logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ « tatatate » par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tatatate peut bien coller » et mise en évidence du VOT positif de [t] 184
- Figure 34 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) du logatome « boubouboue » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot boubouboue peut bien coller » avec mise en évidence de la barre de voisement ininterrompue 185
- Figure 35 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et Textgrid (bas) de la séquence [tə] en finale du logatome « tititite » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de départ de barre de voisement après la consonne finale [t] 186
- Figure 36 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [gu] en initiale du logatome « gugugug » réalisé par la locutrice française Loc4f dans la phrase cadre : « le mot gougougougue peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de barre d'explosion 186
- Figure 37 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et Textgrid (bas) de la séquence [pu] en initiale du logatome « pupupup » réalisé par la locutrice taïwanaise Loc8t dans la phrase cadre : « le mot poupoupoue peut bien coller » avec mise en évidence de l'absence de barre d'explosion 186
- Figure 38 : Spectrogramme (haut) et Textgrid (bas) de la séquence [apa] du logatome « papapape » réalisée par la locutrice française Loc5f dans la phrase cadre : « le mot papapape peut bien coller » avec mise en évidence de la mesure de durée totale de la consonne [p] (1) et de sa phase d'occlusion (2) 208
- Figure 39 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [ada] du logatome « dadadade » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de présence de barre de voisement sur le [d] (V-ratio de la consonne = 100%) 217
- Figure 40 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [titi] du logatome « tititite » réalisée par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence de présence de barre de voisement au début d'une consonne [t] (V-ratio de la consonne = 35%) qui est en fait dû à la voyelle précédente. Il s'agit de « Voice Termination Time » (Agnello, 1975) ou Temps d'arrêt du voisement, un résidu du voisement de fin de voyelle dépassant sur le phone suivant. 217
- Figure 41 : Signal (haut), spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc1t et mise en évidence des deux moitiés distinctes analysées pour le v-pattern 257
- Figure 42 : Signal (haut) et spectrogramme (bas) de la syllabe cible /aba/ réalisée en position intervocalique de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc1t et mise en évidence des trois tiers distincts analysés pour le v-pattern 257
- Figure 43 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) avec visualisation de la F0 et TextGrid (bas) de la syllabe cible /ba/ réalisée [b̥a] en position initiale de logatome $C_1VC_2VC_3VC_4$ par la locutrice taïwanaise Loc8t avec mise en évidence de l'absence de voisement au début du relâchement de la consonne 286
- Figure 44 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) du logatome « boubouboue » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot boubouboue peut bien coller » avec mise en évidence de la durée des voyelles devant /b/ en deuxième, troisième et quatrième positions 294
- Figure 45 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [udu] dans le logatome « doudoudoue » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot doudoudoue peut bien coller » avec mise en évidence du début de la voyelle suivante (pour mesurer la F0) 300
- Figure 46 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) et TextGrid (bas) de la séquence [ti] dans le logatome « tititite » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot tititite peut bien coller » avec mise en évidence du début de la voyelle suivante (pour mesurer la F0) et la zone où le début du /i/ est dévoisé 301
- Figure 47 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [udu] dans le logatome « doudoudoue » réalisé par la locutrice française Loc7f dans la phrase cadre : « le mot doudoudoue peut bien coller » avec mise en évidence de la fin de la voyelle précédente (pour mesurer la F0) 311

Figure 48 : Signal (haut), spectrogramme (milieu) (avec visualisation de la F0) et TextGrid (bas) de la séquence [abə] de la fin du logatome « babababe » réalisé par la locutrice française Loc2f dans la phrase cadre : « le mot babababe peut bien coller » avec mise en évidence de la zone où le script n'a pas pu mesurer de F0 (y compris en fin de voyelle précédente) 313

Figure 49 : Signal et Spectrogramme (avec segmentation sous *Praat*) du logatome « dadadade » réalisé par la locutrice française Loc1f dans la phrase cadre : « le mot dadadade peut bien coller » avec mise en évidence de 2 occurrences de /d/ en position intervocalique réalisées sans relâchement et sans occlusion complète- 87

Liste des graphiques

Graphique 1 : Exemple du phénomène de code-switching à Taiwan (source : Lyu et al., 2006)	47
Graphique 2 : Moyennes de VOT pour les occlusives /b d g p t k/ du français réalisées par 8 locuteurs natifs du Wu et 7 locuteurs natifs du chinois mandarin, en positions initiale et intervocalique (Qin, 2009)	75
Graphique 3 : Moyennes de VOT des occlusives [b d g p t k p ^h t ^h k ^h] en anglais réalisées en position initiale par des locuteurs taïwanais de niveau avancé (HEFL) ou de niveau débutant (LEFL) (Liao, 2005)	79
Graphique 4 : Moyennes de VOT (ms) des occlusives [p ^h t ^h k ^h] produites en chinois mandarin par des natifs, en anglais par des apprenants taïwanais et en anglais par des natifs (Chen et al., 2007)	80
Graphique 5 : note moyenne du niveau global en français (avec un écart type) attribuée à 12 locutrices taïwanaises non-natives du français par 5 évaluateurs experts natifs du français sur une échelle de 1 à 10, 1 étant la note la plus basse et 10 la plus haute et note auto-évaluée de 1 à 5 (rapportée sur 10) par ces mêmes 12 locutrices taïwanaises	116
Graphique 6 : Nombre de réponses de 5 évaluateurs experts, natifs du français à propos de l'origine de « l'accent étranger » décelé chez 12 locutrices taïwanaises non-natives du français pour une minute chacune de production spontanée (pauses raccourcies) avec trois choix proposés et plusieurs réponses possibles : consonnes, voyelles et prosodie, ou la catégorie « autre » permettant des commentaires regroupés ici sous la dénomination « grammaire/ morpho-syntaxe »	117
Graphique 7 : Moyenne des évaluations nominales converties sur une échelle de 1 à 5, attribuées par 5 évaluateurs experts à 12 locutrices taïwanaises pour des enregistrements d'une minute (pauses écourtées) en fonction des catégories de sons /b d g/, /p t k/, /v z ʒ/, /f s ʃ/, /l m n ʁ/, /w j ɥ/, /i a u/, /e ε o ɔ ø œ/, /y ø œ/, /ã ã ẽ/.	118
Graphique 8 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position initiale dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)	128
Graphique 9 : Moyennes de v-ratio (%) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)	130
Graphique 10 : Moyennes de durée (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)	130
Graphique 11 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position intervocalique dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne (-1 pour /p/))	131
Graphique 12 : Moyennes de v-ratio (%) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne)	133
Graphique 13 : Moyennes de durée (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b d g/ (phonologiquement et phonétiquement voisées), /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/	

(phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne).....	134
Graphique 14 : Moyennes de VOT (ms) (avec un écart-type) des consonnes /b̥ d̥ g̥/ (phonologiquement voisées mais phonétiquement sourdes) et /p t k/ (phonologiquement et phonétiquement sourdes) sélectionnées en position finale dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) parmi les productions de 11 locutrices taïwanaises pour un test d'identification proposé à 10 auditeurs natifs du français (12 occurrences différentes de chaque consonne (-1 /b̥/)).....	135
Graphique 15 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [b b̥ p] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	142
Graphique 16 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [d d̥ t] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	142
Graphique 17 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [g g̥ k] en coarticulation avec les voyelles /a i u/ produites dans trois positions prosodiques différentes (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC) pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	143
Graphique 18 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [b b̥ p] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	146
Graphique 19 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [d d̥ t] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	147
Graphique 20 : Pourcentage d'identification en tant que /b p d t g k/ des consonnes [g g̥ k] en fonction de la position prosodique (initiale CV, intervocalique VCV et finale VC), produites en coarticulation avec les voyelles /a i u/ pour quatre items différents par combinaison consonne /voyelle/position prosodique, produites par onze locutrices taïwanaises et identifiées par dix auditeurs natifs du français pour chaque position (soit 36 stimuli correspondants par test et 30 tests effectués)	147
Graphique 21 : Pourcentage de bonnes réponses de discrimination des consonnes /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 300 réponses par paire de consonnes).....	160
Graphique 22 : Pourcentage global de bonnes réponses en fonction de la voyelle V /a i u/ pour la discrimination des consonnes /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 300 réponses par voyelle)	161
Graphique 23 : Pourcentage de bonnes réponses de discrimination des consonnes /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV en fonction de la voyelle en coarticulation V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice, 100 réponses par voyelle et par paire de consonnes).	162
Graphique 24 : Nombre de bonnes réponses de discrimination des consonnes C /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (90 réponses par auditrice).....	163

Graphique 25 : Nombre de bonnes réponses de discrimination pour chaque paire de consonnes C /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (30 réponses par auditrice et par paire)	164
Graphique 26 : Nombre de bonnes réponses de discrimination en fonction des voyelles V /a i u/ pour les paires de consonnes C /b p, /d t/ et /g k/ dans des syllabes CV où V= /a i u/ par 10 auditrices taïwanaises (Aud1t à Aud10t) de niveau intermédiaire à avancé en français (30 réponses par voyelle par auditrice).....	165
Graphique 27 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en troisième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) et celle de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 11 locutrices françaises.....	178
Graphique 28 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en troisième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) et de [ə] prononcé après la dernière consonne du logatome par 10 locutrices taïwanaises	178
Graphique 29 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en première, deuxième et troisième positions de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) par 11 locutrices françaises ..	179
Graphique 30 : Durée moyenne (ms) des voyelles [a i u] en première, deuxième et troisième positions de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V= /a/, /i/ ou /u/) par 11 locutrices taïwanaises	179
Graphique 31 : Valeurs moyennes de VOT (avec écart-type) pour les occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 3 locutrices françaises et 8 locutrices taïwanaises en position prosodique initiale, en première syllabe de logatome, en coarticulation avec les voyelles /a i u/	187
Graphique 32 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /b p/ en position initiale, produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (70 occurrences au total) et 8 locutrices taïwanaises (185 occurrences au total).....	188
Graphique 33 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /d t/ en position initiale, produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (71 occurrences au total) et 8 locutrices taïwanaises (190 occurrences au total).....	190
Graphique 34 : Moyennes de VOT (avec écart-type) des occlusives françaises /k g/ en position initiale, produites dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ par 3 locutrices françaises (69 occurrences au total) et 8 locutrices taïwanaises (186 occurrences au total).....	191
Graphique 35 : Moyennes de VOT (avec écart-type) de /b d g p t k/ de 3 locutrices françaises en position initiale de logatome	197
Graphique 36 : Moyennes de VOT (ms) (avec écart-type) des consonnes françaises /b d g/ de 8 locutrices taïwanaises en position initiale de logatome	199
Graphique 37 : Moyennes de VOT (ms) (avec écart-type) des consonnes françaises /p t k/ de 8 locutrices taïwanaises en position initiale de logatome	199
Graphique 38 : Durée (en ms) des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (2353 occurrences pour les Françaises et 2371 occurrences pour les Taïwanaises).....	210
Graphique 39 : Durée (en ms) des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (726 occurrences pour les Françaises et 757 pour les Taïwanaises)	211
Graphique 40 : Durée moyenne (ms) de la phase d'occlusion des occlusives /b p d t g k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/.....	212
Graphique 41 : Pourcentage de voisement (V-ratio) sur l'ensemble de la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b d g p t k/ et V = /a i u/, en positions 2 (pos2), 3 (pos3) et 4 (pos4), avec 2209 occurrences pour les locutrices françaises et 1653 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 88).....	219
Graphique 42 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en position 2 avec 792 occurrences pour les deux groupes de locutrices (pour le détail, voir Tableau 88).....	224

Graphique 43 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en position 3 avec 720 occurrences pour les locutrices françaises et 432 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 92).....	224
Graphique 44 : Pourcentage de voisement (v-ratio) sur la durée de la consonne, pour les occlusives françaises réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, en position 4 avec 697 occurrences pour les locutrices françaises et 429 pour les locutrices taïwanaises (pour le détail, voir Tableau 92).....	225
Graphique 45 : Moyennes de v-ratio (%) des consonnes /b d g p t k/ de 11 locutrices françaises (Loc1f à loc11f) réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) (2353 occurrences).....	231
Graphique 46 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) en position 2 dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 792 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88).....	232
Graphique 47 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 10 locutrices françaises (Loc1f à Loc10f) en position 3 (devant une voyelle accentuée) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 720 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88).....	232
Graphique 48 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 10 locutrices françaises (Loc1f à Loc10f) en position 4 (position finale) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 697 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88).....	233
Graphique 49 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /b p/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a, i u/) en positions 2, 3 et 4 (769 occurrences).....	236
Graphique 50 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /d t/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a, i u/) en positions 2, 3 et 4 (792 occurrences).....	236
Graphique 51 : Taux (%) de voisement moyen (v-ratio) des consonnes françaises /g k/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a, i u/) en positions 2, 3 et 4 (792 occurrences).....	237
Graphique 52 : Moyennes de v-ratio (%) des consonnes /b d g p t k/ de 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à loc11t) réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) (2371 occurrences).....	238
Graphique 53 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) en position 2 dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 792 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre <i>Procédure</i> , p. 217).....	239
Graphique 54 : V-ratio (%), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) en position 3 (devant une voyelle accentuée) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 432 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre <i>Procédure</i> , p. 217) .	240
Graphique 55 : Pourcentage de voisement (v-ratio), avec écart-type, sur la durée de la consonne, pour les 6 occlusives françaises /b d g p t k/ réalisées par 6 locutrices taïwanaises ((Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) en position 4 (position finale) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ où C= /b/, /d/, /g/, /p/, /t/ ou /k/ et V = /a/, /i/ ou /u/, avec 429 occurrences (pour le détail, voir Tableau 88 dans le chapitre <i>Procédure</i> , p. 217).....	240
Graphique 56 : Taux (%) de voisement (V-ratio) moyen des consonnes françaises /b p/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2, 3 et 4 (790 occurrences).....	243
Graphique 57 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen des consonnes françaises /d t/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2, 3 et 4 (790 occurrences).....	244

Graphique 58 : Taux (%) de voisement moyen (v-ratio) des consonnes françaises /g k/ (avec un écart-type) prononcées par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2, 3 et 4 (791 occurrences)	244
Graphique 59 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /b/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)	248
Graphique 60 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /d/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)	248
Graphique 61 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /g/ (avec un écart-type) prononcée par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en positions 2 et 3 (intervocalique) (total : 264 occurrences)	249
Graphique 62 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /b/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en position 4 (finale) (total : 130 occurrences)	250
Graphique 63 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /d/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en position 4 (finale) (total : 131 occurrences)	251
Graphique 64 : Taux (%) de voisement (v-ratio) moyen de la consonne française /g/ (avec un écart-type) prononcée par 6 locutrices taïwanaises (Loc2t, Loc3t, Loc5t, Loc6t, Loc10t et Loc11t) dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (V= /a i u/) en position 4 (finale) (total : 131 occurrences)	251
Graphique 65 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (244 occurrences de /b/).....	262
Graphique 66 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (112 occurrences de /b/)	262
Graphique 67 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (217 occurrences de /d/).....	263
Graphique 68 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (126 occurrences de /d/).....	263
Graphique 69 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (214 occurrences de /g/).....	264
Graphique 70 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur la première (1/2) et la deuxième (2/2) moitié (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (121 occurrences de /g/).....	264
Graphique 71 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (221 occurrences de /p/)	265
Graphique 72 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (123 occurrences de /p/)	265
Graphique 73 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (188 occurrences de /t/)	266
Graphique 74 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en quatrième position des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (124 occurrences de /t/)	266

Graphique 75 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3) par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (200 occurrences de /k/)	268
Graphique 76 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) (119 occurrences de /k/)	268
Graphique 77 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (262 occurrences de /b/)	270
Graphique 78 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /b/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (239 occurrences de /b/)	271
Graphique 79 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (261 occurrences de /d/)	272
Graphique 80 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /d/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (219 occurrences de /d/)	272
Graphique 81 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (260 occurrences de /g/)	273
Graphique 82 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /g/ en position intervocalique, réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (positions 2 et 3), par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (223 occurrences de /g/)	274
Graphique 83 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ , par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (128 occurrences de /b/)	276
Graphique 84 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /b/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (117 occurrences de /b/)	277
Graphique 85 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ , par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (128 occurrences de /d/)	278
Graphique 86 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /d/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (95 occurrences de /d/)	279
Graphique 87 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les première (1/2) et deuxième (2/2) moitiés (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ , par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (129 occurrences de /g/)	280
Graphique 88 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /g/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (104 occurrences de /g/)	280
Graphique 89 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (259 occurrences de /p/)	282
Graphique 90 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /p/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (132 occurrences de /p/)	282

Graphique 91 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (247 occurrences de /t/)	283
Graphique 92 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /t/ en position finale des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (131 occurrences de /t/)	283
Graphique 93 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position intervocalique des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (position 2 et 3) par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (251 occurrences de /k/)	284
Graphique 94 : Taux de voisement moyen (avec un écart-type) sur les premier (1/3), deuxième (2/3) et troisième tiers (3/3) (v-pattern) des occlusives /k/ en position finale (4) des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t) (132 occurrences de /k/)	284
Graphique 95 : Pourcentage d'occurrences des occlusives /b d g p t k/ avec détection de fréquence fondamentale au début du relâchement par rapport au nombre total d'occurrences de cette même occlusive avec présence d'un relâchement pour 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) selon la position 1 (pos1), 2 (pos2), 3 (pos3) ou 4 (pos4) dans le logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄	286
Graphique 96 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement voisées /b d g/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)	288
Graphique 97 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement sourdes /p t k/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)	289
Graphique 98 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement voisées /b d g/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)	290
Graphique 99 : Nombre d'occurrences par rapport au nombre total d'occurrences d'occlusives phonologiquement sourdes /p t k/ avec présence de F0 au début du relâchement pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)	291
Graphique 100 : Durée moyenne (avec un écart-type) des voyelles (V) /a i u/ confondues précédant les consonnes /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ produites par 11 locutrices françaises (2376 occurrences)	294
Graphique 101 : Durée moyenne (avec un écart-type) des voyelles (V) /a i u/ confondues précédant les consonnes /b p d t g k/ en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ produites par 11 locutrices taïwanaises (2375 occurrences)	295
Graphique 102 : durée moyenne (ms) des voyelles produites avant les occlusives /b p d t g k/ par 11 locutrices françaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (2376 occurrences)	296
Graphique 103 : durée moyenne (ms) des voyelles produites avant les occlusives /b p d t g k/ par 11 locutrices taïwanaises en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (2375 occurrences)	296
Graphique 104 : Moyennes de v-ratio (%) des occlusives /b d g/ produites en positions intervocaliques par rapport au nombre d'occurrences de voyelles (Nombre F0) suivant ces occlusives avec présence de F0 en début de voyelle pour 11 locutrices taïwanaises	303
Graphique 105 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu au début des voyelles V /a i u/ (confondues) après les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 1, 2 et 3 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices françaises (1188 occurrences d'occlusives voisées /b d g/ et 366 occurrences d'occlusives sourdes /p t k/)	306
Graphique 106 : Moyenne (Hz) avec un écart-type de la F0 au début des voyelles /a i u/ en fonction de la consonne qui précède (/b p d t g k/) pour 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f)	307
Graphique 107 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu au début des voyelles V /a i u/ (confondues) après les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 1, 2 et 3 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices taïwanaises (917 occurrences d'occlusives voisées /b d g/ et 502 occurrences d'occlusives sourdes /p t k/)	308
Graphique 108 : Moyenne (Hz) avec un écart-type de la F0 au début des voyelles /a i u/ en fonction de la consonne qui précède (/b p d t g k/) pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t)	309

Graphique 109 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ (confondues) devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices françaises (381 occurrences de /b/, 363 /p/, 395 /d/, 391 /t/, 396 /g/ et 365 /k/)	315
Graphique 110 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ (confondues) devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices taïwanaises (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/).....	315
Graphique 111 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices françaises (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/)	316
Graphique 112 : Moyenne de F0 (avec un écart-type) obtenu en fin des voyelles V /a i u/ devant les occlusives /b p d t g k/ réalisées en positions 2, 3 et 4 de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ de 11 locutrices taïwanaises (385 occurrences de /b/, 386 /p/, 391 /d/, 386 /t/, 378 /g/ et 365 /k/)	317
Graphique 113 : Fréquence fondamentale (Hz) (avec un écart-type) en fin de voyelles V /a i u/ (confondues) en fonction de la consonne C qui suit (/b p d t g k/) réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f).....	319
Graphique 114 : Fréquence fondamentale (Hz) (avec un écart-type) en fin de voyelles V /a i u/ (confondues) en fonction de la consonne C qui suit (/b p d t g k/) réalisées dans des logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ pour 11 locutrices taïwanaises (Loc1t à Loc11t).....	320
Graphique 115 : Nombre de réponses d'identification de [b̥] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)	- 64 -
Graphique 116 : Nombre de réponses d'identification de [d̥] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)	- 65 -
Graphique 117 : Nombre de réponses d'identification de [g̥] en tant que /b p d t k g/ pour 4 productions différentes selon la voyelle /a i u/ et la position prosodique (initiale : syllabe CV, intervocalique : syllabe VCV ou finale : syllabe VC) produites par un total de 11 locutrices taïwanaises et identifiées par 10 auditeurs natifs du français (soit 120 réponses)	- 65 -
Graphique 118 : Valeurs indicatives du débit (syllabes/sec) de chaque groupe de locutrices : françaises (FR) et taïwanaises (TW) lors de la production des syllabes de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (3168 syllabes pour le groupe FR et 3167 pour le groupe TW).....	- 92 -
Graphique 119 : Valeurs indicatives du débit (nombre de syllabes par seconde) de chaque locutrice française et taïwanaise lors de la production des syllabes de logatomes C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ (288 syllabes par locutrice ou 287 pour Loc4t)	- 93 -
Graphique 120 : Durée (en ms) des occlusives /b d g p t k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taïwanaises (TW) produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ / (726 occurrences pour les Françaises et 757 pour les Taïwanaises) ..	- 93 -
Graphique 121 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /b/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice).....	- 95 -
Graphique 122 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /d/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice).....	- 95 -
Graphique 123 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /g/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice).....	- 96 -
Graphique 124 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /p/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taïwanaises, produites en deuxième position de logatome C ₁ VC ₂ VC ₃ VC ₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice).....	- 96 -

Graphique 125 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /t/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaïses, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice) - 97 -

Graphique 126 : durée moyenne (en ms) de l'occlusive /k/ (avec un écart-type) réalisée par 11 locutrices françaises (Loc1f à Loc11f) et 11 locutrices taiwanaïses, produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ (12 occurrences par locutrice) - 97 -

Graphique 127 : Durée moyenne (ms) de la phase d'occlusion des occlusives /b d g p t k/ (avec un écart-type) de 11 locutrices françaises (FR) et 11 locutrices taiwanaïses (TW) produites en deuxième position de logatome C₁VC₂VC₃VC₄ en coarticulation avec les voyelles /a i u/ - 103 -

Graphique 128 : Histogrammes du nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ de 11 locutrices françaises (Loc1f à loc11f) en fonction de leur taux de voisement. Les occurrences (36 max par consonne et par locutrice) sont regroupées par tranches de 10% sur une échelle de 0% à 100%. Les consonnes sont réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) (1174 occurrences)..... - 113 -

Graphiques 129 : Histogrammes du nombre d'occurrences des consonnes /b d g/ de 11 locutrices taiwanaïses (Loc1t à loc11t) en fonction de leur taux de voisement. Les occurrences (36 max par consonne et par locutrice) sont regroupées par tranches de 10% sur une échelle de 0% à 100%. Les consonnes sont réalisées en positions 2, 3 et 4 des logatomes C₁VC₂VC₃VC₄ (V= /a i u/) (1184 occurrences)..... - 117 -

L'opposition de voisement des occlusives orales du français par des locuteurs taiwanais

Résumé

Cette thèse traite de l'acquisition des occlusives sourdes /p t k/ et sonores /b d g/ du français par 11 locutrices taiwanaises de niveau intermédiaire à avancé. La situation de Taïwan est qualifiée de diglossique, les locuteurs parlent généralement deux langues dont les principales sont le chinois mandarin et le taiwanais. Le chinois mandarin possède les occlusives /p t k p^h t^h k^h/ tandis que le taiwanais possède les occlusives /b g p t k p^h t^h k^h/. L'analyse acoustique des logatomes CVCVCVC où C=/b d g p t k/ et V=/a i u/ révèle une grande hétérogénéité entre les locutrices : les indices des natifs du français pour opposer entre sourdes et sonores sont parfois utilisés par les non-natifs, parfois non. On note l'influence du chinois mandarin. Un test de perception révèle une moins bonne discrimination des paires de consonnes /b p/, /d t/ et /g k/ en syllabe CV si V=/a/, comparé à /i u/. Ces résultats suggèrent une tendance générale chez ces auditrices à mieux discriminer les occlusives du français lorsque le VOT des sourdes est plus long et à ne pas tenir compte du VOT négatif des voisées. En perception, les indices pour discriminer les occlusives aspirées et non-aspirées du chinois mandarin semblent ainsi également être utilisés en français. Nous n'avons pas relevé de signe d'une influence du taiwanais, où l'opposition de voisement existe cependant.

Mots clés : phonétique, acoustique, perception, prononciation, voisement, consonne occlusive, VOT, v-ratio, français, chinois mandarin, taiwanais, Français Langue Etrangère (FLE)

Voicing opposition of the French oral stops by Taiwanese speakers

Abstract

This dissertation deals with the acquisition of French voiceless stops /p t k/ and voiced stops /b d g/ by 11 Taiwanese intermediate or advanced learners of L2 French. The linguistic situation in Taiwan is described as diglossia. Most speakers speak two languages, mainly Mandarin Chinese and Taiwanese. Mandarin Chinese has plosives /p t k p^h t^h k^h/ while Taiwanese has /b g p t k p^h t^h k^h/. An acoustic analysis of CVCVCVC logatoms where C = /b d g p t k/ and V = /a i u/ shows important heterogeneity among speakers. The cues used by French native speakers to oppose voiceless and voiced stops are irregularly used by non-native speakers. The influence of Mandarin Chinese is noted. A perception test shows poorer discrimination among pairs of consonants (/b p/, /d t/ and /g k/) in CV syllable when V = /a/, as compared to /i u/. The results show that non-native listeners tend to, firstly, better discriminate the voiceless plosives of French when the VOT is longer and secondly, ignore the negative VOT of voiced stops. As regards perception, the cues used in Mandarin Chinese to discriminate between aspirated and non-aspirated stops consonants seem to be used in French too. No clue to the influence of Taiwanese has been found, although the opposition of voicing exists.

Keywords: phonetics, acoustics, perception, pronunciation, voicing, stop consonant, VOT, v-ratio, French, Mandarin Chinese, Taiwanese, French as a Foreign Language (FLE)

UNIVERSITE SORBONNE NOUVELLE – PARIS 3

Ecole Doctorale 268: Langage et Langues : description, théorisation, transmission

UFR de Linguistique et Phonétique Générales et Appliquées (ILPGA)

1, rue Censier, 75005 Paris