



HAL
open science

Étude articulatoire aérodynamique et acoustique des consonnes fricatives et affriquées du mandarin

Ming Xiu

► **To cite this version:**

Ming Xiu. Étude articulatoire aérodynamique et acoustique des consonnes fricatives et affriquées du mandarin. Sciences de l'Homme et Société. 2014. dumas-01009850

HAL Id: dumas-01009850

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01009850>

Submitted on 18 Sep 2014

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.



**Étude articulatoire, aérodynamique et acoustique
des consonnes fricatives et affriquées
du mandarin**

**中文普通话擦音和塞擦音
超声波成像 空气动力 与频谱研究**

Nom: XIU

Prénom : Ming

修 明

Sous la direction de Didier DEMOLIN

UFR LLASIC

Département Sciences du langage

Préparé au sein du Laboratoire GIPSA-lab, CNRS UMR 5216 dans l'Ecole Doctorale

Langues, Littératures et Sciences Humaines

于法国国家科学研究中心 UMR 5216 GIPSA-lab 实验室

Mémoire de master 2 recherche – 30 crédits - Mention Sciences du langage

Spécialité : Langage, parole, variations, surdité

Année universitaire 2013 – 2014

Remerciement

Je souhaite ici remercier mon maître de mes deux ans de Master, Monsieur Didier Demolin, pour m'avoir ouvert une porte au monde de la recherche en phonétique expérimentale, pour être toujours là pour me guider, pour m'avoir jamais laisser. Il me donne toujours la confiance. C'est aussi lui qui m'a aidé pour les traitements des données la rédaction du mémoire.

J'aimerais remercier Madame Nathalie Vallée, qui m'a donné des conseils et des aides pour mon mémoire.

Je voudrais remercier Monsieur Giovanni Depau pour ses conseils et l'enseignement des connaissances de dialectologie.

Merci à Monsieur Christophe Savariaux, notre Ingénieur, qui nous a aidé pour des supports techniques.

Merci aux membres du Gipsa-lab de m'avoir soutenu tout le temps pendant ces deux ans.

Je remercie également Manon Carrissimo-Bertola pour ses conseils et son soutien.

Merci à Madame Jieyue Wang pour l'organisation des sujets qui viennent des villes différentes.

Merci à mes collègues Mlle Léa Cottavoz et Mlle Clothilde Chabiron pour leurs aides pendant les deux ans. C'est un plaisir de travailler avec vous.

Merci à Madame 김남희 pour son soutien moral. 요리 못하는 우리 남희야 고마워.

Merci 妈妈爸爸 (mama' papa) qui sont à l'autre bout de ce continent de l'Eurasie. J'espère que vous pourrez être fiers de moi. 妈妈爸爸, 谢谢你们。希望你们能为儿子骄傲。



Déclaration anti-plagiat

Document à scanner après signature
et à joindre au mémoire électronique

DECLARATION

1. Ce travail est le fruit d'un travail personnel et constitue un document original.
2. Je sais que prétendre être l'auteur d'un travail écrit par une autre personne est une pratique sévèrement sanctionnée par la loi.
3. Personne d'autre que moi n'a le droit de faire valoir ce travail, en totalité ou en partie, comme le sien.
4. Les propos repris mot à mot à d'autres auteurs figurent entre guillemets (citations).
5. Les écrits sur lesquels je m'appuie dans ce mémoire sont systématiquement référencés selon un système de renvoi bibliographique clair et précis.

NOM : YIU PRENOM : Ming

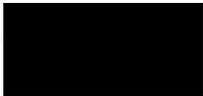
DATE : 20/04/2014 SIGNATURE : 

Table des matières

Remerciement	2
Table des matières	4
Résumé	5
Introduction	6
1. Aspects phonétiques et phonologiques	8
1.1. Les consonnes rétroflexes du chinois	8
1.2. Rétroflexe ou non rétroflexe ?	9
2. Méthodologie	11
2.1 Matériel	11
2.1.1 Les ultrasons	11
2.1.2 Aérodynamique	12
2.1.3. Le traitement des signaux acoustiques	13
2.2. Participants	14
2. 3. Corpus	16
3.1. Interprétation des contours des ultrasons	17
3.1.1. Séquences d'images ultrasons enregistrées à partir des 3 paires minimales	17
3.1.2. Consonnes affriquées, sourde, sourde et aspirée : <i>j</i> [tɕ] et <i>q</i> [tɕʰ]	23
3.1.3. Consonne fricative, sourde et aspirée : <i>x</i> [ç]	25
3.2. Analyse « dynamique »	27
4.4. Acoustique	48
4. Discussion	54
5. Perspectives	56
6. Conclusion	57
Bibliographie	60
Table des annexes	66
Table des illustrations	88

Résumé

Le chinois possède des consonnes rétroflexes qui n'existent que dans environ 11 % des langues du monde (Maddieson 1984). Par rapport à d'autres langues (kanadda de l'Inde et namtrik de Colombie) qui possèdent aussi ces consonnes, nous pouvons nous demander si elles sont produites avec des stratégies articulatoires similaires ou différentes. Beaucoup de chercheurs ont essayé de mettre en lumière cette problématique, par exemple Ladefoged & Wu (1984). Les limites techniques de ces études et les données acquises n'ont jusqu'à présent pas encore permis de résoudre cette question.

Notre étude vise à expliquer cette problématique avec des techniques plus modernes et plus précises. Ladefoged & Wu (1984) ont travaillé sur les consonnes fricatives et les affriquées du mandarin. La technique qu'ils ont utilisée était la photographie rayon X, mais pas la cinéradiographie. Pour obtenir les contours, il fallait donc que le sujet maintienne les différentes étapes de la production pour réaliser des recherches photographiques de la production. Il était donc très difficile dans ces conditions d'obtenir des données précises sur les différentes phases de l'articulation des rétroflexes du mandarin.

Ce travail utilise la technique des ultrasons qui donnent des images du contour de la langue. Cela permet aussi de suivre l'évolution temporelle des mouvements de la langue et de ses différentes parties (apex, dorsum, racine). En Chine, la technique des ultrasons n'est pas encore bien répandue dans le domaine d'étude de la phonétique.

Ce travail est complété par des analyses aérodynamiques et acoustiques.

Mot clés : mandarin, affriquée, fricative, rétroflexe, ultrasons, aérodynamique, acoustique, articulatoire.

Introduction

Le chinois est aussi comme la langue de Han dont il existe sept principaux dialectes : le mandarin, le wu, le hakka, le min, le cantonais, le xiang, le gan. Puis il existe aussi nombreux autres dialectes qui ne sont pas classifiés. Il est un ensemble de langues/dialectes qui sont parlés en Chine continentale, à Macao, Hongkong, Taïwan, Singapour, Malaisie, etc.

Grâce à l'unification de l'empire Qin (221 av. J. -C. – 207 av. J. -C.), l'écriture chinoise a été unifiée que les locuteurs d'origines différentes peuvent communiquer en se basant sur un même système d'écriture.

Le mandarin est aussi connu comme la langue normale, la langue, la langue nationale, langue normale, parfois même confondu avec « le pékinois » par certains locuteurs, bien que le mandarin et le pékinois soient deux variations différentes du chinois.

Pour des raisons politiques de centralisation et pour faciliter la communication des gens de régions différentes, chaque dynastie dans l'histoire en Chine a proposé son propre norme standardisé qui a été appelée « le mandarin », comme l'italien standard. Ce dont nous parlons aujourd'hui est le mandarin moderne qui est basé sur le dialecte pékinois et la langue du nord de la Chine en s'éliminant les accents régionaux.

En chinois archaïque, les phonèmes rétroflexes n'existaient pas. Pour origine des consonnes rétroflexes du chinois deux points de vue restent toujours en controverse.

Selon une très petite part de chercheurs, les consonnes rétroflexes ont été introduites en chinois à la dynastie Yuan (1271 - 1368), qui est la première dynastie que la Chine est gouvernée par une ethnie d'origine non-Han où la Chine est entièrement sous domination mongole de 1279 à 1368.

Mais selon plus part de chercheurs, elles ont été introduites en chinois à la dynastie Qing (1644 - 1912), qui est la dernière dynastie impériale à avoir régné sur la Chine. La deuxième dynastie que la Chine est gouvernée par un ethnie d'origine non-Han où la Chine est entièrement sous domination de mandchoue de 1644 à 1912.

Pendant ces deux époques où les mongols et les mandchous dominaient la Chine. Ces

peuples ont commencé à utiliser le chinois après qu'ils aient traversé la grande muraille et conquis la Chine. Le chinois reste toujours la langue de référence.

Les mongoles de la dynastie Yuan et les mandchoues de la dynastie Qing parlaient des langues altaïques. Ils ont introduit leurs prononciations et l'accent régional dans la généralisation du chinois pendant leurs dominations en Chine.

En Chine, les locuteurs du nord prononcent plus de rétroflexes que les habitants au sud. Par exemple en mandarin du nord de la Chine, il existe trois paires minimales de rétroflexe / non rétroflexe :

[tʂ] vs [ts]

[tʂʰ] vs [tsʰ]

[ʂʰ] vs [sʰ]

Mais plus au sud, cette opposition est plus faible, jusqu'à ce qu'elle disparaisse. Il est probablement à cause de l'influence des langues altaïques.

Dans notre étude, nous allons étudier les stratégies au niveau d'articulation des consonnes rétroflexes et trois consonnes fricatives et affriquées du mandarin pour savoir si ces consonnes sont produites avec des stratégies articulatoires similaires ou différentes. Nous allons aussi mettre en lumière qu'il s'agit un lieu d'articulation ou plutôt d'un mode articulation.

1. Aspects phonétiques et phonologiques

1.1. Les consonnes rétroflexes du chinois

En phonétique articulatoire, une consonne rétroflexe désigne une consonne réalisée avec la pointe de la langue qui s'incurve vers l'arrière et dont le lieu d'articulation se situe au niveau du palais. Ces sons existent notamment dans les langues indo-aryennes, dans les langues dravidiennes, comme le kanadda en Inde, en namtrik de Colombie et en mandarin. Ce type de consonnes n'est pas très fréquent dans les langues du monde (Maddieson, 1984). Le chinois a traversé plusieurs époques entre le proto-mandarin et le mandarin moderne. En chinois archaïque, les phonèmes rétroflexes n'existaient pas, mais dans le chinois médiéval, il est apparu des consonnes similaires aux rétroflexes.

En Mandarin moderne, il existe trois consonnes rétroflexes sourdes, une fricative et deux affriquées [ʂ^h], [tʂ], [tʂ^h] (API, 2005). Les consonnes rétroflexes viennent des bannermans¹ de Mandchourie qui apprenaient le chinois sous la dynastie Qing (AC.1644 à 1912). Les bannermans parlaient le mandchou comme langue maternelle, une langue altaïque. A l'origine, les trois consonnes rétroflexes étaient trois consonnes prononcées avec la pointe de la langue par les chinois. Les mandchous qui ont conquis la grande muraille, ont amenés leurs sons rétroflexes en Chine.

1 Le système des huit bannières était la structure administrative mandchoue. Instauré par Nurhachi après son unification des tribus mandchoues (AC.1619), chaque famille mandchoue était associée à une des huit bannières. Chaque bannière correspond à une branche de la noblesse.

1.2. Rétroflexe ou non rétroflexe ?

Les recherches sur les trois consonnes rétroflexes ont commencé à partir des années 1920. Différents points de vue coexistent depuis. Selon Qian (1920), les trois consonnes chinoises sont identiques à [tʃ], [tʃʰ], [ʃ] de l'anglais. Selon Karlgren (1994), ce sont des consonnes produites avec la pointe de la langue contre le palais dur, et il faut avoir des symboles spéciaux pour les décrire. Selon la description de Chao (1948, 1968), ce genre de consonne est apical post-alvéolaire. Pour les produire, il faut toucher ou approcher le palais dur avec la partie inférieure de la langue en la relevant ou en la courbant vers l'arrière. Chao les transcrit avec les symboles API [tʂ], [tʂʰ], [ʂʰ].

L'étude la plus systématique sur les rétroflexes est celle de Ladefoged & Wu (1984), consacrée à l'étude des lieux d'articulation des fricatives et des affriquées en pékinois. Dans leur article, ils discutent de la controverse sur les rétroflexes qu'ils appellent des '*so-called retroflexed*' selon leurs résultats, il n'y a pas d'élévation et de rétraction de la pointe de la langue vers l'arrière. Les locuteurs ont produit les rétroflexes avec la partie supérieure de la surface de la pointe de la langue.

Ladefoged & Wu (1984) ont recueilli 3 types de données : palatogrammes statiques, rayon X et données acoustiques. Les données par rayons X de la figure 1-1 confirment que la zone de contact est différente entre les lamino-alvéolaires et les apico-post-alvéolaires chez les trois sujets. Nous pouvons voir que la pointe de la langue est dirigée vers le haut mais pas vers l'arrière du palais dur. Les palatogrammes (figure 1-2) le prouvent également par la forme de la zone de contact.

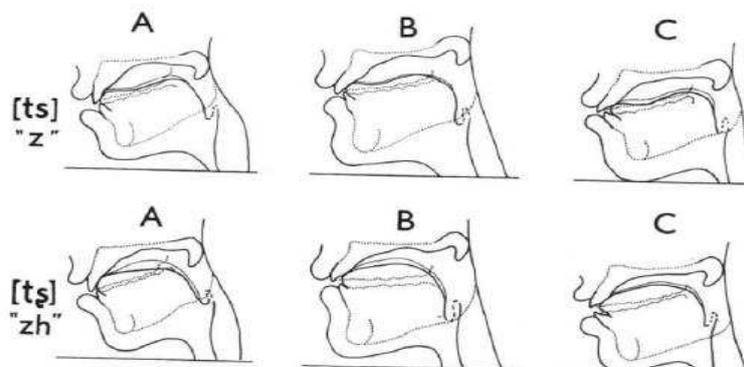


Figure 1-1 : Contours de langue lors de la production des consonnes z [ts], zh [tʂ] obtenus par rayons X. ABC désignent les contours des trois sujets (Ladefoged & Wu, 1984).

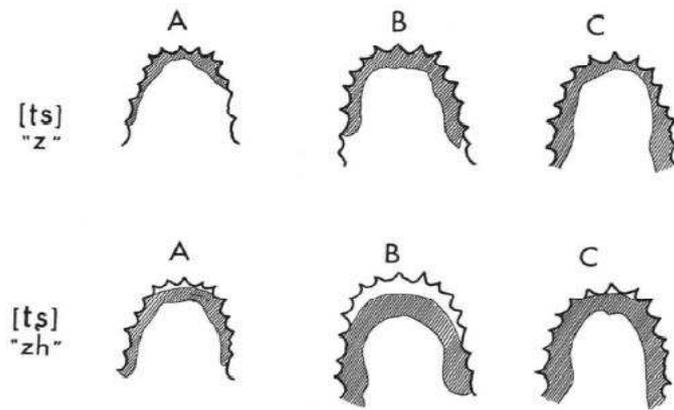


Figure 1-2 : Palatogrammes des consonnes *zh* [ts], *zh* [tʂ] produits par les trois sujets (Ladefoged & Wu, 1984).

Afin de décrire la forme de la langue lors de la production des rétroflexes du mandarin, nous utiliserons dans ce travail la technique des ultrasons qui permet d'obtenir des images du contour de la langue de manière non-invasive, comme le montre la figure 1-3

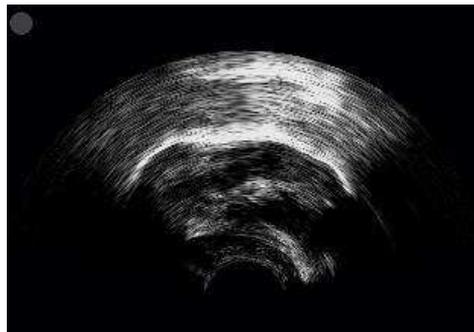


Figure 1-3 : Image d'ultrasons montrant le contour de la langue. L'apex est situé à droite, la racine de la langue à gauche

2. Méthodologie

2.1 Matériel

2.1.1 Les ultrasons

Nous proposons une étude de l'articulation des consonnes fricatives et affriquées du mandarin. La base pour sélectionner un contour à partir d'ultrasons était la suivante. Le contour choisi était celui qui semblait caractériser le mieux la constriction pour la partie fricative et la partie en contact pour la partie occlusive dans le cas des affriquées. Dans le cas des fricatives et parties fricatives des affriquées, le contour choisi était celui qui montrait la pointe ou la lame de la langue dans la position la plus élevée et la plus rétractée. Un contour du palais était superposé aux contours linguaux dans l'espace du logiciel AAA.

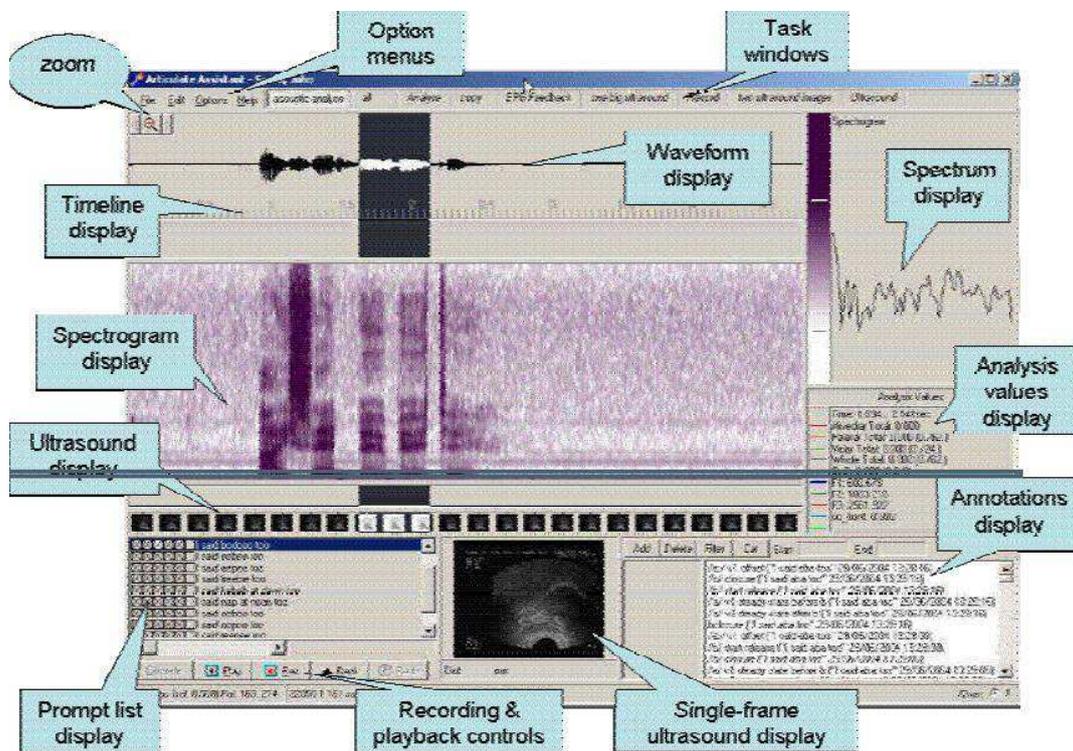


Figure 2-1: Illustration de l'interface de l'Advanced Articulate Assistant (AAA).

La technique des ultrasons consiste à appliquer une sonde contre la peau près de la partie du corps à observer. Cette sonde contient un émetteur d'ultrasons et un récepteur d'écho. Elle projette des ultrasons qui traversent la peau, les tissus et arrivent sur l'organe observé. Les ondes

ultrasonores émises ont une fréquence de 3 MHz à 10 MHz. Les ondes, d'amplitudes différentes, sont réfléchies par les organes et retournent par le récepteur. Une fois être recueillies par le récepteur, elles seront analysées par un système informatique selon les temps de retours différents des ondes réfléchies. Les ondes se propagent à la vitesse de 800 m/s dans le corps humain. L'ordinateur retransmet des données (images ou vidéo) sur un terminal, qui sont enregistrées en temps réel.

Les structures molles font des petits échos. Les structures solides comme les os, renvoient beaucoup d'échos. Normalement les images sont en trois teintes : gris, noir et blanc. La couleur grise représente les ondes réfléchies d'amplitudes intermédiaires. Le couleur noir représente les ondes réfléchies de plus faible amplitude. Le blanc représente les ondes réfléchies de plus grande amplitude.

L'enregistrement des données de ce travail ont été faite à 80 images par seconde. Pour chaque mot, nous avons enregistré simultanément les images ultrasons en synchronisation avec le son en posant l'émetteur d'ultrasons sous le menton du sujet avec le microphone à côté. Les contours de la langue ont été extraits avec le logiciel AAA (Figure 2-1) développé par Alan Wrench au Queen Margaret Collège d'Edinburgh. Ce logiciel affiche et suit le mouvement de la langue dans la séquence d'ultrasons enregistrée. Il permet aussi de visualiser le spectrogramme et traiter les données d'électropalatographie en temps réel.

2.1.2 Aérodynamique

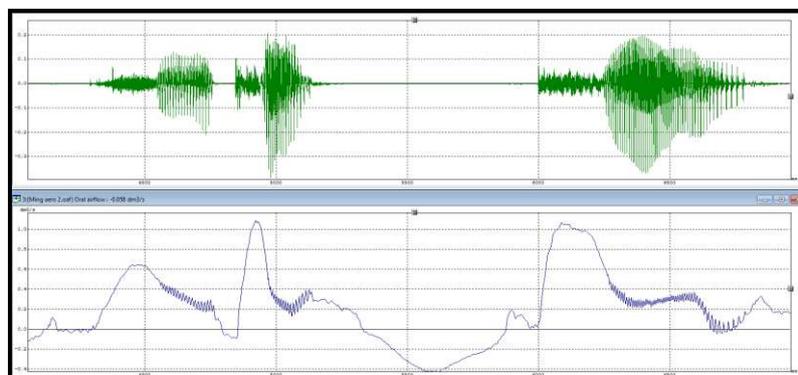


Figure 2-2: Illustration de l'interface de PHONEDIT.

Les données aérodynamiques ont été enregistrées avec la station EVA2. La durée des

consonnes et le débit d'air oral ont été mesurés avec le logiciel PHONEDIT (Figure 2-2) développé par Laboratoire Parole et Langage (LPL), d'Aix-en-Provence.

2.1.3. Le traitement des signaux acoustiques

Le traitement des signaux acoustiques a été effectué avec le logiciel *Signal Explorer*.

2.2. Participants

Les données d'ultrasons ont été prises avec sept sujets issus de différentes zones géographiques de la Chine (Figure 2-3). Tous sont locuteurs natifs du chinois. Tous sont étudiants à l'université de Grenoble, âge de 19 à 28 ans (moyenne = 23 ans). Seuls quatre ont été gardés pour cette étude en raison de problèmes liés à l'acquisition des données avec trois sujets.

S 1 : Sujet féminin de Mandchou ; 23 ans

S 3 : Sujet féminin de Pékin (Beijing) ; 19 ans

S 5 : Sujet féminin de Sichuan ; 19 ans

S 7 : Sujet féminin de Hubei ; 22 ans



Figure 2-3 : Origine linguistique des participants à l'expérience

Carte de *Capital Mandarin School*

L'expérience aérodynamique a été faite avec six sujets dont trois sujets sont identiques avec l'expérience d'ultrasons.

S 1 : Sujet féminin de Mandchou ; 23 ans

S 2 : Sujet masculin de Mandchou ; 23 ans

S 3 : Sujet féminin de Pékin (Beijing) ; 19 ans

S 4 : Sujet masculin intermédiaire (Pékin) ; 26 ans

S 5 : Sujet féminin de Sichuan ; 19 ans

S 6 : Sujet masculin de Sichuan ; 28 ans

La plupart des locuteurs du mandarin prononcent cette langue avec un accent régional particulier provenant. Ceci est vrai sein des média, même pour les acteurs et reporters. Il fallait donc chercher des locuteurs provenant de la même région pour minimiser les variations.

Nous avons donc choisi des locuteurs originaires de régions où le système phonologique est identique à celui du mandarin. Ce sont les régions du mandarin, nommées régions de la ‘langue du nord’.

Les sujets 1 et 2 viennent de l’ancienne Mandchourie (connue aussi sous le nom de dong'san'sheng 东三省), de Liao'ning 辽宁 (connue aussi sous le nom de feng'tian'sheng 奉天省). Ils sont Han et parlent le chinois mandarin comme langue maternelle. . Les habitants de cette région conservent un accent mandchou qui s’est implanté avant la généralisation et la standardisation du mandarin, sous la dynastie Qing.

Les sujets 5 et 6 sont originaires de la région de Sichuan qui est le territoire presque le plus au sud de la zone du mandarin. C’est une région où l’influence de l’autorité centrale était moindre qu’ailleurs. Cette région est loin du contrôle et de la centralisation, grâce aux montagnes, presque impossibles à traverser, qui l’encerclent. Grâce à cette situation, elle est restée loin des guerres et des bouleversements. Les envahisseurs extérieurs ne pouvaient pas y entrer. En revanche, les habitants avaient aussi des difficultés à en sortir. C’est la raison pour laquelle, dans cette ville, les habitants conservent une prononciation ancienne, de même que dans les provinces encore plus sud.

Les sujets 3 et 4 sont originaires de Pékin, entre l’ancienne Mandchourie et la région de Sichuan. Ils parlent pékinois comme la langue maternelle.

Le sujet 7 vient de Hubei, une ville du sud de la zone du mandarin.

2. 3. Corpus

Pour toutes les tâches, les sujets devaient répéter trois fois chaque mot qui lui était d'abord présenté sous forme écrite dans une liste des mots (idéogrammes et pinyin).

Les consonnes étudiées dans ce travail sont les suivants : *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ], *j* [tɕ], *q* [tɕʰ] et *x* [ɕ] dont le statut phonologique peut être mis en évidence à partir de trois groupes de paires minimales : *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ], vs *z* [ts], *c* [tsʰ], *s* [sʰ].

Nous étudierons ensuite, deux consonnes affriquées, une consonne fricative : *j* [tɕ], *q* [tɕʰ] et *x* [ɕ].

Trois de ces consonnes sont reprises dans des paires minimales. Dans le corpus pour l'enregistrement dans notre expérience, les voyelles sont identiques, pour neutraliser l'effet des coarticulations.

Dans le corpus, les chiffres représentent les 4 tons en mandarin.

Affriquées :

z – *zi4' ran2* [tsɿ²4' ʐan2] 自然 nature

zh – *zhi4' liao2* [tʂɿ4' liao2] 治疗 soigner

c – *ci3' ke4* [tsʰɿ3' kʰɛ4] 此刻 ce moment-ci

ch – *chi3' ru3* [tʂʰɿ3' ʐu3] 耻辱 honte

j – *jin1' tian1* [tɕin1' tʰien1] 今天 aujourd'hui

q – *qian2' tian1* [tɕʰien2' tʰien1] 前天 avant-hier

Fricatives:

s – *si1' huai4* [sɿ1' xuai4] 撕坏 déchirer

sh – *shi1' biao3* [ʂɿ1' piao3] 师表 professeur

x – *xian4' zai4* [ɕien4' tsai4] 现在 maintenant

2 En mandarin, /i/ devient /ɿ/ après ces trois paires minimales.

3. Résultats

3.1. Interprétation des contours des ultrasons

3.1.1. Séquences d'images ultrasons enregistrées à partir des 3 paires minimales

Les figures 3.1-1 à 3.1-8 suivantes présentent les réalisations des consonnes *c* [ts^h] vs *ch* [tɕ^h] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7 dans la paire minimale *ci3' ke4* [ts^h3' k^hɤ4] 此刻 *ce moment-ci* vs *chi3' ru3* [tɕ^h3' zu3] 耻辱 *honte*.

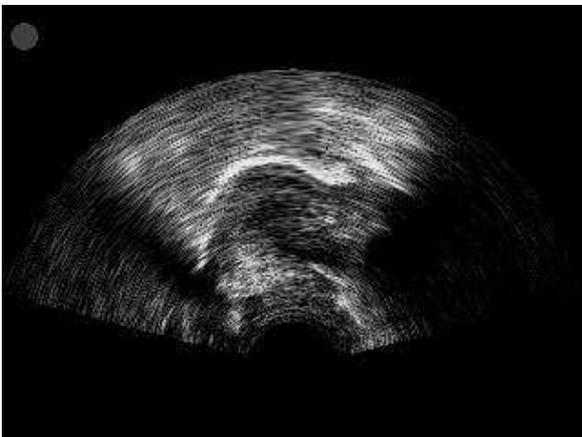


Figure 3.1-1 : *c* [ts^h] -Sujet 1

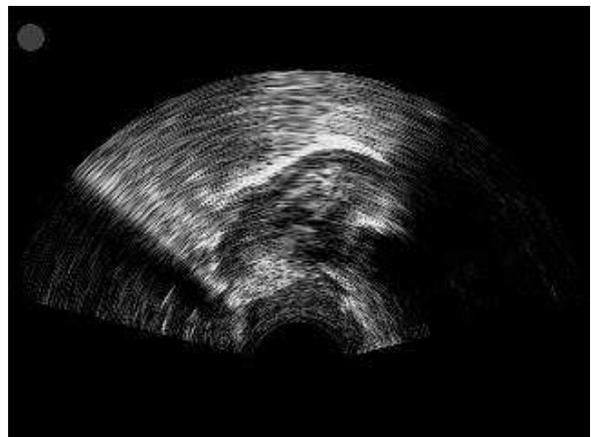


Figure 3.1-2 : *ch* [tɕ^h] -Sujet 1

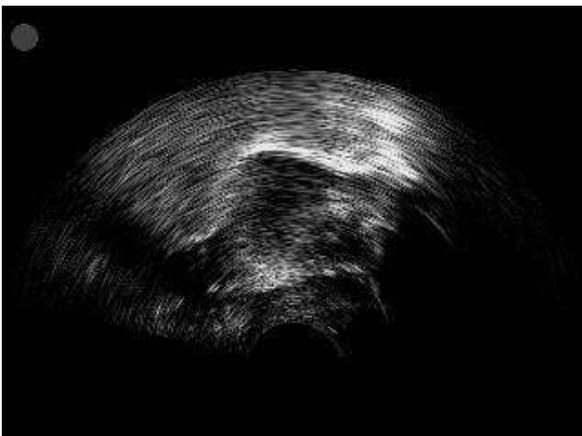


Figure 3.1-3 : *c* [ts^h] -Sujet 3

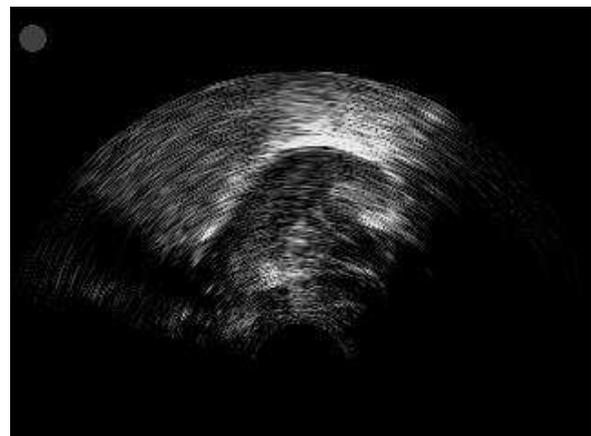


Figure 3.1-4 : *ch* [tɕ^h] -Sujet 3

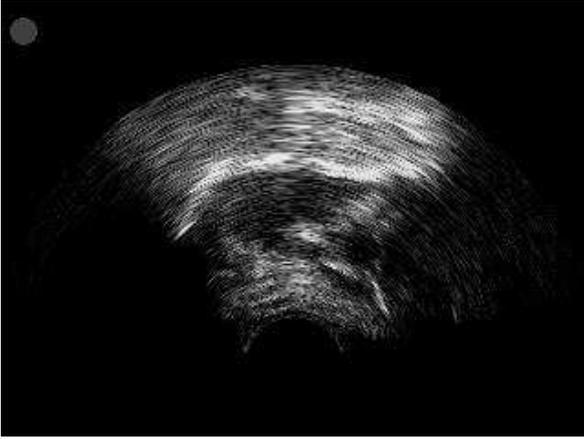


Figure 3.1-5 : *c* [tsʰ] -Sujet 5

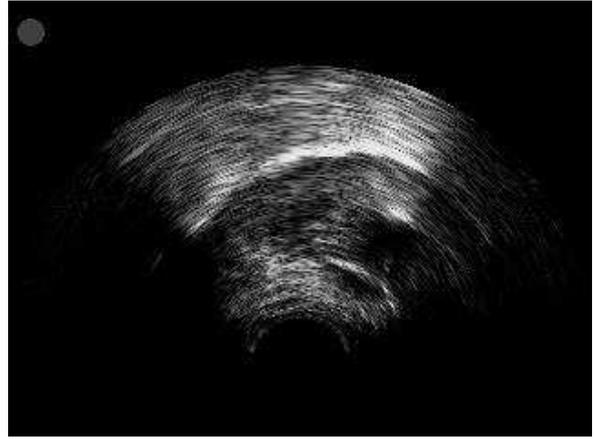


Figure 3.1-6 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 5

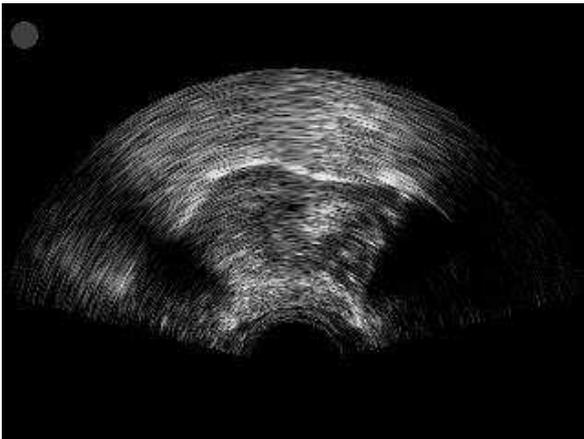


Figure 3.1-7 : *c* [tsʰ] -Sujet 7

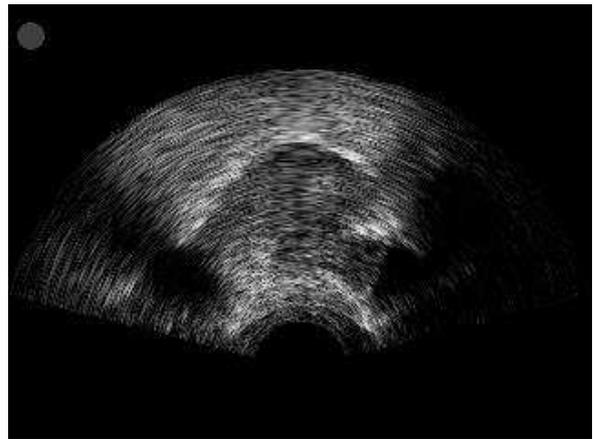


Figure 3.1-8 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 7

Pour la consonne non rétroflexe *c* [tsʰ], nous observons chez les sujet du nord (sujets 1 et 3), la pointe de la langue légèrement relevée avec le dos de la langue plus élevé que la pointe. En même temps, les sujets du sud (sujets 5 et 7) la produisent cette même consonne affriquée avec le corps de la langue aplati et la partie postérieure de la langue légèrement relevée.

Tous les sujets produisent la consonne rétroflexe *ch* [tʂʰ] avec la lame et la pointe de la langue relevées et rétractées vers l'arrière. En autres, la lame et la pointe de la langue des sujets du sud (sujet 5 et 7) sont moins élevés que dans la production des sujets du nord (sujet 1 et 3). Dans ce cas du sujet 5, encore moins dans la réalisation du sujet 7.

Les figure 3.1-9 à 3.1-16 suivantes présentent les réalisations des consonnes *z* [ts] vs *zh* [tʂ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7 dans la paire minimale *zi4' ran2* [tsɿ4' ʐan2] 自然 *nature* vs *zhi4' liao2* [tʂɿ4' liao2] 治疗 *soigner*.

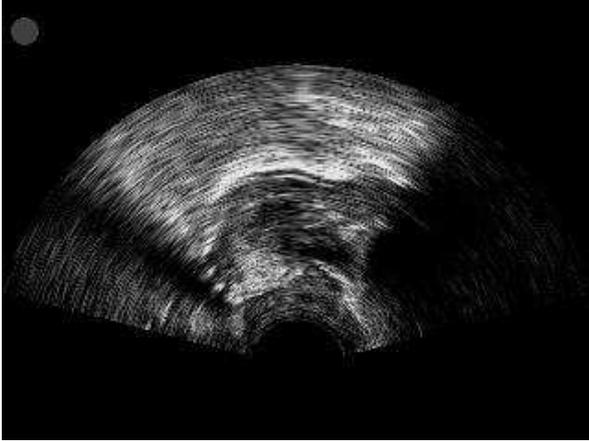


Figure 3.1-9 : *z* [ts] -Sujet 1



Figure 3.1-10 : *zh* [tʂ] -Sujet 1

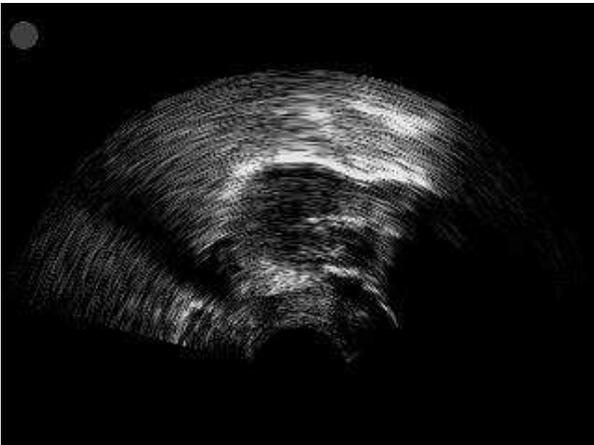


Figure 3.1-11 : *z* [ts] -Sujet 3

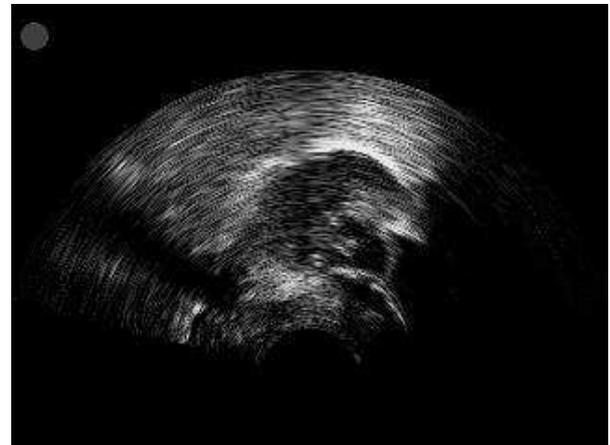


Figure 3.1-12 : *zh* [tʂ] -Sujet 3

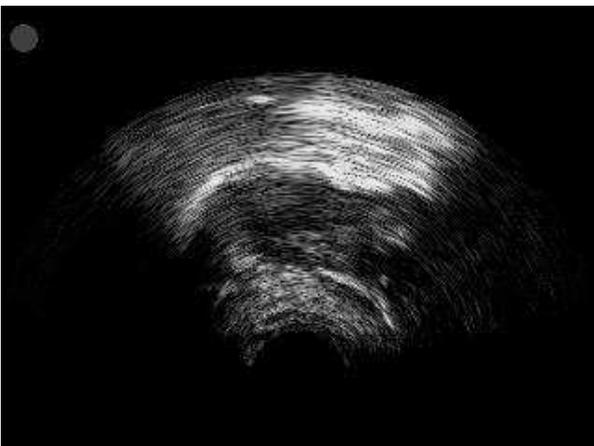


Figure 3.1-13 : *z* [ts] -Sujet 5

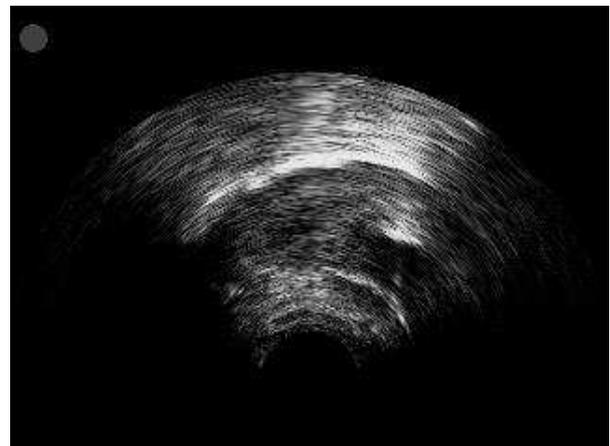


Figure 3.1-14 : *zh* [tʂ] -Sujet 5

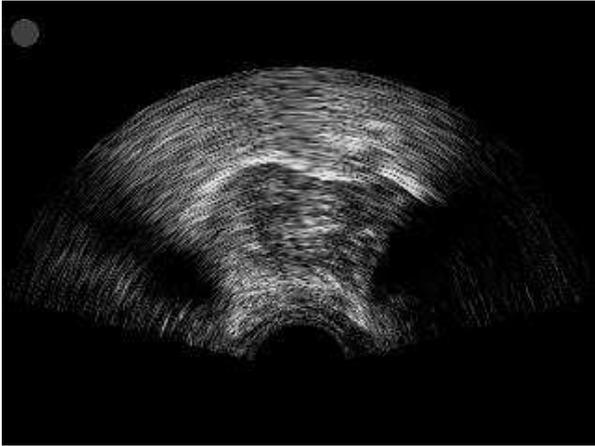


Figure 3.1-15 : z [ts] -Sujet 7

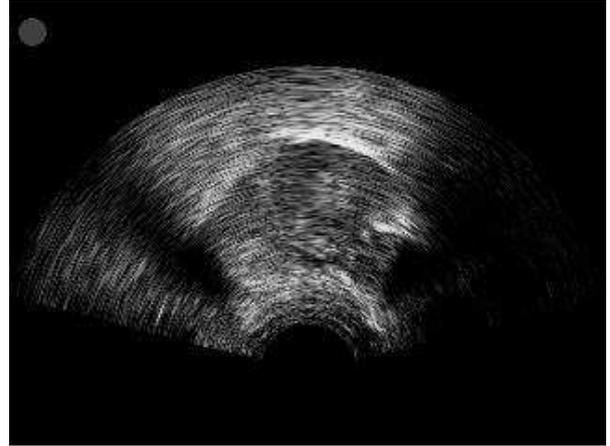


Figure 3.1-16 : zh [tʂ] -Sujet 7

La consonne non rétroflexe z [ts] est chez tous les sujets réalisée avec la pointe de la langue relevée et le dos de la langue plus élevé que la pointe. En même temps, les sujets du sud (sujets 5 et 7) la produisent avec la partie postérieure de la langue légèrement moins relevée que les sujets du nord (sujets 1 et 3).

Tous les sujets produisent la consonne rétroflexe zh [tʂ] avec la lame et la pointe de la langue relevées et rétractées vers l'arrière. Mais les sujets du sud (sujets 5 et 7) relèvent l'apex avec moins d'amplitude que les sujets du nord (sujets 1 et 3). Puis le sujet 5 présente une élévation de l'apex encore moins que le sujet 7.

Figure 3.1-17 à 3.1-24 présentent les réalisations des consonnes *s* [s] vs *sh* [ʃ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7 dans la paire minimale *si1' huai4* [sɿ1' xuai4] 撕坏 *déchirer* vs *shi1' biao3* [ʃɿ1' piao3] 师表 *professeur*.

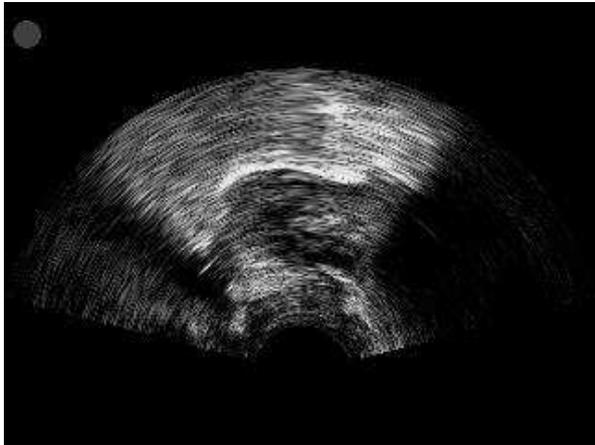


Figure 3.1-17 : *s* [s] -Sujet 1



Figure 3.1-18 : *sh* [ʃ] -Sujet 1

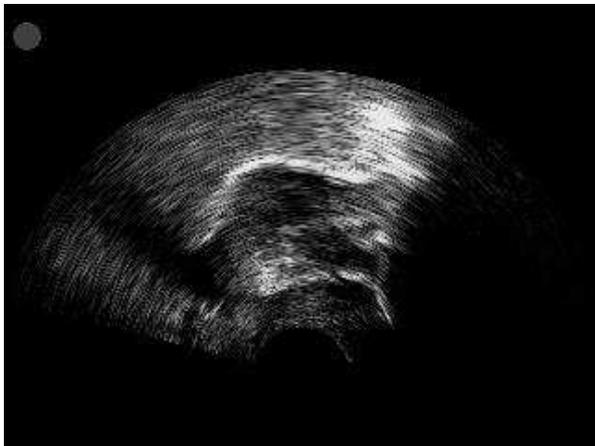


Figure 3.1-19 : *s* [s] -Sujet 3

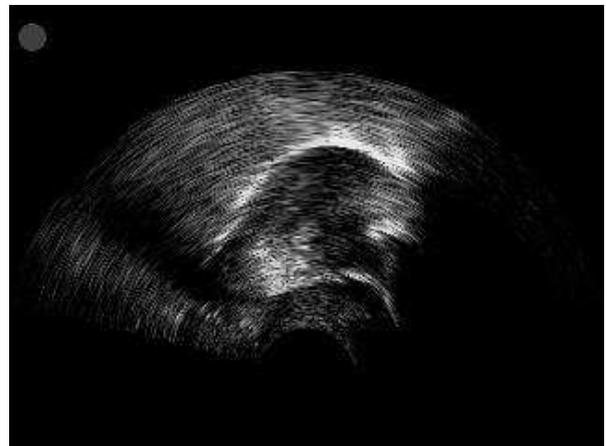


Figure 3.1-20 : *sh* [ʃ] -Sujet 3

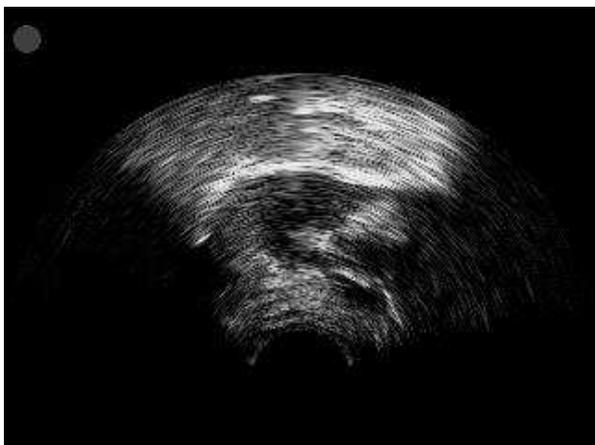


Figure 3.1-19 : *s* [s] -Sujet 5

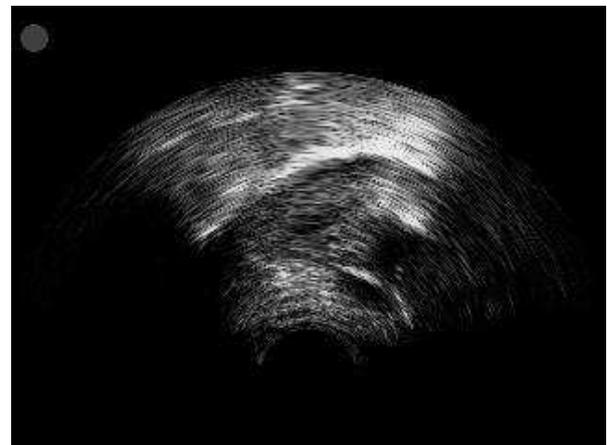


Figure 3.1-20 : *sh* [ʃ] -Sujet 5

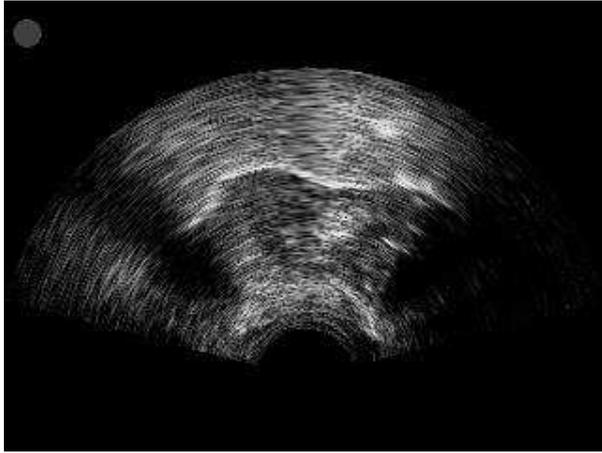


Figure 3.1-23 : *s* [s] -Sujet 7

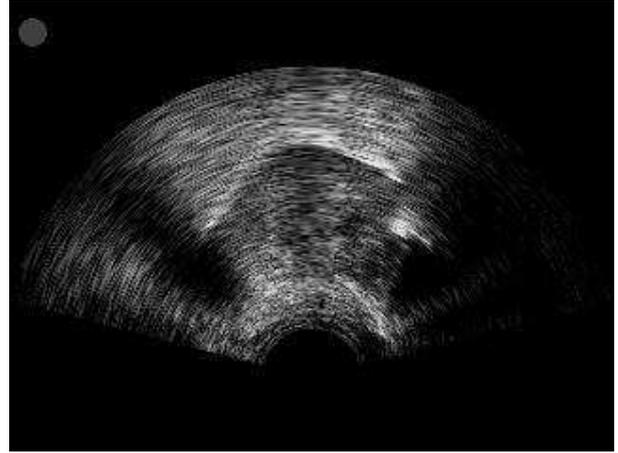


Figure 3.1-24 : *sh* [ʂ] -Sujet 7

Les sujets du nord (sujets 1 et 3) produisent la consonne rétroflexe *s* [s] avec la pointe de la langue légèrement relevée et le dos de la langue plus élevé que la pointe. Les sujets du sud (sujet 5, 7) la produisent avec le corps de la langue plus aplati que les sujets du nord, et la partie postérieure de la langue légèrement relevée.

Tous les sujets produisent la consonne rétroflexe *sh* [ʂ] avec la lame et la pointe de la langue relevées et rétractées vers l'arrière. La lame et la pointe de la langue chez sujets du sud (sujets 5 et 7) sont moins élevées que chez les sujets du nord (sujet 1, 3). Pour cette opposition encore une élévation moindre de l'apex est observée pour le sujet 5 par rapport au sujet 7.

3.1.2. Consonnes affriquées, sourde, sourde et aspirée : *j* [tɕ] et *q* [tɕʰ]

Figure 3.1-25 à 3.1-28 présentent les réalisations des consonnes [tɕ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7 dans le mot *jin1' tian1* [tɕin1' tʰien1] 今天 aujourd'hui

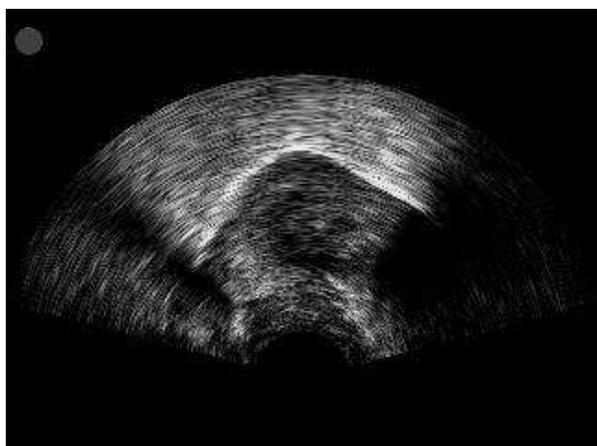


Figure 3.1-25 : *j* [tɕ] -Sujet 1

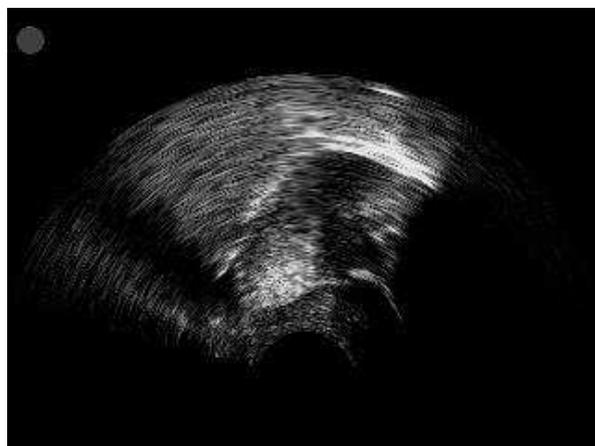


Figure 3.1-26 : *j* [tɕ] -Sujet 3

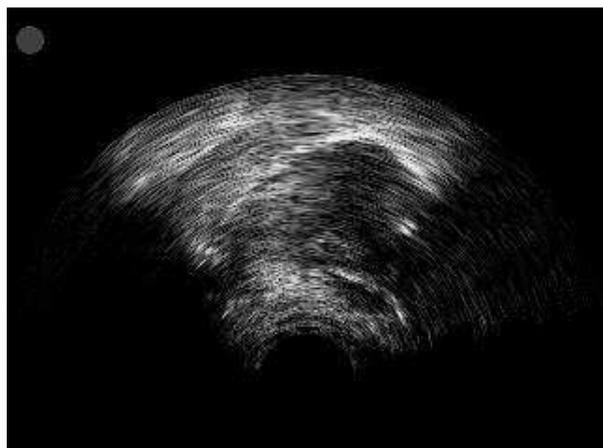


Figure 3.1-27 : *j* [tɕ] -Sujet 5

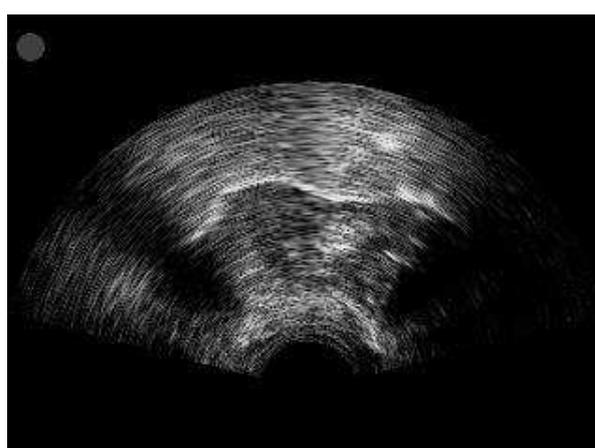


Figure 3.1-28 : *j* [tɕ] -Sujet 7

Figures 3.1-29 à 3.1-32. Consonne affriquée sourde *q* [tɕʰ] produite par les sujets 1, 3, 5 et 7 dans le mot *qian2' tian1* [tɕʰien2' tʰien1] 前天 avant-hier.

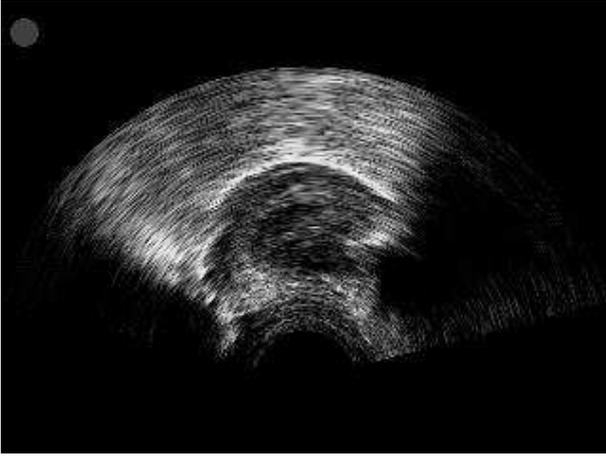


Figure 3.1-29 : q [tʰ] -Sujet 1

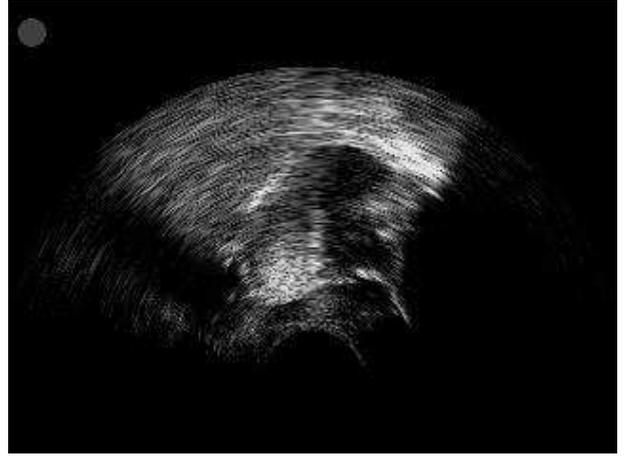


Figure 3.1-30 : q [tʰ] -Sujet 3

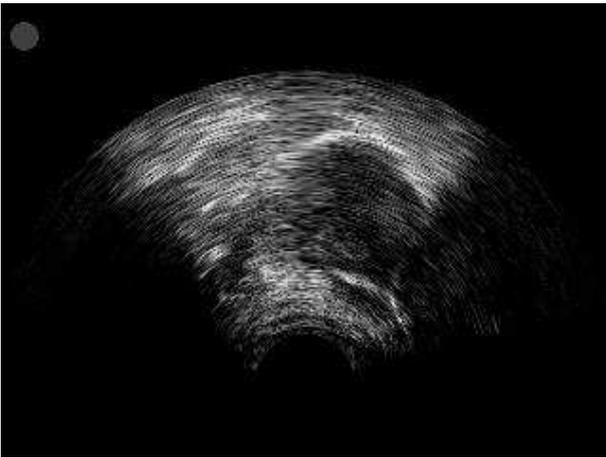


Figure 3.1-31 : q [tʰ] -Sujet 5

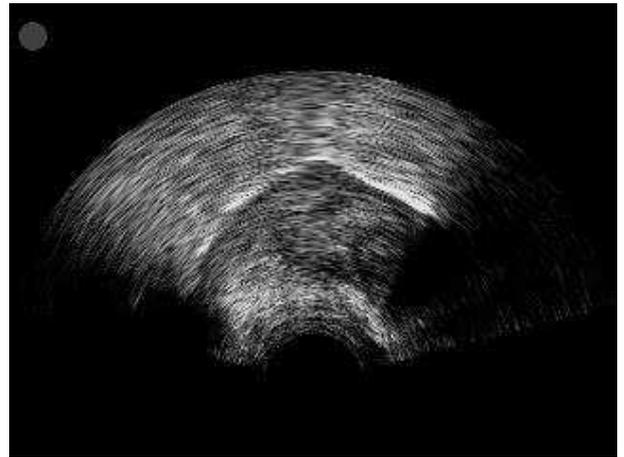


Figure 3.1-32 : q [tʰ] -Sujet 7

Les quatre sujets ont des stratégies articulatoires très similaires pour j [tɛ] et q [tʰ]. Une constriction plus grande est observée pour la consonne aspirée q [tʰ] avec la partie de postérieure de la langue plus élevée que la consonne non aspirée j [tɛ].

3.1.3. Consonne fricative, sourde et aspirée : x [ɕ]

Figures 3.1-33 à 3.1-36. Consonne fricative, sourde et aspirée : x [ɕ] produite par les sujets 1, 3, 5 et 7 dans le mot *xian4' zai4* [ɕien4' tsai4] 现在 *maintenant*.

Pour la consonne fricative x [ɕ], les quatre sujets montrent une production similaire. Cependant la lame de la langue s'élève et s'étire plus vers l'arrière pour les sujets du nord (sujets 1 et 3) que les sujets du sud (sujets 5 et 7).

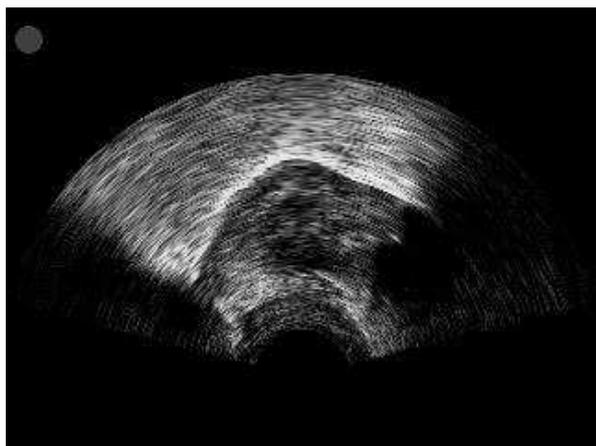


Figure 3.1-33 : x [ɕ] -Sujet 1

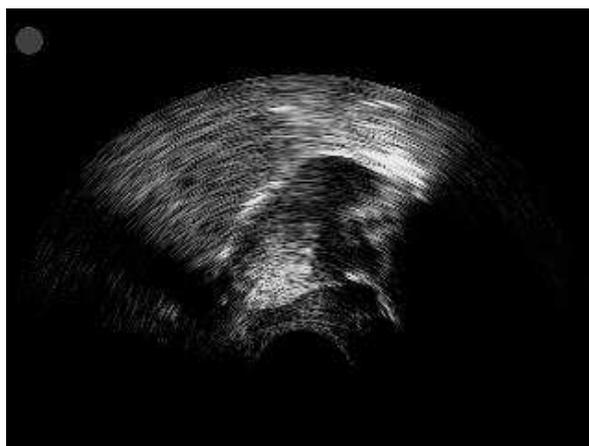


Figure 3.1-34 : x [ɕ] -Sujet 3

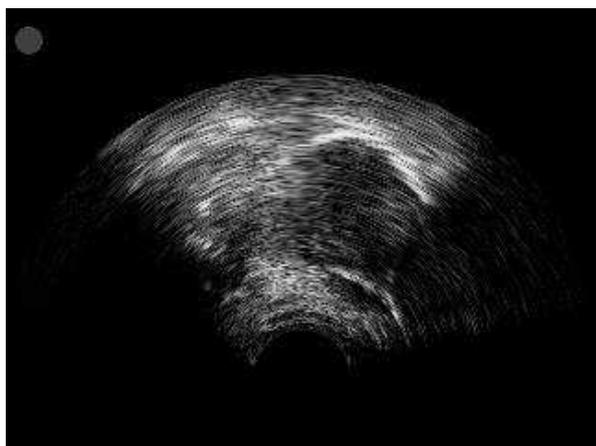


Figure 3.1-35 : x [ɕ] -Sujet 5

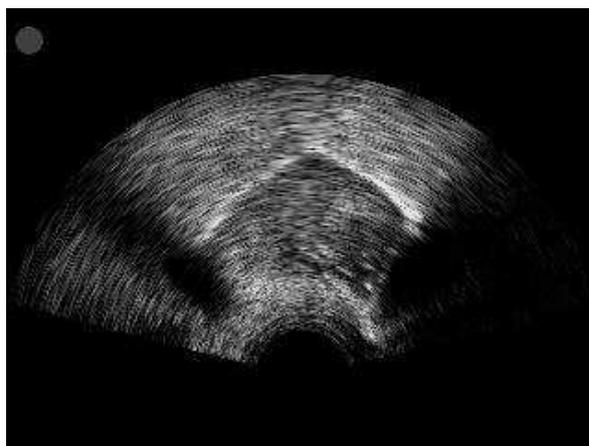


Figure 3.1-36 : x [ɕ] -Sujet 7

Cette série de figures (3.1-1 à 3.1-24), montre que les quatre sujets ont des stratégies articulatoires différentes mais cohérentes entre elles. Le sujet 1 et 3, féminin, de Mandchourie et de Pékin (Beijing), produisent la consonne alvéolaire affriquée et aspirée c [tsh] avec la pointe de la

langue légèrement relevée et avec le dos de la langue vers l'arrière. Il en va de même pour la consonne alvéolaire affriquée *z* [ts] et pour la consonne fricative alvéolaire *s* [s]. Les consonnes rétroflexes en opposition *ch* [tʂʰ], *zh* [tʂ] et *sh* [ʂʰ], sont produites avec la lame de la langue relevée et rétractée vers l'arrière. La constriction est située au niveau de la lame de la langue. La partie postérieure de la langue est étirée vers l'avant.

Les sujets 5 et 7, féminins, de Sichuan et de Hubei, produisent la consonne alvéolaire affriquée *z* [ts] et aspirée *c* [tsʰ] avec la pointe de la langue légèrement relevée. Le corps de la langue est aplati et la partie postérieure de la langue légèrement relevée. La même stratégie est à l'œuvre pour les consonnes sourdes *z* [ts] et *s* [s] avec toutefois une élévation plus importante de la partie postérieure de la langue pour la consonne fricative *s* [s]. Les consonnes rétroflexes en opposition *ch* [tʂʰ], *zh* [tʂ] et *sh* [ʂʰ], sont produites avec la lame et la pointe de la langue relevées et rétractées vers l'arrière. La constriction est située au niveau la partie correspondant à la pointe de la langue. La partie postérieure de la langue est étirée vers l'avant. Pour les quatre sujets, les consonnes rétroflexes ne sont pas produites avec la partie sub-apicale ou sub-laminale. Il est à remarquer que les rétroflexes sont aussi produites avec une cavité qui est plus importante à l'arrière de la constriction que celle des non rétroflexes. Ces données confirment les observations de Ladefoged et Wu (1984) qui constataient que la pointe de la langue n'est pas relevée et retournée vers l'arrière et que les articulateurs impliqués sont la partie supérieure de la surface de la pointe de la langue. Les données de notre travail suggèrent que la lame de la langue est aussi impliquée. Les données présentées par Ladefoged & Wu (1984) peuvent être comparées à celles que nous avons obtenues en ultrasons pour les sujets 5 et 7. En effet, le contour de la langue est assez similaire dans les quatre cas, comme nous pouvons le constater lorsqu'on compare les contours présentés aux figures qui illustrent la réalisation de *z* [ts] et *zh* [tʂʰ].

3.2. Analyse « dynamique »

Une analyse dynamique qualitative a été faite et les résultats reportés sur des contours linguaux typiques. Dans les figures des contours présentent dans cette section, l'axe x va de zéro à 8.47 cm, l'axe y de 0 à 6.35 cm. Le contour de la langue a été tracé pendant l'occlusion, avant le relâchement, pour les affriquées *z* [tʃ], *zh* [tʃʰ], *c* [tʰ], *ch* [tʃʰ], *j* [tɕ], *q* [tɕʰ]. Un autre contour a été extrait pendant la partie fricative des affriquées et pour les fricatives *s* [s], *sh* [ʃʰ] et *x* [ç]. Dans le cas des fricatives et des parties fricatives des affriquées, le contour choisi était celui qui montrait la pointe ou la lame de la langue dans la position la plus élevée et la plus rétractée. Les contours représentent les trois répétitions produites par ces quatre sujets.

Ces contours et l'endroit où ils ont été extraits sont indiqués sur le signal acoustique représenté à la figure 3.2-1 ci-dessus, chaque figure de contours est composée de deux parties, indiquées par flèche noire sur le signal acoustique, qui représente la phase occlusive des consonnes affriquées, et la flèche grise, qui représente la phase constrictive des consonnes fricatives.

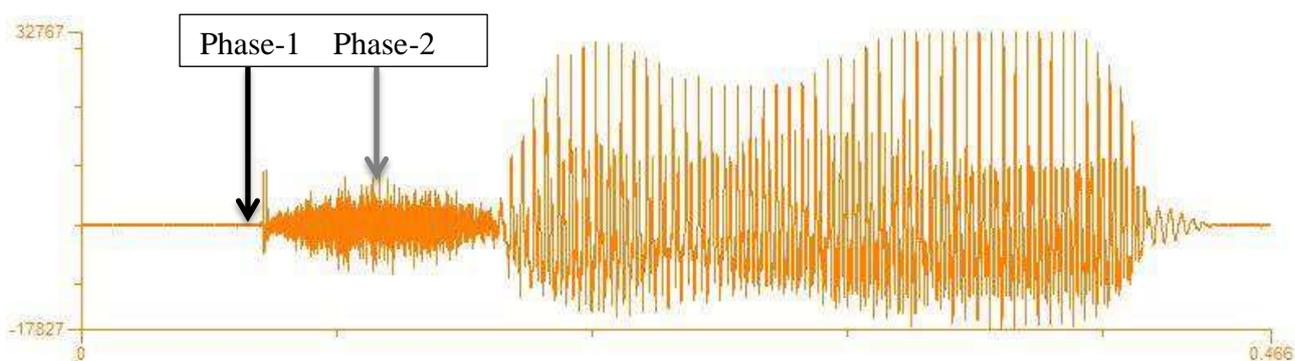


Figure 3.2-1 : Les deux phases de contours pour les consonnes affriquées

La comparaison des deux affriquées, alvéolaire et rétroflexe aspirées, *c* [tʰ] et *ch* [tʃʰ] montre des différences au niveau du contact, de la constriction et de la forme du contour linguale. Pour l'affriquée alvéolaire aspirée *c* [tʰ] le contact entre la langue et le palais est fait avec la pointe de la langue pour la partie occlusive. Pour la partie fricative, on peut observer que la constriction est réalisée par un abaissement de la pointe de la langue. Il y a aussi une différence dans la position postérieure de la langue entre la partie occlusive et la partie fricative. L'affriquée rétroflexe aspirée

ch [tʂʰ] montre que le contact, tant pour l'occlusion que pour la constriction, se fait avec la lame de la langue. Le contour global de la langue est aussi plus élevé pour l'affriquée rétroflexe.

Figure 3.2-2 à 3.2-9. Opposition *c* [tsʰ] – *ch* [tʂʰ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7, pour la paire minimale constituée par les mots *ci3' ke4* [tsʰi3' kʰɤ4] 此刻 *ce moment-ci* – *chi3' ru3* [tʂʰi3' zu3] 耻辱 *honte*. Les contours noirs indiquent le contact de la partie occlusive et les contours gris la constriction pour la partie fricative.

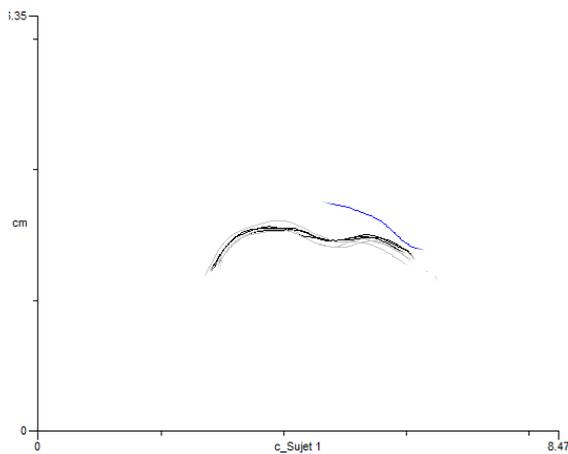


Figure 3.2-2 : *c* [tsʰ] -Sujet 1

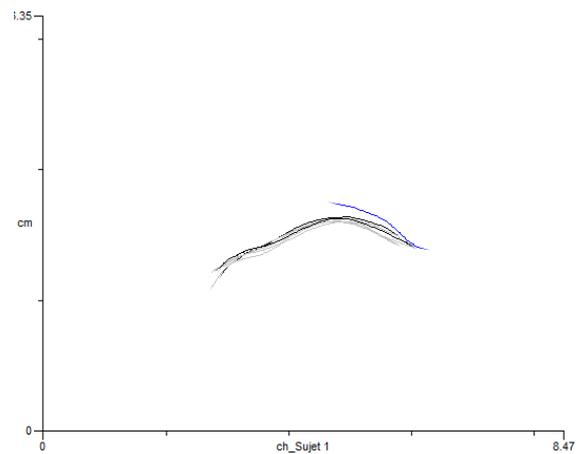


Figure 3.2-3 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 1

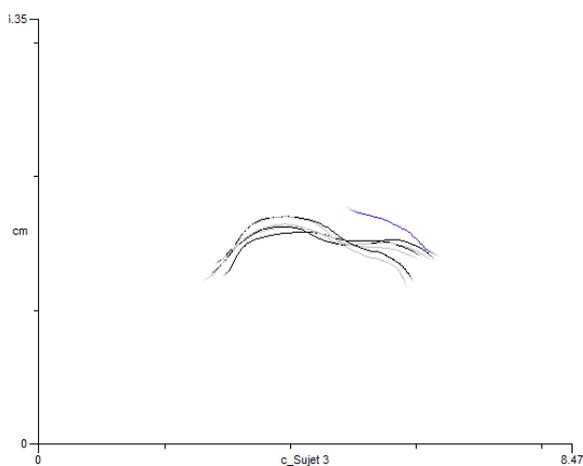


Figure 3.2-4 : *c* [tsʰ] -Sujet 3

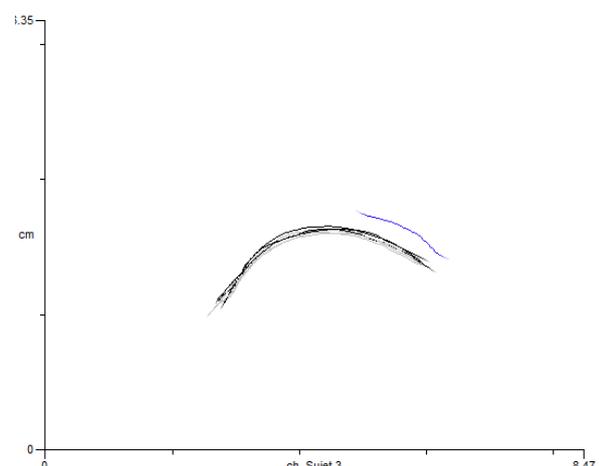


Figure 3.2-5 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 3

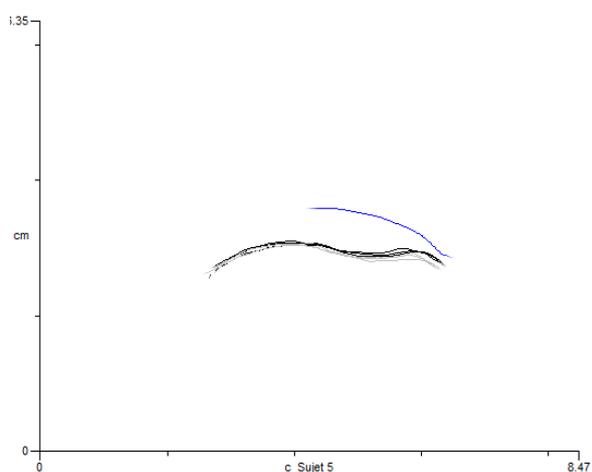


Figure 3.2-6 : *c* [tʰ] -Sujet 5

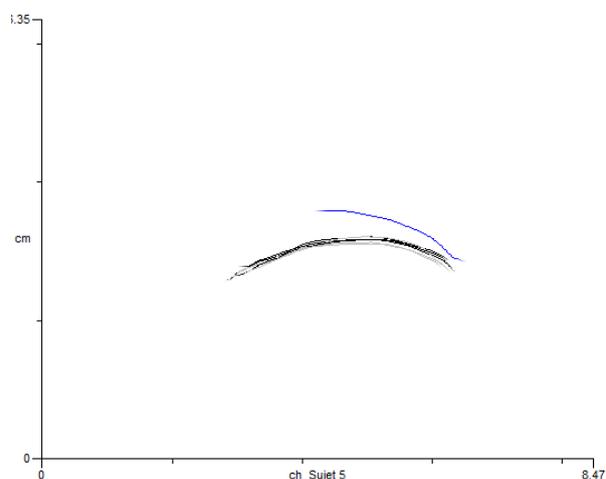


Figure 3.2-7 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 5

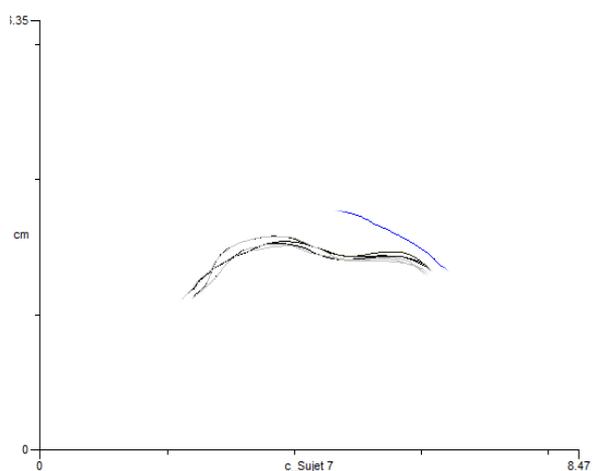


Figure 3.2-8 : *c* [tʰ] -Sujet 7

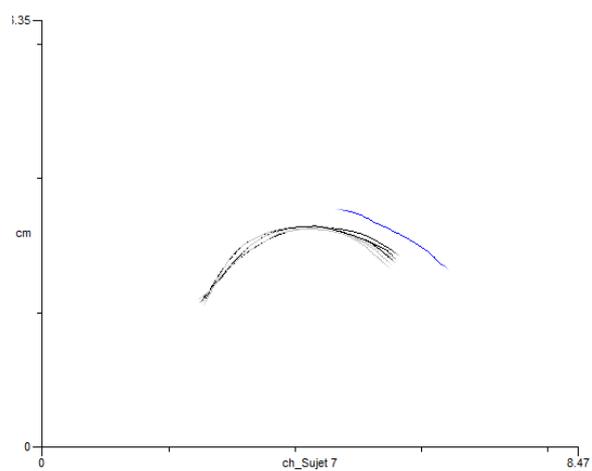


Figure 3.2-9 : *ch* [tʂʰ] -Sujet 7

Figure 3.2-10 à 3.2-17. Opposition *z* [ts] - *zh* [tʂ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7, pour la paire minimale constituée par les mots *zi4' ran2* [tsɿ4' ʐan2] 自然 *nature* - *zhi4' liao2* [tʂɿ4' liao2] 治疗 *soigner*. Les contours noirs indiquent le contact de la partie occlusive et les contours gris la constriction pour la partie fricative. Les flèches indiquent l'endroit où les contours ont été extraits.

L'examen des contours des deux affriquées, alvéolaire et rétroflexe, *z* [ts], *zh* [tʂ] présentent des différences au niveau du contact et de la forme globale de la langue. Le contact et la constriction de l'affriquée alvéolaire *z* [ts] se fait au niveau de la pointe de la langue. Le contour de la partie fricative montre aussi une élévation de la partie postérieure de la langue. Les contours de l'affriquée rétroflexe *zh* [tʂ] indiquent des différences au niveau du contact qui est plus postérieur et plus laminal. Dans le cas de la rétroflexe, le contour global est aussi plus élevé et uniforme pour

tous les sujets, lorsqu'il est comparé avec la non rétroflexe z [ts].

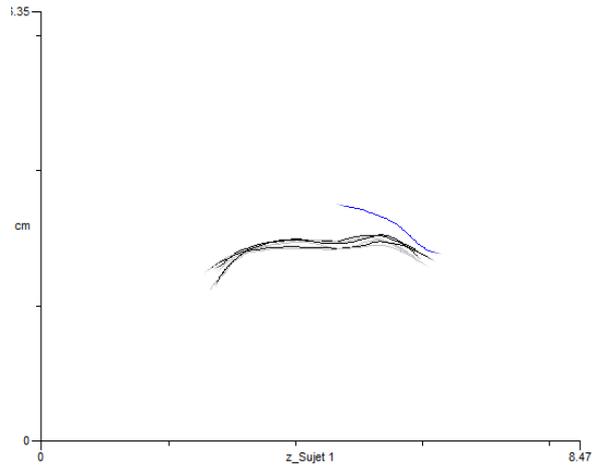


Figure 3.2-10 : z [ts] -Sujet 1

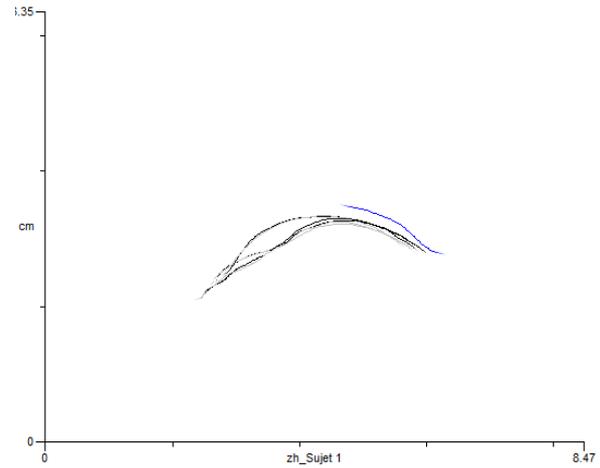


Figure 3.2-11 : zh [tʂ] -Sujet 1

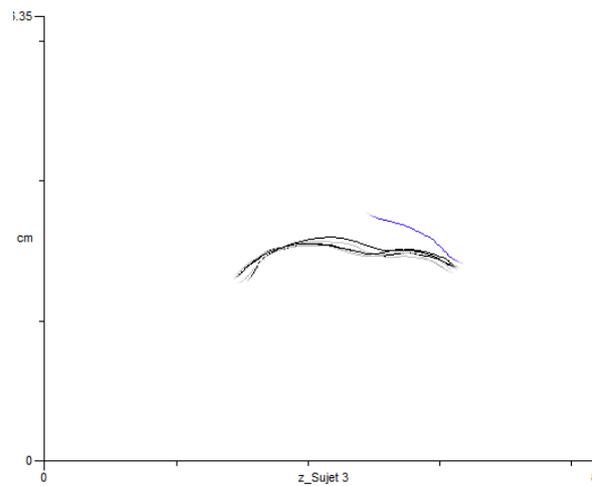


Figure 3.2-12 : z [ts] -Sujet 3

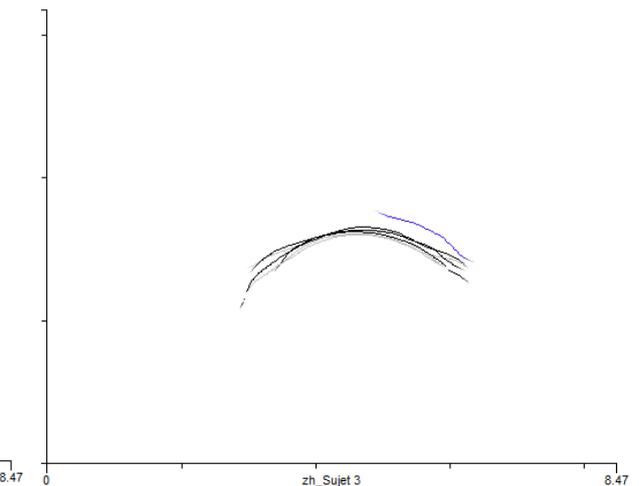


Figure 3.2-13 : zh [tʂ] -Sujet 3

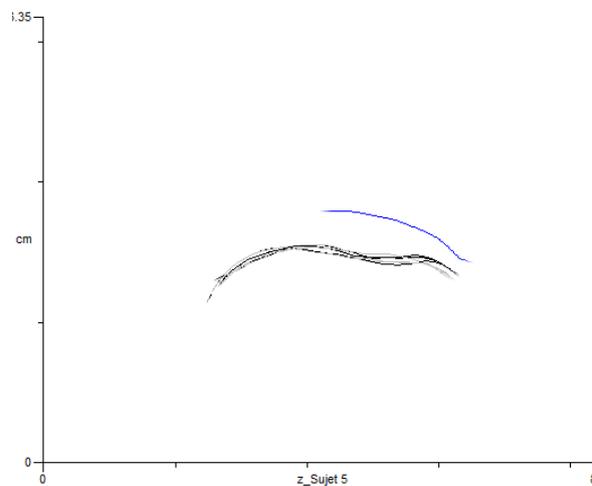


Figure 3.2-14 : z [ts] -Sujet 5

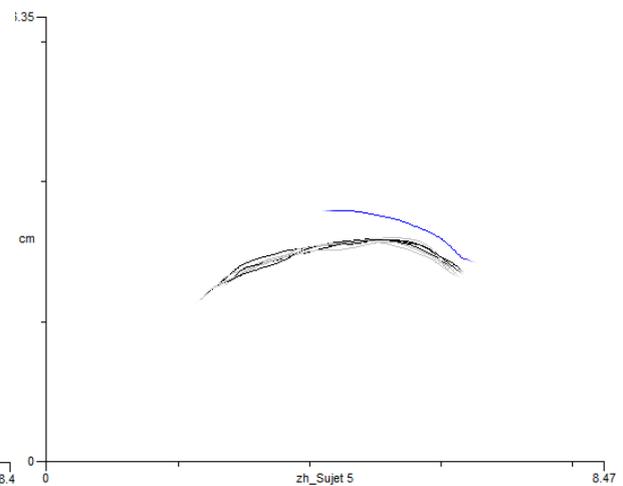


Figure 3.2-15 : zh [tʂ] -Sujet 5

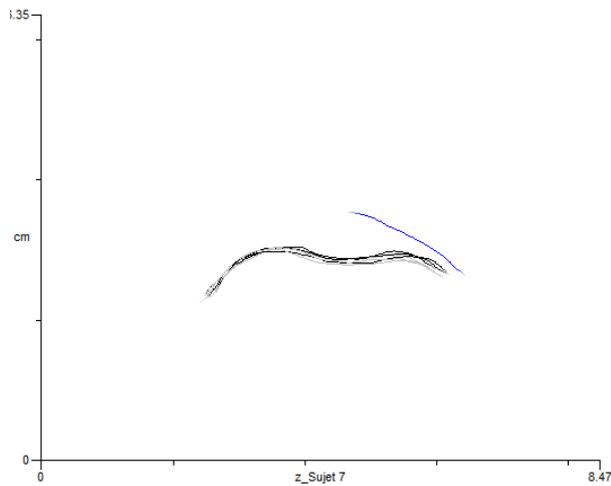


Figure 3.2-16 : z [ts] -Sujet 7

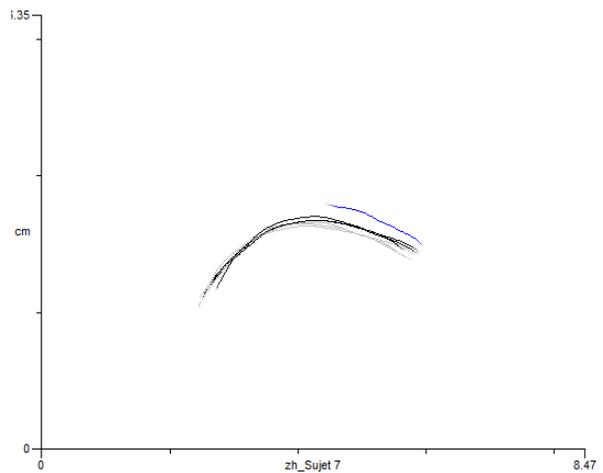


Figure 3.2-17 : zh [tʂ] -Sujet 7

La comparaison de deux consonnes fricatives, alvéolaire et rétroflexe, *s* [s] et *sh* [ʂ] signale aussi des différences importantes. La constriction de la fricative alvéolaire [s] se fait au niveau de la pointe de la langue. La partie postérieure de la langue montre aussi une nette élévation. Le contour global présente donc une double élévation à l'avant et à l'arrière de la langue, la partie postérieure étant plus élevée que l'antérieure. La constriction de la fricative rétroflexe *s* [ʂ] se fait au niveau de la lame de la langue. Le contour global est uniforme et plus élevé pour tous les locuteurs que celui de la consonne non rétroflexe. Les résultats montrent que la consonne fricative sourde *s* [s] est alvéolaire alors que la consonne rétroflexe *sh* [ʂ] est post-alvéolaire.

Figure 3.2-18 à 3.2-25. Opposition *s* [s] – *sh* [ʂ] produite par le sujet 1, 3, 5 et 7, pour la paire minimale constituée par les mots *si1' huai4* [s1' xuai4] 撕坏 déchirer - *shi1' biao3* [ʂ1' piao3] 师表 professeur. Les contours montrent la constriction des fricatives.

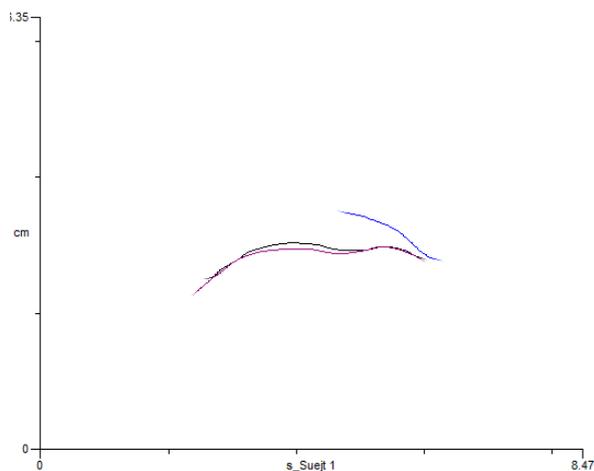


Figure 3.2-18 : s [s] -Sujet 1

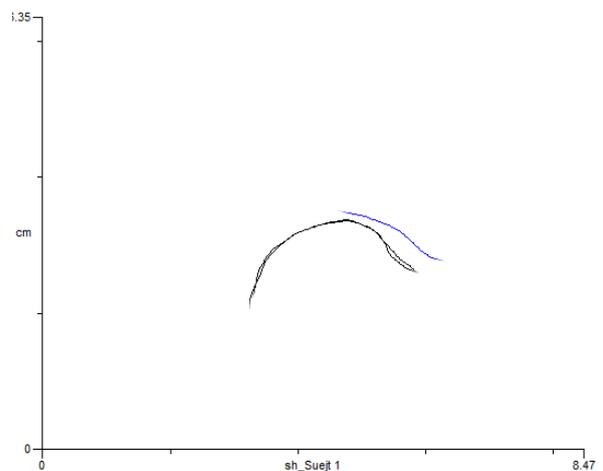


Figure 3.2-19 : sh [ʂ] -Sujet 1

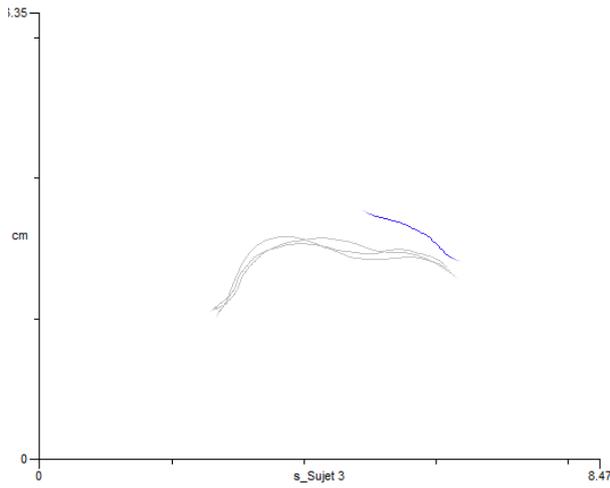


Figure 3.2-20 : s [s] -Sujet 3

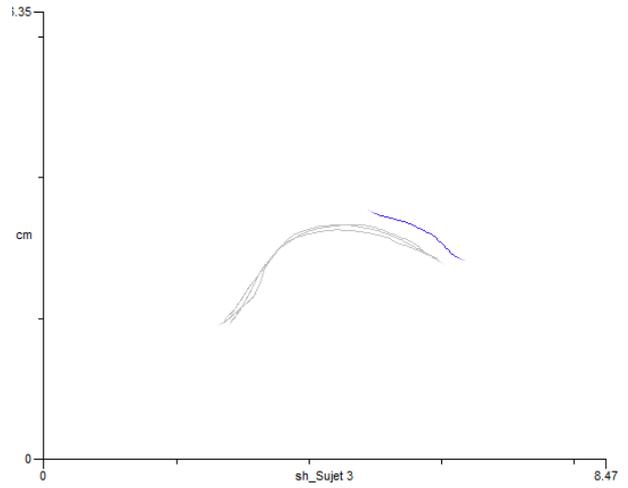


Figure 3.2-21 : sh [ʃ] -Sujet 3

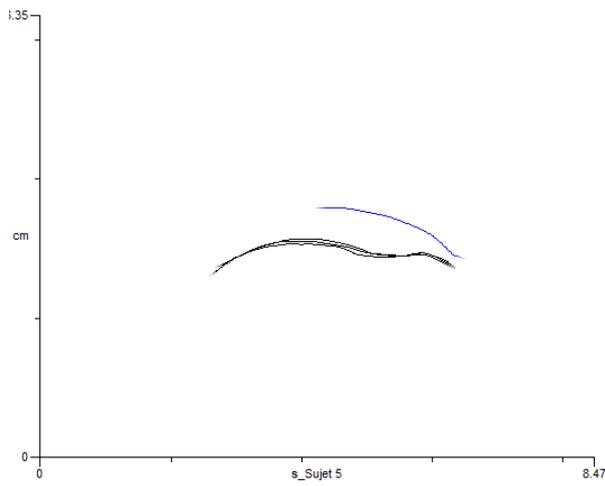


Figure 3.2-22 : s [s] -Sujet 5

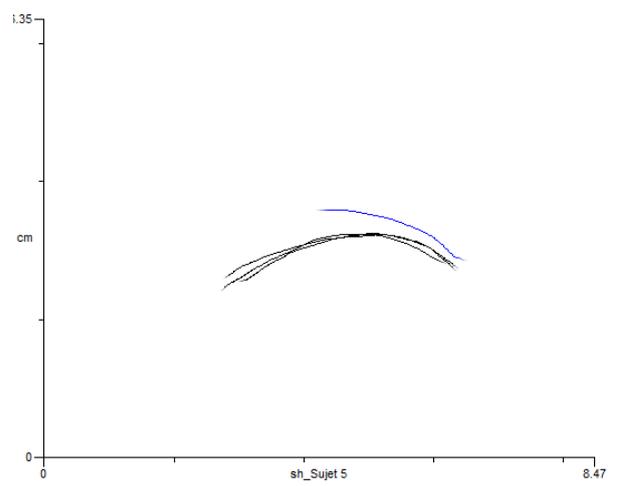


Figure 3.2-23 : sh [ʃ] -Sujet 5

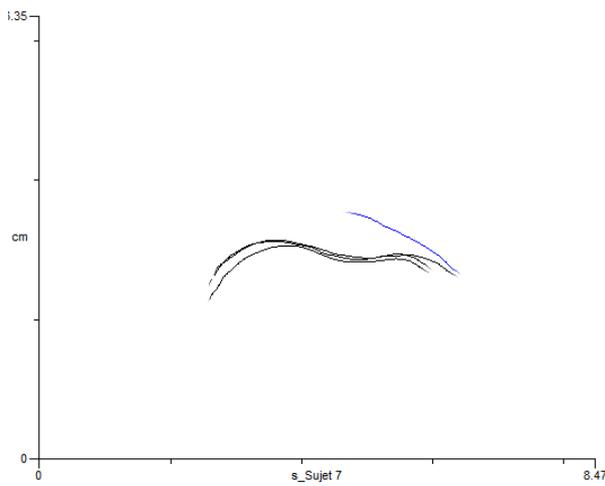


Figure 3.2-24 : s [s] -Sujet 7

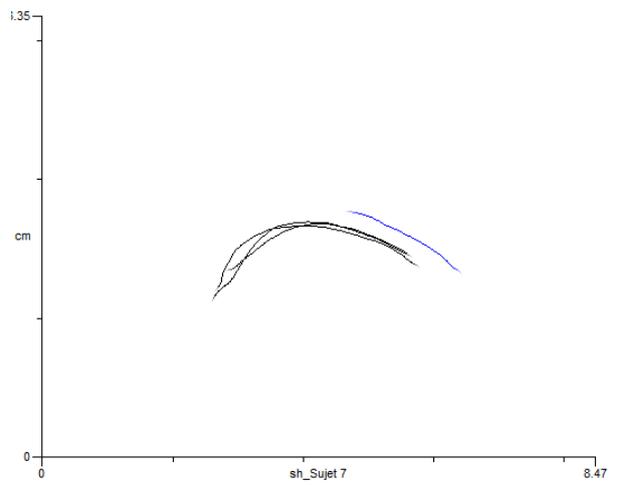


Figure 3.2-25 : sh [ʃ] -Sujet 7

Ces trois paires de consonnes non rétroflexes vs rétroflexes pour les quatre sujets montrent qu'il n'y a pas un lieu d'articulation très claire. Les quatre sujets produisent *c* [tʰ], *s* [s], *sh* [ʃ], *z* [ts] avec la pointe de la langue en gardant un creux de la langue. Toutes ces consonnes doivent avoir une constriction localisée près des dents et il faut que cette constriction forme un canal guidant l'air sur les dents avec une haute vitesse. Mais les constructions individuelles des conduits vocaux des locuteurs détermineront où cette constriction se trouvera par rapport à la gencive.

Figure 3.2-26 à 3.2-29. Consonne affriquée sourde *j* [tɕ] produite par les sujets 1, 3, 5 et 7 dans le mot *jin1' tian1* [tɕin1' tʰien1] 今天 *aujourd'hui*.

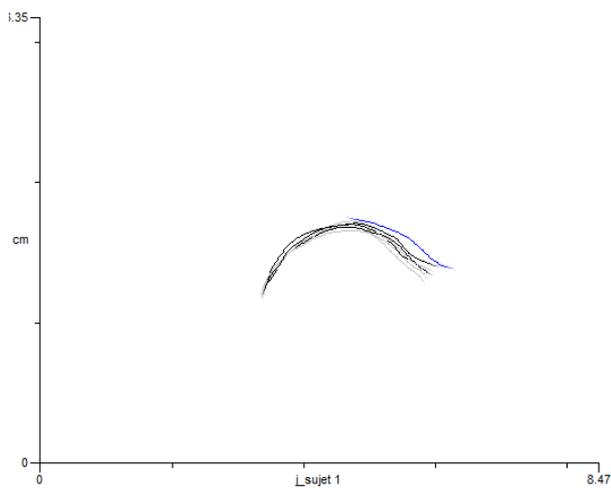


Figure 3.2-26 : *j* [tɕ] -Sujet 1

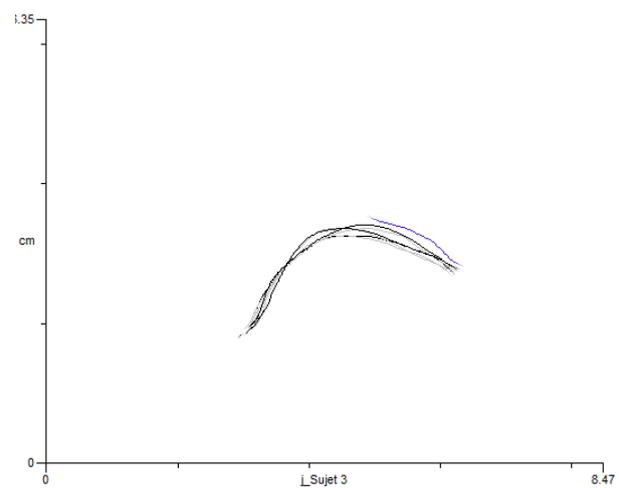


Figure 3.2-27 : *j* [tɕ] -Sujet 3

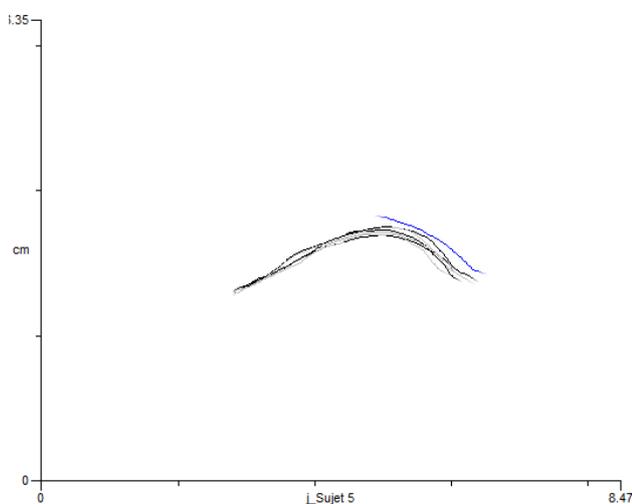


Figure 3.2-28 : *j* [tɕ] -Sujet 5

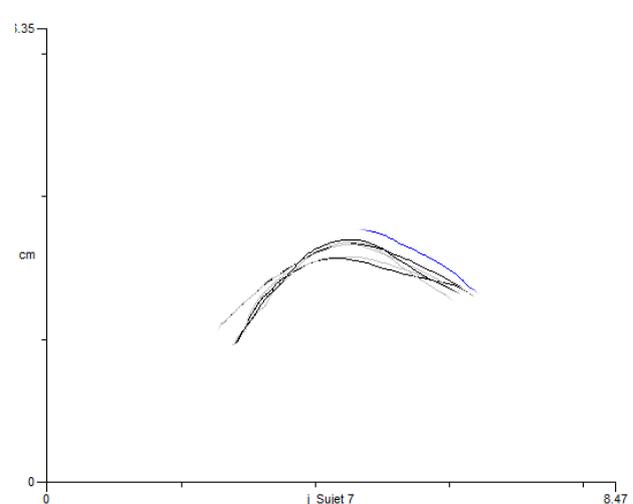


Figure 3.2-29 : *j* [tɕ] -Sujet 7

Figure 3.2-30 à 3.2-33. Consonnes affriquée sourde aspirée q [tɕʰ] produite par les sujets 1, 3, 5 et 7 dans le mot *qian2' tian1* [tɕʰiɛn2' tʰiɛn1] 前天 *avant-hier*. Les contours noirs indiquent le contact de la partie occlusive et les contours gris la constriction pour la partie fricative.

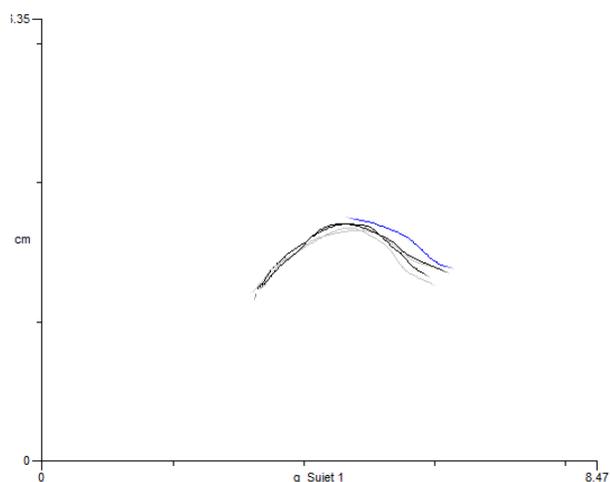


Figure 3.2-30 : q [tɕʰ] -Sujet 1

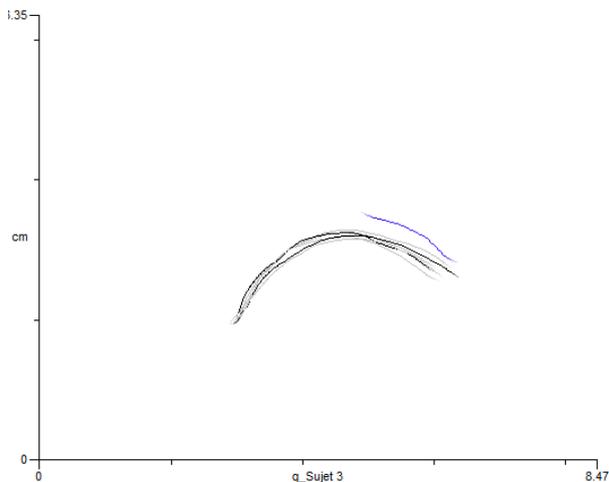


Figure 3.2-31 : q [tɕʰ] -Sujet 3

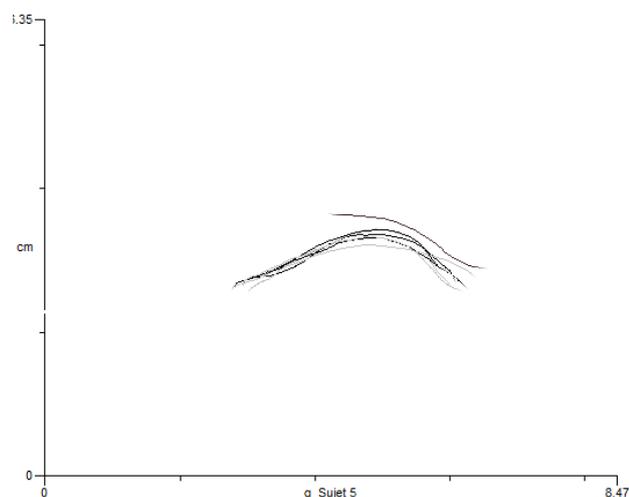


Figure 3.2-32 : q [tɕʰ] -Sujet 5

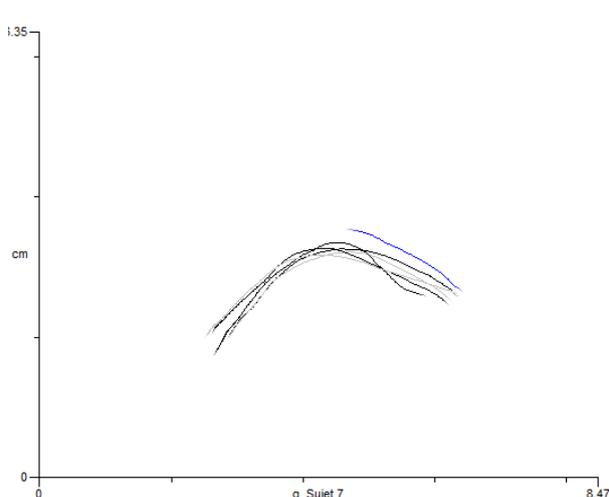


Figure 3.2-33 : q [tɕʰ] -Sujet 7

La comparaison des affriquées alvéo-palatales, aspirée et non aspirée, j [tɕ] et q [tɕʰ] montre des stratégies articulatoires assez similaires. Le contact et la constriction se font dans la région alvéo-palatale. La constriction est cependant plus grande pour la consonne aspirée et la partie de postérieure de la langue légèrement plus élevée.

Les contours de la consonne fricative non aspirée x [ɕ] produite par les quatre sujets montrent qu'il s'agit d'une consonne post-alvéolaire palatalisée.

Figure 3.2-34 à Figure 3.2-37. Consonne fricative, sourde et aspirée : x [ɕ] produite par les sujets 1, 3, 5 et 7 dans le mot *xian4' zai4* [ɕiɛn4' tsai4] 现在 *maintenant*.

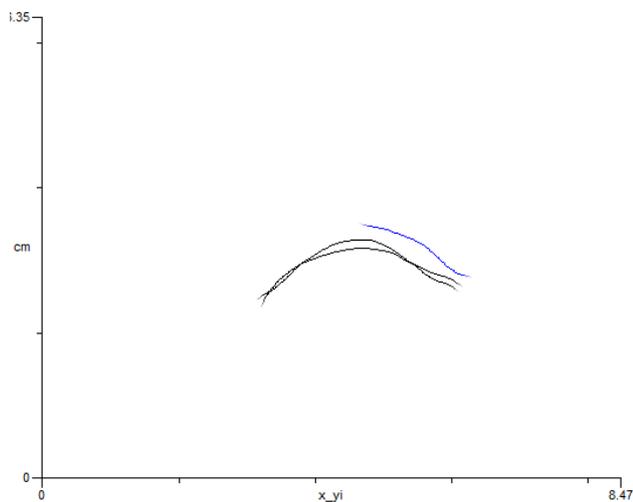


Figure 3.2-34 : x [ɕ] -Sujet 1

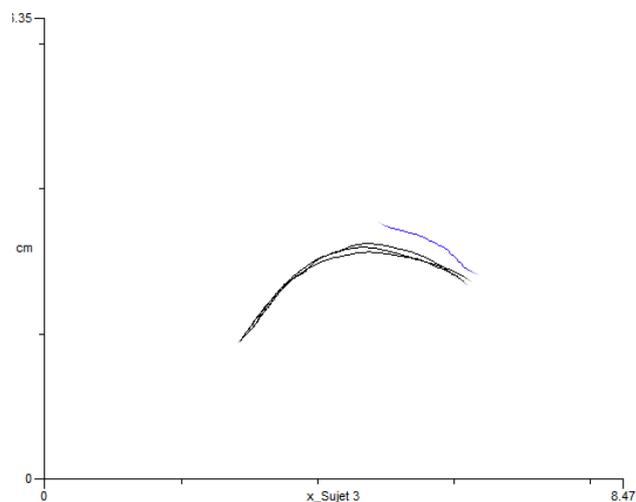


Figure 3.2-35 : x [ɕ] -Sujet 3

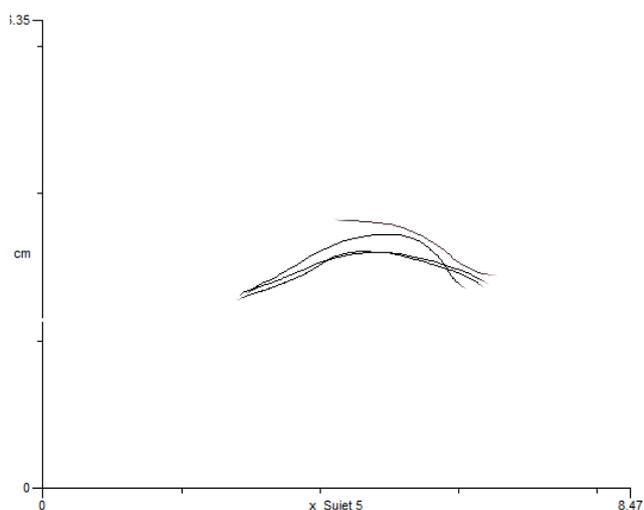


Figure 3.2-36 : x [ɕ] -Sujet 5

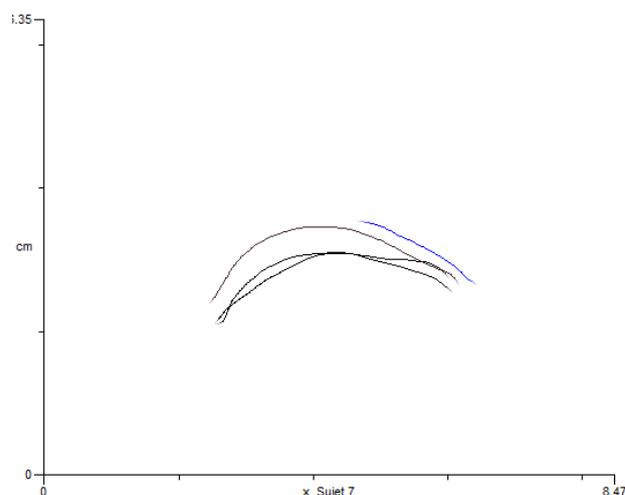


Figure 3.2-37 : x [ɕ] -Sujet 7

Nous pouvons observer que la consonne fricative non aspirée x [ɕ] et la consonne fricative alvéolaire s [s] sont très similaires que la consonne [ʃ] en anglais. Cela explique pourquoi certains chercheurs alignent la consonne fricative [ʃ] en anglais avec la consonne fricative non aspirée x [ɕ] en mandarin, et certains l'alignent avec la consonne fricative alvéolaire s [s] en mandarin. Il est aussi la raison pour laquelle nous basons le système Pinyin mais non API dans cette étude.

3.3. Aérodynamique

Pour cette expérience, six locuteurs de l'expérience d'ultrasons ont été sollicités. Nous les avons divisés en deux groupes selon leur sexe. Chaque sujet a prononcé trois fois chaque consonne dans les mots sélectionnés. Pour chaque consonne, la durée totale, le volume d'air expiré et le pic du débit d'air ont été mesurés avec le logiciel PHONEDIT (Figure 2-2) développé par Laboratoire Parole et Langage (LPL), d'Aix-en-Provence.

Consonne	Sexe	Durée (ms)	Volume d'air (dm ³)	Pic du débit d'air (dm ³ /s)
s [s]	F	230.280	0.050	0.271
	M	256.332	0.083	0.415
sh [ʃ]	F	220.966	0.065	0.353
	M	246.365	0.107	0.513
z [z]	F	101.594	0.017	0.229
	M	111.604	0.022	0.322
zh [ʒ]	F	80.763	0.013	0.246
	M	83.025	0.019	0.359
c [tʃ]	F	184.487	0.047	0.335
	M	192.008	0.077	0.617
ch [tʃʰ]	F	198.472	0.064	0.465
	M	194.976	0.124	0.885
j [tɕ]	F	90.382	0.013	0.254
	M	61.218	0.011	0.345
q [tɕʰ]	F	146.072	0.039	0.429
	M	155.548	0.081	0.697
x [ɕ]	F	197.677	0.039	0.251
	M	172.403	0.058	0.447

Table 3.3-1 : Valeurs moyennes de la durée totale des consonnes, du volume d'air expiré et du pic maximum de débit d'air buccal.

Nous pouvons indiquer les données précises dans les tables suivantes, si l'on prend Table 3.3-2 comme exemple, la moyenne de la durée du groupe féminin pour la consonne rétroflexe fricative *s* est de 230.280 ms, qui est calculée par neuf fois d'articulations de trois locutrices. Nous

avons résumé Table 3.3-1 d'après différente consonne, qui est plus claire que Table 3.3-2 pour montrer la moyenne de la durée, du volume et du pic du débit d'air.

Les figures suivantes, qui sont divisés en deux groupes, d'une part, les trois paires des consonnes rétroflexes (s [s] – sh [ʃ], z [ts] – zh [tʃ] et c [tsʰ] – ch [tʃʰ]), d'autre part, les consonnes affriquée et fricative (j [tɕ], q [tɕʰ] et x [ç]), montrent les résultats de la moyenne de la durée, du volume et du pic du débit d'air selon différent sexe des sujets.

En premier lieu, selon les données représentées par Figure 3.3-1 et Figure 3.3-2, il en résulte que les résultats de la moyenne de la durée du groupe féminin des consonnes rétroflexes montrent une similarité avec le groupe masculin.

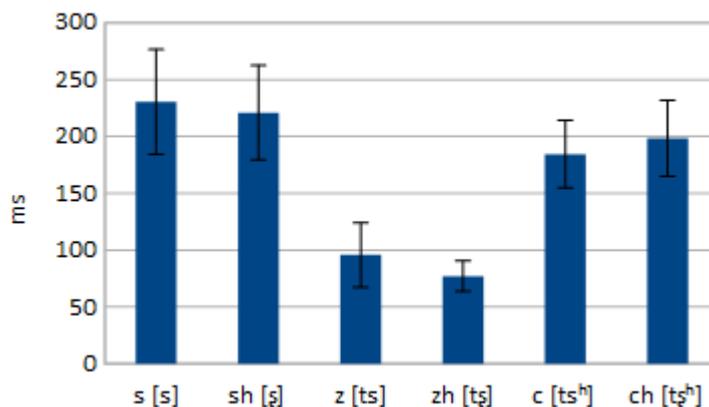


Figure 3.3-1 : Durée moyenne et écart-type des consonnes pour les sujets féminins

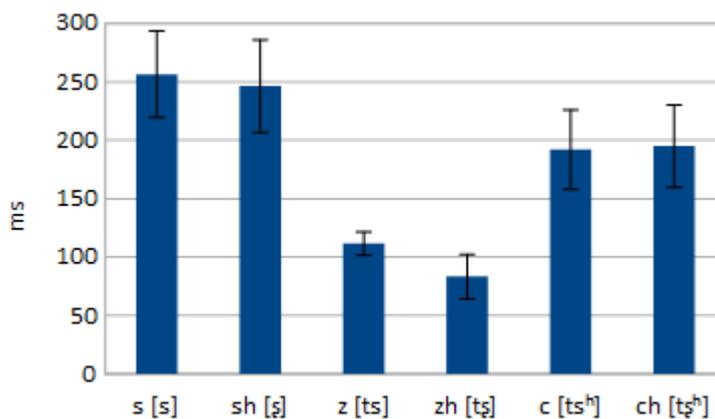


Figure 3.3-2 : Durée moyenne et écart-type des consonnes pour les sujets masculins

Il est à noter que pour les deux groupes, la moyenne de la durée des consonnes rétroflexes fricatives *s* [s] – *sh* [ʂ] atteint le maximum, la paire *z* [ts] – *zh* [tʂ] arrive au minimum parmi ces trois paires de consonnes rétroflexes.

La moyenne de la durée de la consonne *s* [s] est plus élevée que celle mesurée pour *sh* [ʂ]. Nous pouvons voir les résultats précis dans Table 3.3-2, pour le groupe féminin, la moyenne de la durée de *s* [s] est de 230.280 ms, celle de *sh* [ʂ] est de 220.966 ms. Et dans le groupe masculin, la moyenne de la durée de *s* [s] est de 256.332 ms, celle de *sh* [ʂ] est de 246.365 ms.

Il en est de même pour la paire *z* [ts] – *zh* [tʂ], la moyenne de la durée de la consonne *z* [ts] est plus élevée que la moyenne de la durée de *zh* [tʂ]. Contrairement à ces deux paires, la moyenne de la durée de *c* [tsʰ] est inférieure à celle de *ch* [tʂʰ].

En ce qui concerne la moyenne du volume d'air:

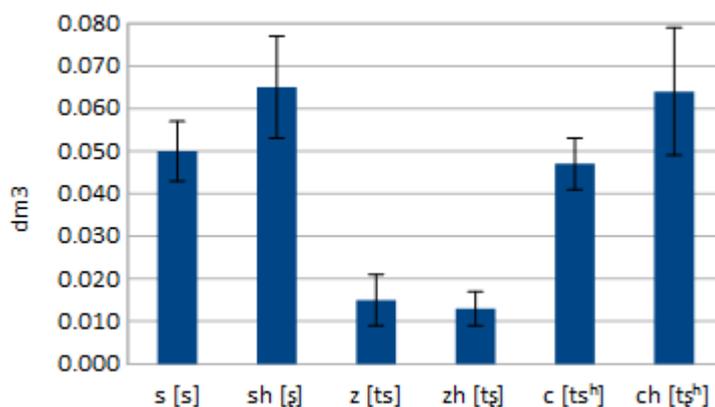


Figure 3.3-3 : Volume moyen et écart-type des consonnes pour les sujets féminins

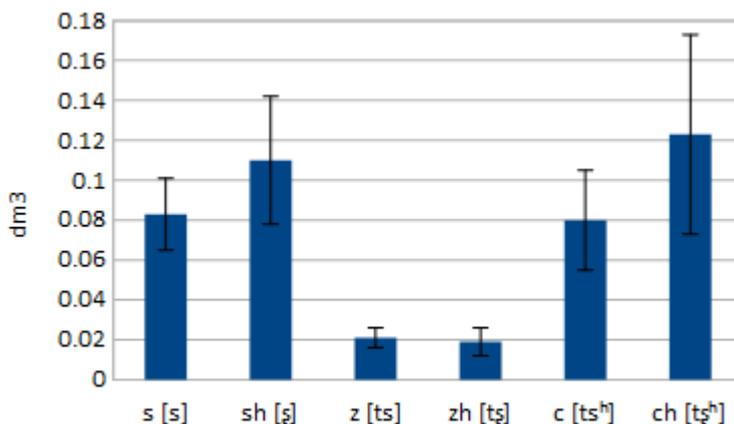


Figure 3.3-4 : Volume moyen et écart-type des consonnes pour les sujets masculins

Pour le groupe féminin, la figure 3.3-3 montre que le maximum de la moyenne du volume d'air expiré est arrivé à la paire s [s] – sh [ʃ], et la paire z [ts] – zh [tʃ] a atteint le minimum. En revanche, pour le groupe masculin (Figure 3.3-4), la moyenne du volume d'air expiré de la paire c [ts^h] – ch [tʃ^h] est la plus grande.

Mais il existe également une certaine similarité entre les résultats du groupe féminin et masculin. La moyenne du volume de s [s] est inférieure que celle de sh [ʃ]. Ainsi que la paire c [ts^h] – ch [tʃ^h], la moyenne du volume de c [ts^h] est inférieure que celle de ch [tʃ^h]. Quant à la paire z [ts] – zh [tʃ], la moyenne du volume pour z [ts] est plus élevée que celle mesurée pour zh [tʃ]. Pour le groupe féminin, la moyenne du volume de z [ts] est de 0.017 dm^3 , celle de zh [tʃ] est de 0.013 dm^3 . Et dans l'autre groupe, la moyenne du volume de z [ts] est de 0.022 dm^3 , celle de zh [tʃ] est de 0.019 dm^3 .

Les figures suivantes présentent la moyenne du pic du débit d'air pour les deux groupes des sujets :

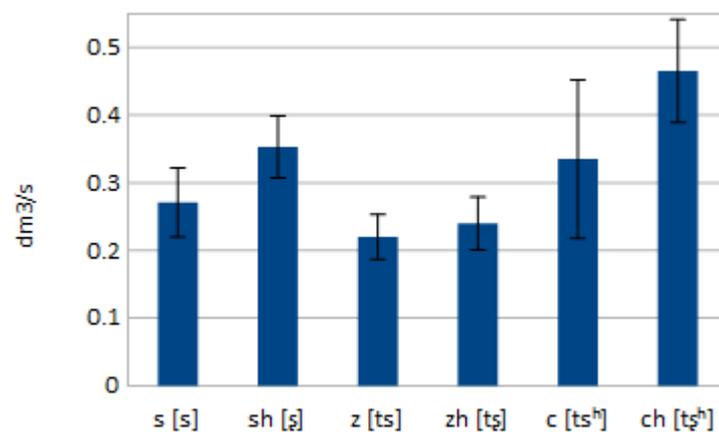


Figure 3.3-5 : Pic du débit d'air moyen et écart-type des consonnes pour les sujets féminins

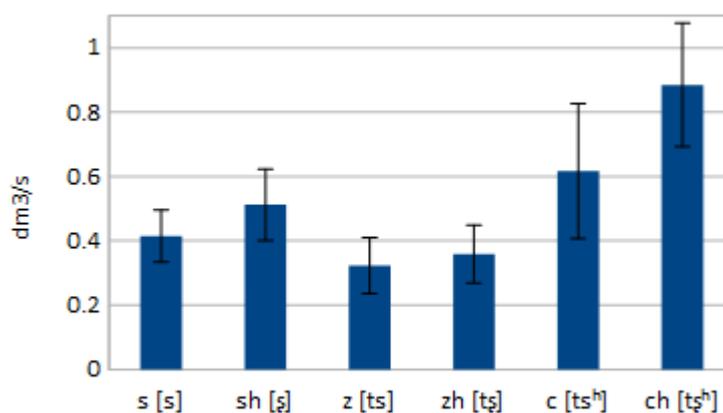


Figure 3.3-5 : Pic du débit d'air moyen et écart-type des consonnes pour les sujets masculins

Les figures 3.3-5 et 6 montrent une similitude des résultats, tant entre le groupe féminin et masculin que parmi les trois paires de consonnes.

Premièrement, peu importe à quel groupe le sujet appartient, c'est la paire $c [ts^h] - ch [tʃ^h]$ qui a culminé pour la moyenne du pic du débit d'air, et la paire $z [ts] - zh [tʃ]$ a atteint le minimum. Par exemple, pour les sujets féminins, la moyenne du pic du débit d'air de $c [ts^h]$ est de $0.335 \text{ dm}^3/\text{s}$, celle de $ch [tʃ^h]$ est de $0.465 \text{ dm}^3/\text{s}$. Et pour la paire $z [ts] - zh [tʃ]$, la moyenne du pic du débit d'air de $z [ts]$ est de $0.229 \text{ dm}^3/\text{s}$, celle de $zh [tʃ]$ est de $0.246 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Deuxièmement, pour chaque paire de consonnes, la moyenne du pic du débit de consonne non rétroflexe est inférieure par rapport à la consonne rétroflexe. Par exemple, dans le groupe masculin, la moyenne du pic du débit d'air de $s [s]$ est de $0.415 \text{ dm}^3/\text{s}$, celle de $sh [ʃ]$ est de $0.513 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Pour les consonnes affriquées et fricatives $j [tʃ]$, $q [tʃ^h]$ et $x [ç]$:

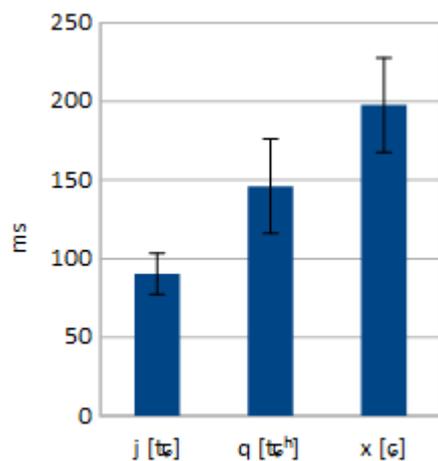


Figure 3.3-7 : Moyenne de la durée de consonnes des locutrices

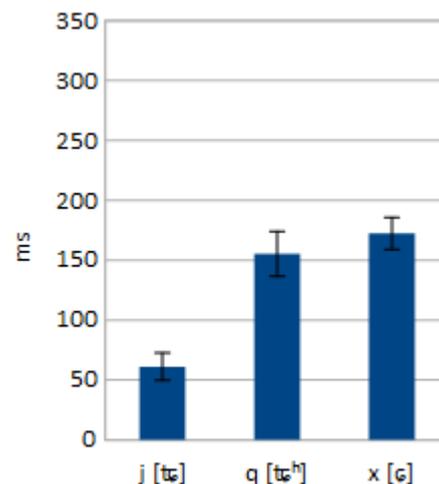


Figure 3.3-8 : Moyenne de la durée de consonnes des locuteurs

Tout d'abord, dans n'importe quel groupe, les consonnes affriquées sont plus courtes que les fricatives. Et la moyenne de la durée des consonnes $j [tʃ]$, $q [tʃ^h]$ et $x [ç]$ dans le groupe féminin sont tous élevées que celles mesurées pour le groupe masculin. Pour le groupe féminin, la moyenne de la durée de $j [tʃ]$ est de 90.382 ms , dont la moyenne est de 61.218 ms pour l'autre groupe. En ce qui concerne la consonne fricative $x [ç]$, c'est de 197.677 ms dans le groupe féminin et de 172.403 ms dans l'autre.

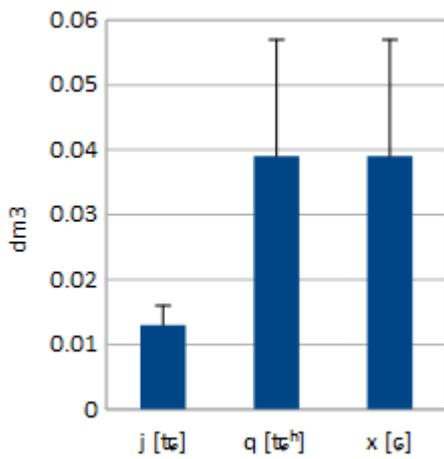


Figure 3.3-9 : Moyenne du volume d'air expiré des locutrices

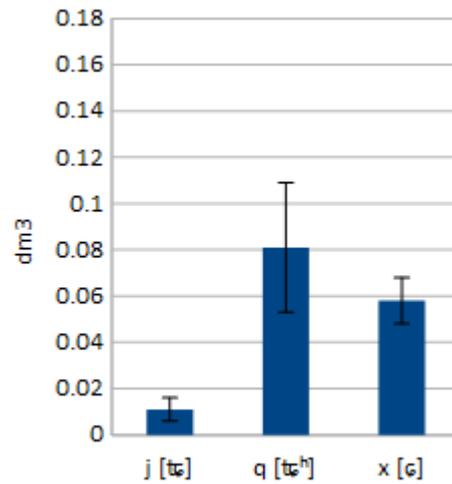


Figure 3.3-10 : Moyenne du volume d'air expiré des locuteurs

Ensuite, dans les deux groupes (Figure 3.3-9 et 10), la moyenne du volume d'air expiré de la consonne fricative q [tɕʰ] atteint le maximum, en revanche, la consonne affriquée j [tɕ] arrive au minimum de la moyenne du volume. Pour les sujets féminins, la moyenne du volume de la consonne affriquée q [tɕʰ] est de 0.039 dm^3 , dont la moyenne est de 0.081 dm^3 pour les sujets masculins. La consonne fricative j [tɕ] est réalisée avec un volume d'air expiré de 0.013 dm^3 chez les locutrices et de 0.011 dm^3 pour les locuteurs.

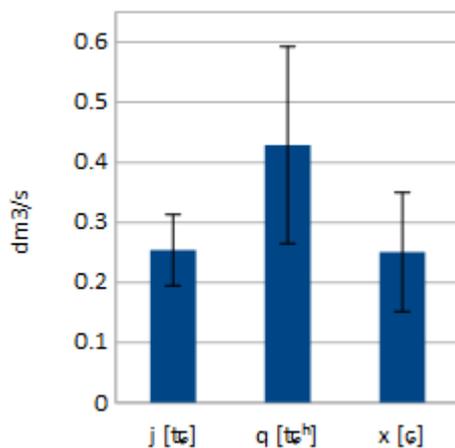


Figure 3.3-11 : Moyenne du pic du débit d'air des sujets féminins

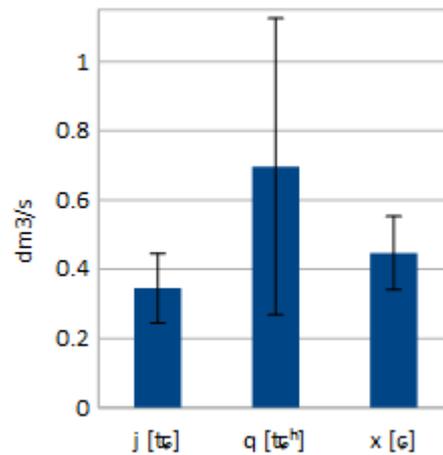


Figure 3.3-12 : Moyenne du pic du débit d'air des sujets masculins

Enfin, les deux figures ci-dessus (Figures 3.3-11 et 3.3-12) montrent que la moyenne du pic du débit d'air de la consonne affriquée q [t^h] est la plus élevée des trois consonnes (j [t^c], q [t^h] et x [ϵ]), quel que soit le groupe considéré. Pour le groupe féminin, la moyenne du pic du débit de q [t^h] est de $0.429 \text{ dm}^3/\text{s}$, qui est plus petite que celle de l'autre groupe ($0.697 \text{ dm}^3/\text{s}$).

Dans le but de comparer les résultats de différents sujets, premièrement, selon les tables ci-dessous (Tables 3.3-2 et 3.3-3), nous pouvons conclure que de la durée de la consonne s [s] est plus longue que celle de sh [ʃ] moyennement.

femme	S1			S3			S5			Moyenne	Écart-type
s [s]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	230.067	237.97	231.24	182.917	172.398	174.535	263.292	288.977	291.12	230.280	46.095
dm^3	0.056	0.055	0.052	0.045	0.042	0.041	0.049	0.055	0.059	0.050	0.007
dm^3/s	0.326	0.303	0.292	0.297	0.305	0.304	0.2	0.201	0.21	0.271	0.051
sh [ʃ]											
ms	214.948	220.891	208.528	189.887	183.001	163.883	293.947	252.835	260.777	220.966	41.508
dm^3	0.07	0.08	0.064	0.051	0.057	0.043	0.077	0.069	0.072	0.065	0.012
dm^3/s	0.423	0.414	0.394	0.338	0.353	0.321	0.297	0.329	0.309	0.353	0.046

Table 3.3-2 : Table des consonnes s - sh pour les sujets féminins

homme	S2			S4			S6			Moyenne	Écart-type
s [s]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	216.637	217.609	226.93	283.058	229.511	239.454	305.199	293.252	295.335	256.332	36.964
dm^3	0.068	0.079	0.056	0.12	0.074	0.076	0.09	0.093	0.091	0.083	0.018
dm^3/s	0.41	0.458	0.5	0.57	0.404	0.375	0.322	0.354	0.346	0.415	0.081
sh [ʃ]											
ms	209.157	228.134	195.565	263.327	230.543	212.803	297.582	283.053	297.123	246.365	39.540
dm^3	0.07	0.069	0.061	0.145	0.111	0.125	0.139	0.116	0.128	0.107	0.032
dm^3/s	0.41	0.383	0.395	0.697	0.533	0.664	0.519	0.492	0.523	0.513	0.111

Table 3.3-3 : Table des consonnes s - sh pour les sujets masculins

Aussi, nous avons observé qu'il existe une petite différence mais pas significative parmi différents sujets qui sont venus de différentes régions. Cependant, pour chaque sujet, il y a peu de différence de la durée quand ils prononcent les consonnes s [s] - sh [ʃ].

De plus, chaque sujet a presque le même volume d'air expiré pour la consonne non rétroflexe s [s], ainsi que la consonne rétroflexe sh [ʃ]. Selon différents sujets, le volume d'air expiré de la consonne s [s] différencie moins que celui de la consonne sh [ʃ].

Le pic du débit d'air de la paire s [s] – sh [ʃ] ne différencie guère pour trois fois d'articulations par chaque sujet. Mais la différence du pic du débit de différents sujets pour la consonne s [s] est plus petite que celle de sh [ʃ].

femme	S1			S3			S5			Moyenne	Écart-type
z [ts]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	148.563	135.086	103.976	74.563	58.898	62.635	106.932	126.158	97.534	101.594	31.728
dm ³	0.03	0.022	0.018	0.011	0.009	0.01	0.013	0.024	0.016	0.017	0.007
dm ³ /s	0.301	0.262	0.266	0.215	0.187	0.221	0.172	0.207	0.234	0.229	0.041
zh [tʃ]											
ms	110.143	103.516	80.001	74.331	66.889	62.635	65.388	86.517	77.444	80.763	16.675
dm ³	0.014	0.019	0.016	0.011	0.009	0.009	0.01	0.016	0.011	0.013	0.004
dm ³ /s	0.259	0.274	0.316	0.213	0.208	0.222	0.254	0.207	0.258	0.246	0.037

Table 3.3-4 : Table des consonnes z [ts] – zh [tʃ] pour les sujets féminins

Deuxièmement, dans le groupe féminin, la moyenne de la durée de la consonne z [ts] est plus grande que celle de zh [tʃ]. Chaque sujet possède différemment de la longueur de durée pendant chaque fois d'articulation, et il y a une petite différence selon différents sujets. Mais la différence de la durée de la consonne zh [tʃ] est plus petite que la différence de la consonne z [ts].

Il en est de même pour la différence du volume d'air de zh [tʃ] des différentes locutrices, qui est plus petite que la différence de la consonne z [ts]. Également, la différence du pic du débit d'air de la consonne de zh [tʃ] est un peu plus petite que celle de la consonne z [ts].

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
<i>z</i> [ts]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	98.938	103.85	106.253	109.822	116.845	128.944	102.594	114.697	122.493	111.604	9.936
dm ³	0.015	0.017	0.016	0.023	0.029	0.021	0.022	0.026	0.027	0.022	0.005
dm ³ /s	0.222	0.228	0.242	0.45	0.459	0.342	0.313	0.33	0.312	0.322	0.087
<i>zh</i> [tʂ]											
ms	68.81	103.519	87.074	79.983	112.676	83.267	82.757	83.316	45.824	83.025	19.076
dm ³	0.011	0.019	0.013	0.018	0.025	0.019	0.028	0.03	0.012	0.019	0.007
dm ³ /s	0.273	0.26	0.229	0.442	0.329	0.407	0.457	0.461	0.37	0.359	0.090

Table 3.3-5 : Table des consonnes *z* [ts] – *zh* [tʂ] pour les sujets masculins

Ensuite, dans la table ci-dessus, pour les sujets masculins, la durée de la consonne rétroflexe affriquée *z* [ts] est plus longue que celle de la consonne *zh* [tʂ] en moyenne. Mais les différents sujets ont la différente longueur de durée pendant trois fois d'articulations, et la différence de la durée de la consonne *z* [ts] est la plus petite parmi les trois paires de consonnes. Pour le volume d'air et le pic du débit d'air, ceux des consonnes rétroflexes affriquées *z* [ts] – *zh* [tʂ] ne différencient guère n'importe quel sujet.

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
<i>c</i> [tsʰ]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	186.091	202.651	210.725	150.857	147.476	158.989	165.66	209.753	228.184	184.487	29.737
dm ³	0.045	0.054	0.059	0.043	0.042	0.041	0.042	0.05	0.051	0.047	0.006
dm ³ /s	0.354	0.416	0.436	0.369	0.042	0.354	0.383	0.362	0.3	0.335	0.117
<i>ch</i> [tʂʰ]											
ms	220.728	215.116	198.2	154.88	135.468	194.625	203.304	229.083	234.842	198.472	33.429
dm ³	0.084	0.083	0.076	0.047	0.043	0.052	0.062	0.072	0.058	0.064	0.015
dm ³ /s	0.522	0.564	0.521	0.524	0.462	0.402	0.399	0.451	0.336	0.465	0.075

Table 3.3-6 : Table des consonnes *c* [tsʰ] – *ch* [tʂʰ] pour les sujets féminins

Troisièmement, la paire des consonnes rétroflexes affriquées *c* [tsʰ] – *ch* [tʂʰ] (Table 3.3-6). Dans le groupe féminin, la moyenne de la durée de la consonne *c* [tsʰ] est plus petite que celle de *ch* [tʂʰ]. Chaque fois que le sujet prononce les consonnes *c* [tsʰ] ou *ch* [tʂʰ] la durée différencie dans une certaine plage d'amplitude. Pour la consonne *ch* [tʂʰ], la durée a plus de changements que la consonne *c* [tsʰ] en fonction de différents sujets. Tant la consonne *c* [tsʰ] que la consonne *ch* [tʂʰ], le volume d'air ne différencie guère. Ainsi que le pic du débit d'air des consonnes.

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
<i>c</i> [ts ^h]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	170.494	162.904	149.502	167.61	186.197	192.788	251.088	229.064	218.424	192.008	34.110
dm ³	0.048	0.055	0.052	0.127	0.081	0.086	0.086	0.096	0.065	0.077	0.025
dm ³ /s	0.489	0.483	0.482	1.123	0.733	0.662	0.485	0.593	0.506	0.617	0.210
<i>ch</i> [tʃ ^h]											
ms	155.547	148.853	163.21	201.719	186.431	194.887	226.388	250.882	226.87	194.976	35.247
dm ³	0.076	0.061	0.07	0.146	0.097	0.101	0.186	0.202	0.173	0.124	0.054
dm ³ /s	0.755	0.614	0.676	1.11	0.856	0.773	1.11	1.011	1.06	0.885	0.192

Table 3.3-7 : Table des consonnes *c* [ts^h] – *ch* [tʃ^h] pour les sujets masculins

Pour les sujets masculins, nous observons que la moyenne de la durée de la consonne *c* [ts^h] est similaire à celle de la consonne *ch* [tʃ^h], et que la différence de la durée de *c* [ts^h] des sujets dans le groupe masculin est analogue à celle de *ch* [tʃ^h]. Quant au volume d'air et au pic du débit d'air des consonnes *c* [ts^h] et *ch* [tʃ^h], il n'existe pas de grand changement chez différents sujets.

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
<i>j</i> [tɕ]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	90.347	90.001	86.492	59.449	105.42	96.036	88.538	97.276	99.88	90.382	13.093
dm ³	0.014	0.014	0.01	0.006	0.012	0.013	0.017	0.013	0.017	0.013	0.003
dm ³ /s	0.289	0.286	0.26	0.147	0.17	0.245	0.321	0.267	0.303	0.254	0.059
homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
<i>j</i> [tɕ]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	67.321	66.705	54.472	70.535	73.808	74.221	49.372	46.739	47.793	61.218	11.497
dm ³	0.012	0.013	0.008	0.014	0.015	0.02	0.009	0.006	0.006	0.011	0.005
dm ³ /s	0.281	0.28	0.257	0.416	0.473	0.537	0.327	0.26	0.274	0.345	0.104

Table 3.3-8 : Table de la consonne *j* [tɕ]

Quatrièmement, la table ci-dessus montre la durée de consonne, le volume d'air et le pic du débit d'air de la consonne affriquée *j* [tɕ]. En moyenne, la durée prononcée par les sujets féminins est plus longue que celle des sujets masculins. En même temps, la longueur de durée des femmes différencie plus que des hommes. Et puis, pour les deux groupes, le volume d'air et le pic du débit d'air des consonnes ne différencient guère.

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
q [t^h]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	141.61	156.623	137.116	124.257	104.04	115.134	160.073	196.938	178.857	146.072	30.144
dm ³	0.047	0.051	0.044	0.02	0.013	0.017	0.048	0.063	0.048	0.039	0.018
dm ³ /s	0.597	0.549	0.579	0.228	0.19	0.255	0.475	0.568	0.419	0.429	0.164
homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
q [t^h]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	151.596	142.026	145.709	137.841	148.554	154.516	199.378	169.995	150.321	155.548	18.761
dm ³	0.053	0.057	0.052	0.069	0.08	0.083	0.14	0.101	0.096	0.081	0.028
dm ³ /s	0.615	0.575	0.568	0.069	0.08	0.997	1.032	1.127	1.21	0.697	0.428

Table 3.3-9 : Table de la consonne q [t^h]

Cinquièmement, dans la Table 3.3-9, nous pouvons conclure que pour le groupe féminin, la moyenne de la durée de la consonne affriquée q [t^h] est plus petite que celle des hommes, et que la longueur de durée change plus que celle dans le groupe masculin. Quant au volume d'air et au pic du débit d'air des consonnes, les différences entre femmes et hommes sont très petites.

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
x [ϵ]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	213.606	211.613	227.535	207.964	152.153	140.83	213.734	201	210.658	197.677	29.972
dm ³	0.054	0.054	0.05	0.018	0.013	0.014	0.047	0.044	0.056	0.039	0.018
dm ³ /s	0.317	0.315	0.296	0.11	0.112	0.135	0.32	0.316	0.334	0.251	0.099
homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
x [ϵ]	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	188.128	187.067	161.409	170.518	181.606	185.265	161.329	151.642	164.66	172.403	13.465
dm ³	0.057	0.046	0.041	0.066	0.065	0.066	0.058	0.052	0.074	0.058	0.011
dm ³ /s	0.347	0.28	0.338	0.579	0.518	0.531	0.4	0.521	0.508	0.447	0.106

Table 3.3-10 : Table de la consonne x [ϵ]

Finalement, pour la consonne fricative x [ϵ], la durée prononcée par des sujets féminins est plus longue que celle des hommes moyennement. Et la différence de la durée de la consonne x [ϵ] dans le groupe féminin est plus grande que celle du groupe masculin. Pareillement, le volume d'air et le pic du débit d'air des consonnes ne différencient pas beaucoup pour les deux groupes. Pourtant, il existe encore une différence pour chaque sujet.

En somme, d'un côté, d'après toutes les tables ci-dessus, nous avons remarqué que parmi trois paires des consonnes rétroflexes (s [s] – sh [ζ], z [ts] – zh [$t\zeta$] et c [ts^h] – ch [$t\zeta^h$]), c'est la paire

s-sh qui a le plus grand changement dans la durée de consonne pour n'importe quel groupe. La suite, c'est la paire *c* [tʰ] – *ch* [tʰʰ], qui change moins que la paire *s* [s] – *sh* [ʃ], et après, la paire *z* [ts] – *zh* [tʃ] a le moindre changement par rapport à les deux autres paires de consonnes. De surcroît, dans le volume d'air et le pic du débit d'air, pour tous les deux groupes, la paire *c* [tʰ] – *ch* [tʰʰ] différencie le plus. Et puis, c'est la paire *s* [s] – *sh* [ʃ] qui a moins de différence que la paire *c* [tʰ] – *ch* [tʰʰ]. Alors la paire *z* [ts] – *zh* [tʃ] change le moins parmi trois paires des consonnes rétroflexes.

De l'autre, pour les trois consonnes *j* [tɕ], *q* [tɕʰ] et *x* [ɕ], dans la durée de consonne ou bien le pic du débit d'air, tant chez les femmes que chez les hommes, la consonne *q* [tɕʰ] a le plus grand changement. Après, c'est la consonne fricative *x* [ɕ], et enfin, la consonne affriquée *j* [tɕ] a le moindre changement.

4.4. Acoustique

D'un point de vue spectrographique, nous pouvons observer les caractéristiques des consonnes rétroflexes et non rétroflexes. Pour chaque consonne, il y a trois figures, y compris le spectrogramme, le signal acoustique et la figure de FFT. D'une part, premièrement, pour les spectrogrammes des trois consonnes non rétroflexes c [ts^h] (Figure 3.4-1), s [s] (Figure 3.4-2) et z [ts] (Figure 3.4-3) :

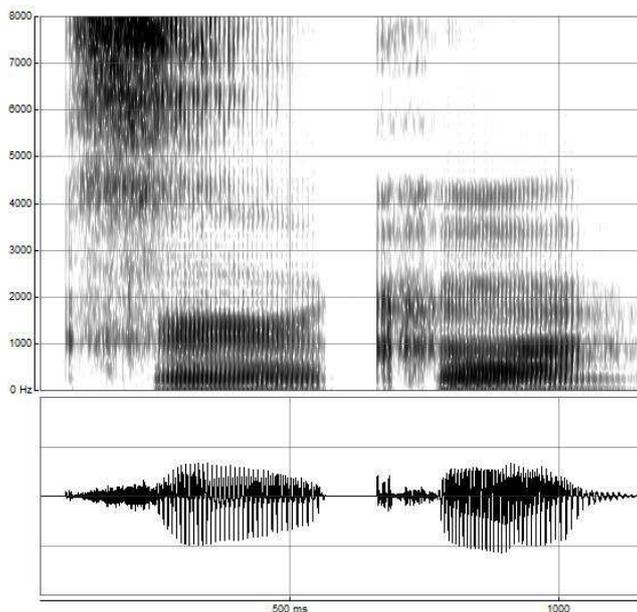


Figure 3.4-1 : spectrogramme de c [ts^h]

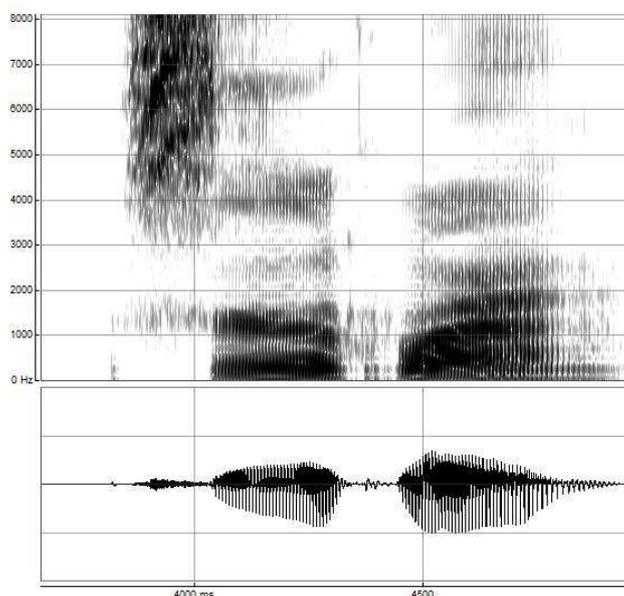


Figure 3.4-2 : spectrogramme de s [s]

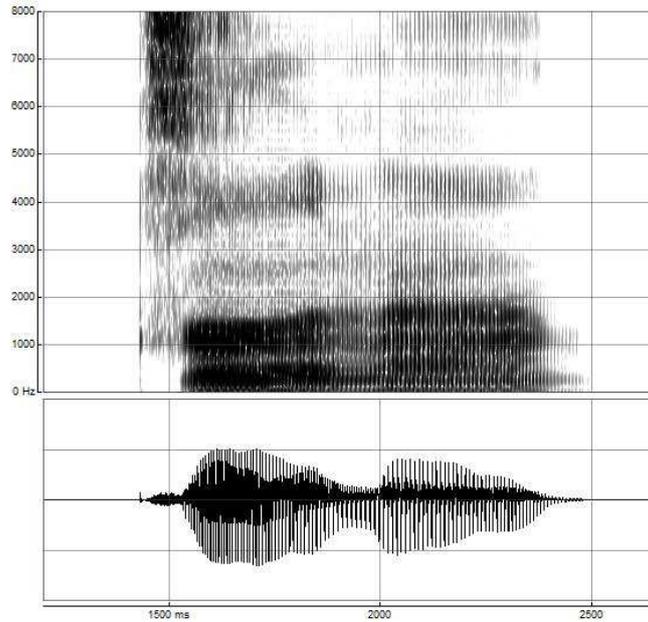


Figure 3.4-3 : spectrogramme de z [ts]

En outre, il est à noter que la figure de FFT montre une fenêtre de 25 ms (barre bleue), indiquée dans le signal acoustique. Par exemple, dans le cas de la consonne c [ts^h], ce sont le signal acoustique (Figure 3.4-4) et le FFT (Figure 3.4-5) :

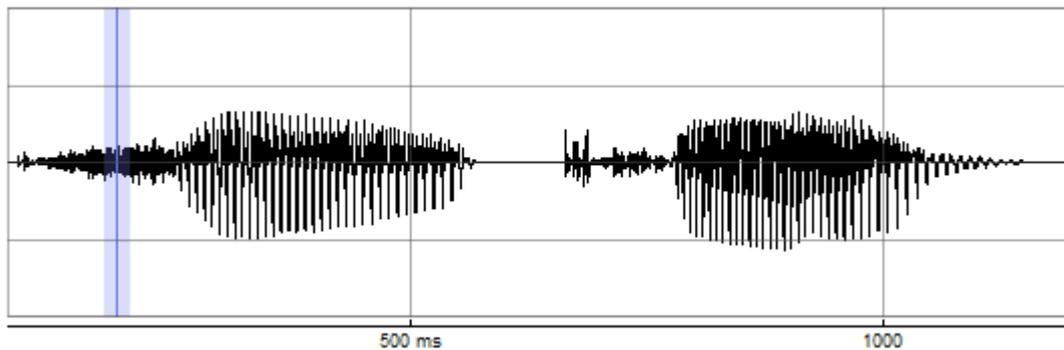


Figure 3.4-4 : FFT à partir d'un segment du signal acoustique

Deuxièmement, les figures de FFT des trois consonnes non rétroflexes c [ts^h] (Figure 3.4-5), s [s] (Figure 3.4-6) et z [ts] (Figure 3.4-7) :

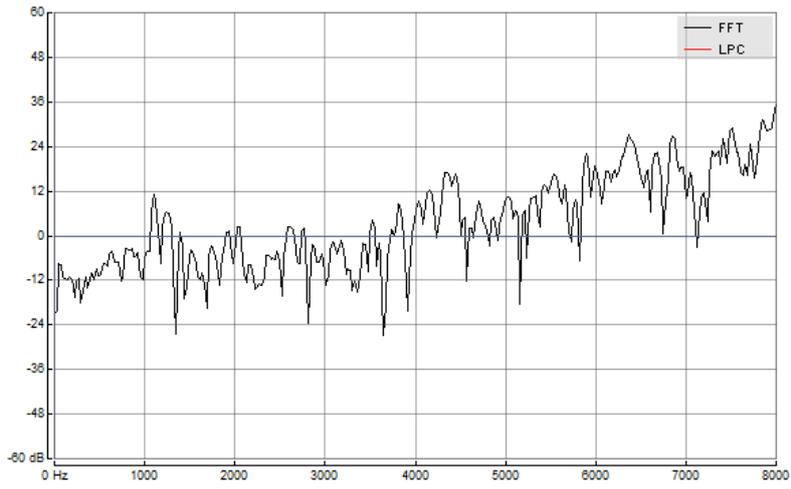


Figure 3.4-5 : FFT de c [ts^h]

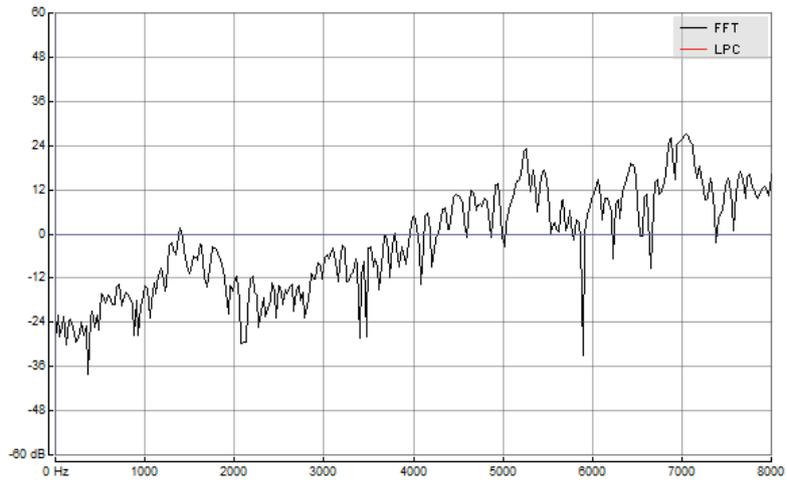


Figure 3.4-6 : FFT de s [s]

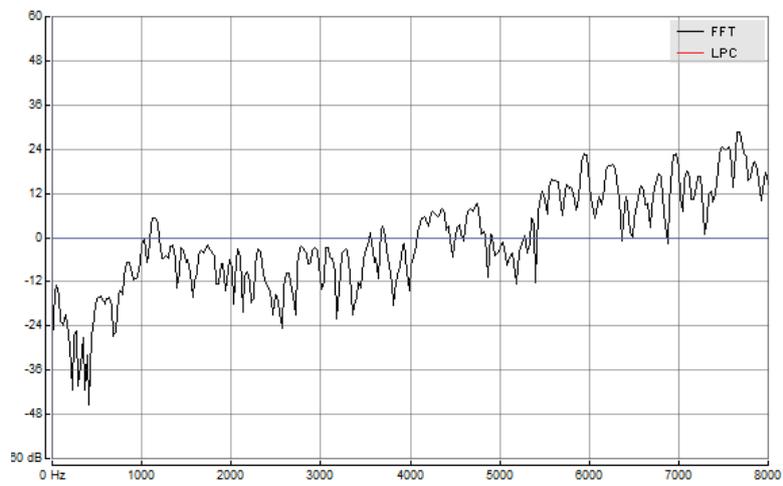


Figure 3.4-7 : FFT de z [ts]

En somme, les figures de FFT et les spectrogrammes ci-dessus font preuve d'une croissance au niveau de la distribution d'énergie. Également, dans les spectrogrammes, la couleur est de plus en plus foncée. En conséquence, il en résulte que la distribution d'énergie augmente progressivement pour les consonnes non rétroflexes.

D'autre part, pour les trois consonnes rétroflexes *ch* [tʂʰ] (Figure 3.4-8 et 3.4-11), *sh* [ʂ] (Figure 3.4-9 et 12) et *zh* [ʐ] (Figure 3.3-10 et 13) :

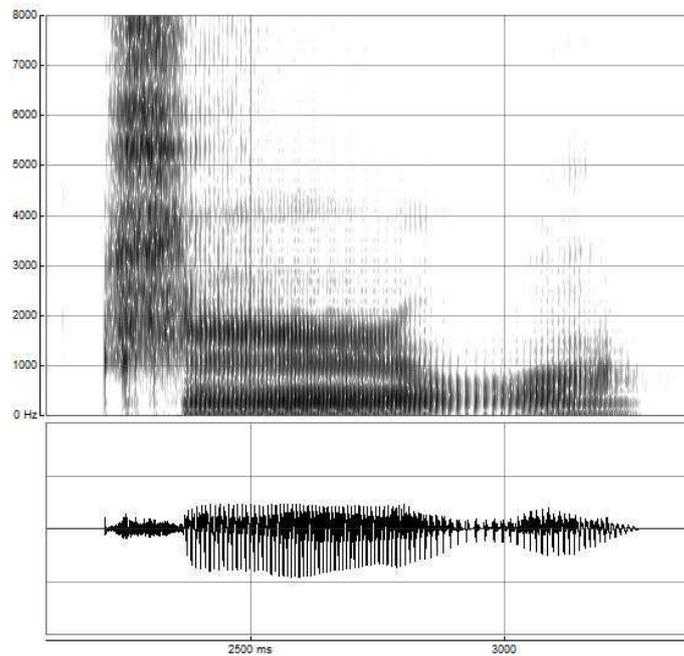


Figure 3.4-8 : spectrogramme de *ch* [tʂʰ]

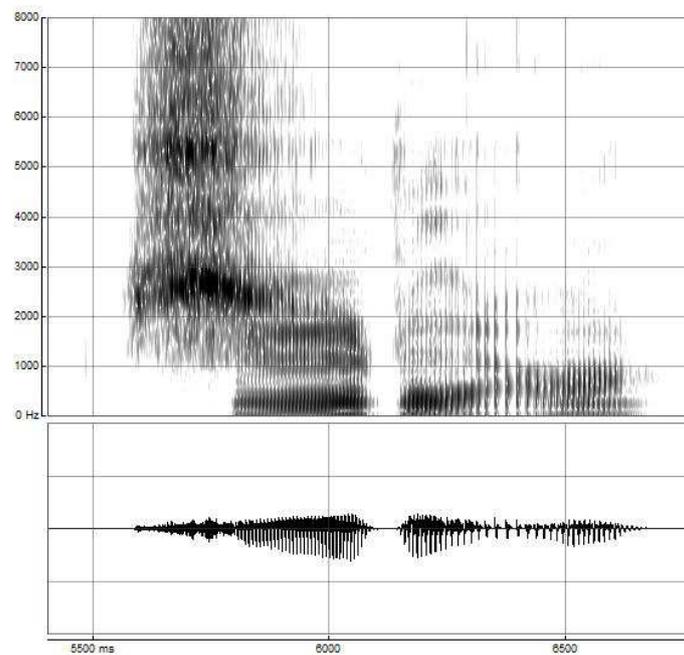


Figure 3.4- 9 : spectrogramme de *sh* [ʂ]

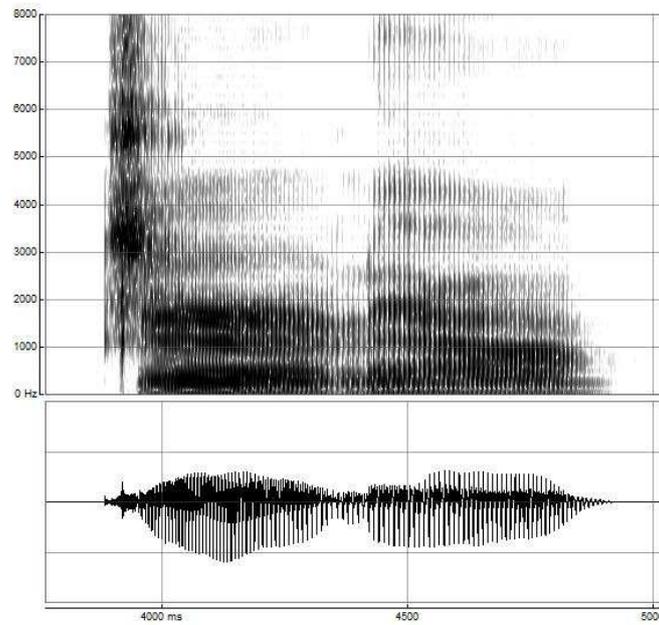


Figure 3.4-10 : spectrogramme de zh [tʂ]

De Figure 3.4-8 à Figure 3.4-8 10, nous observons que, la couleur de la partie fricative est uniforme dans les spectrogrammes des consonnes rétroflexes.

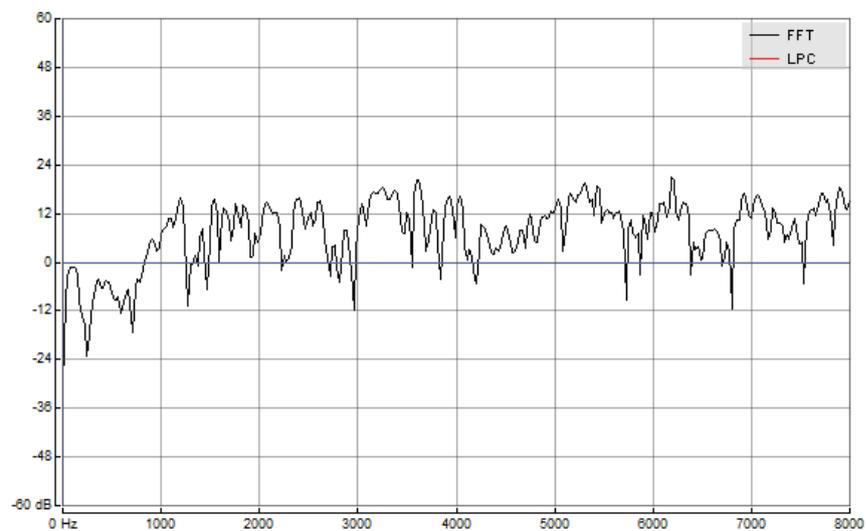


Figure 3.4-11 : FFT de ch [tʂʰ]

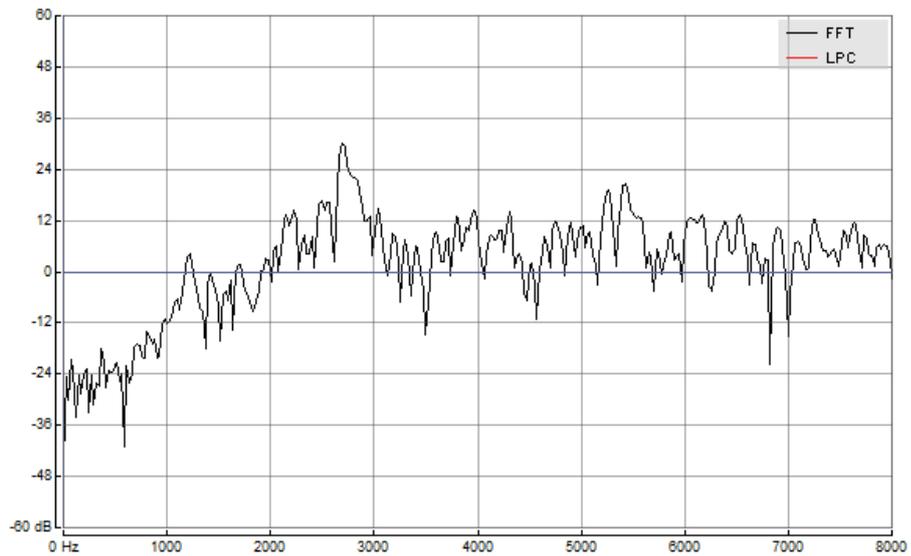


Figure 3.4-12 : FFT de *sh* [ʃ]

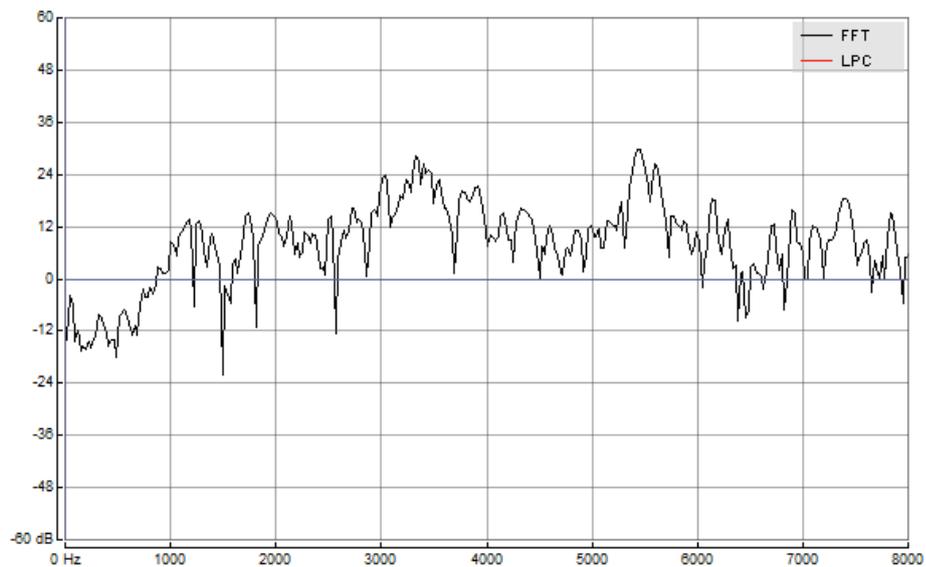


Figure 3.4-13 : FFT de *zh* [tʃ]

Les figures de FFT et les spectrogrammes montrent que la distribution d'énergie est plutôt uniforme pour les consonnes rétroflexes.

De plus, dans la voyelle après toutes les consonnes rétroflexes, nous remarquons qu'il y a une descente de F3. Également, en adoptant le corpus, la voyelle après les consonnes est identique, par conséquent, nous pouvons exclure les impacts de la coarticulation et d'autres facteurs.

4. Discussion

Tant en mandarin qu'en namtrik de Colombie, il existe le phénomène des consonnes rétroflexes. En comparant les résultats de palatographie statique en mandarin par Ladefoged et Wu (1984) et en namtrik par Gonzales, Diaz et Demolin, nous pouvons observer une similarité des stratégies articulatoires entre les deux langues qui appartiennent à des familles linguistiques différentes..

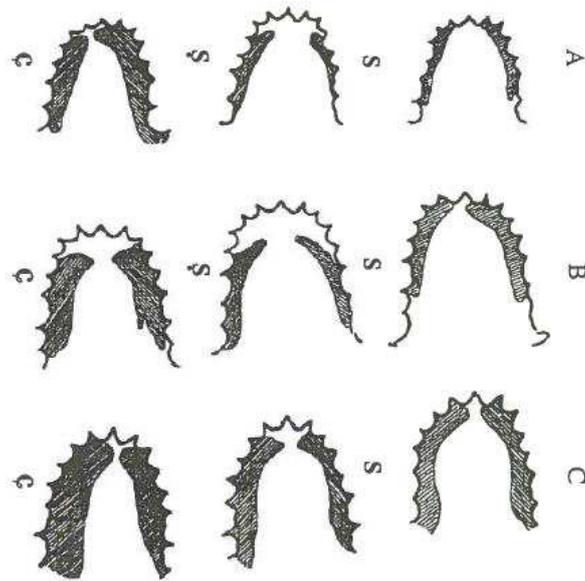


Figure 4-1 : Palatographie statique (Ladefoged et Wu) s [s] sh [ʃ] x [ç]

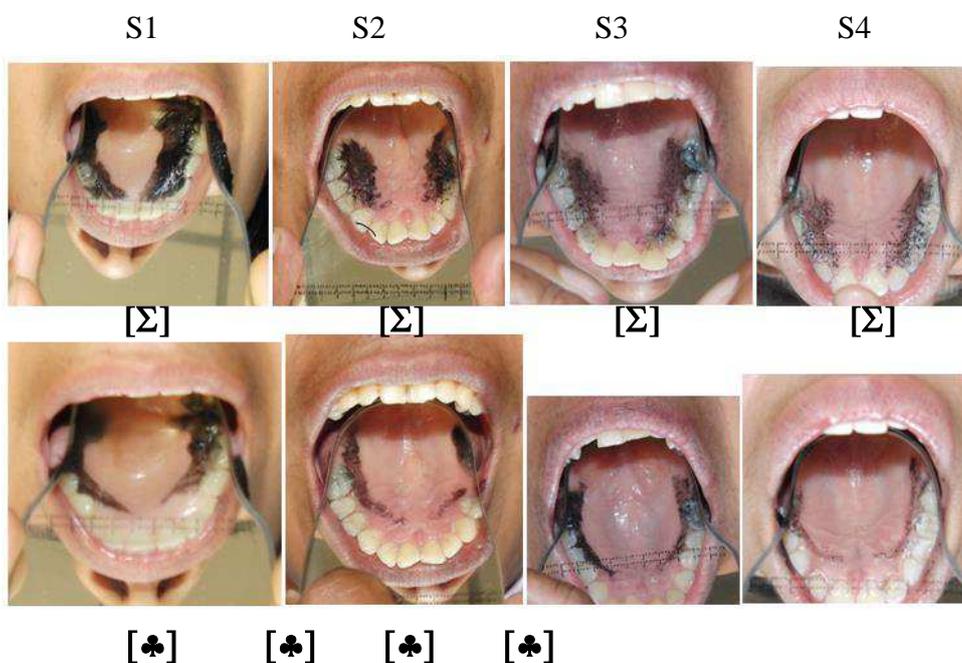


Figure 4-2 : Palatographie statique de consonnes [♣,Σ] en Namtrik pour sujets (S1-S4)

La production des consonnes rétroflexes en mandarin et en namtrik fait que l'apex de la langue n'est ni replié sur lui-même ni en arrière de la bouche, mais plutôt au centre de la zone post-alvéolaire. Les résultats de palatographie statique montrent que la syllabe fricative initiale est produite avec une constriction dans la zone post-alvéolaire. Le contact de la langue pour cette production se fait avec un très petit contact au niveau de la lame de la langue qui est en position élevée, comme l'ont montré des tracés ultrasons.. Etant donné que les parties sub-linguale et sub-apicale ne sont pas impliquées, ce ne sont pas des consonnes rétroflexes comme on l'entend traditionnellement.. En réalité, il s'agit de l'élévation de la lame de la langue. C'est la raison pour laquelle Ladefoged et Wu les appellent 'so-called' retroflexs'. On peut comprendre cette articulation, pas seulement un lieu d'articulation, mais *comme* : "*the shape of the the tongue as a whole.*"

5. Perspectives

Une extension de ce travail sera d'obtenir des données au moyen de l'électroplaltographie (EPG) pour des détails sur la méthode (Xiu 2013).

Des travaux l'EPG existent en Chine dans différents domaines, en linguistique, en pathologie de la parole et en médecine. Hu, Shi et Yu (2010) ont fait une étude qui cherche à comprendre les raisons et les caractéristiques des difficultés phonétiques au niveau de la production de la parole. Bao et Zheng (2011) ont fait une étude qui vise à créer une base de données d'EPG en mandarin, pour étudier les variations de la prononciation. Zheng (2006) a quant à lui publié une étude d'orthophonie en se basant sur la technique de l'EPG. Li et Zheng (2006) dans un travail sur les variations consonantiques du mandarin ont étudié les phénomènes de coarticulation et les influences de la séquence VCV en mandarin. Wang, Li et Zheng (2010) ont créé une plate-forme pour traiter les données d'EPG sous environnement MATLAB. Une autre étude de Li et Zheng (1997) a fait une étude qui vise à minimiser la taille des données d'EPG recueillies dans les enregistrements.

Notre objectif sera d'étendre ces études en traitant un corpus identique à celui qui a été abordé dans ce travail au moyen de L'EPG.

6. Conclusion

Dans l'étude de Xiu (2013) et Xiu & Démolin (2013), le sujet féminin est venu de Mandchourie et le sujet masculin de Sichuan.

Les observations de Xiu (2013) constataient que le sujet féminin de Mandchourie produit la consonne alvéolaire affriquée et aspirée *c* [tʰ], la consonne alvéolaire affriquée *z* [ts] et la consonne fricative alvéolaire *s* [s] avec la pointe de la langue légèrement relevée et avec les dos de la langue vers l'arrière. Quant aux consonnes rétroflexes en opposition *ch* [tʂʰ], *zh* [tʂ] et *sh* [ʂ], elles sont produites avec la lame de la langue relevée et rétractée vers l'arrière. La constriction est située au niveau de la lame de la langue. La partie postérieure de la langue est étirée vers l'avant.

Figure 6-1 à 6-6 montrent les images ultrasons des consonnes rétroflexes produites par le sujet féminin.



Figure 6-1 : *c* [tʰ] - *ch* [tʂʰ] –Sujet féminin

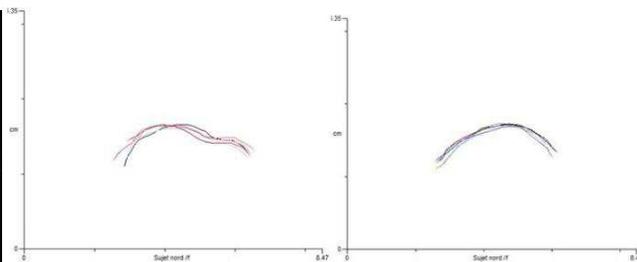


Figure 6-2 : contours des *c* [tʰ] - *ch* [tʂʰ] –
Sujet féminin

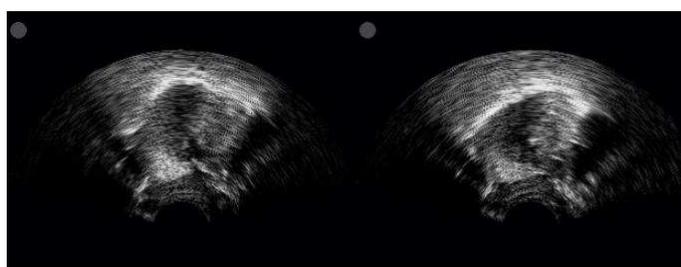


Figure 6-3 : *z* [ts] - *zh* [tʂ] –Sujet féminin

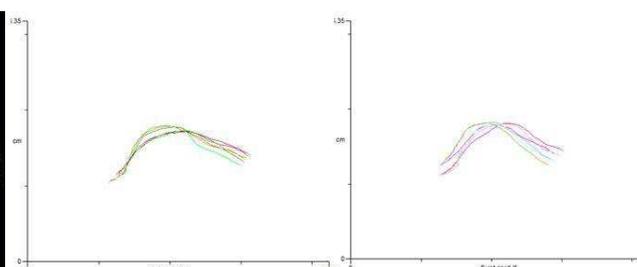


Figure 6-4 : contours des *z* [ts] - *zh* [tʂ] –
Sujet féminin

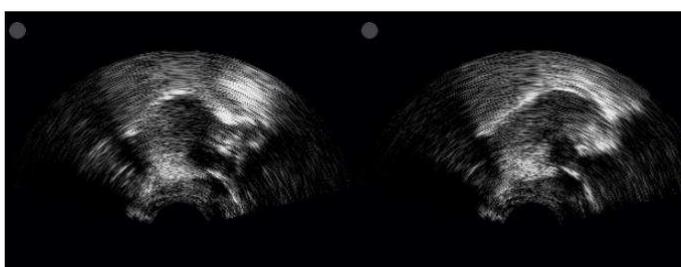


Figure 6-5: *s* [s] - *sh* [ʂ] –Sujet féminin

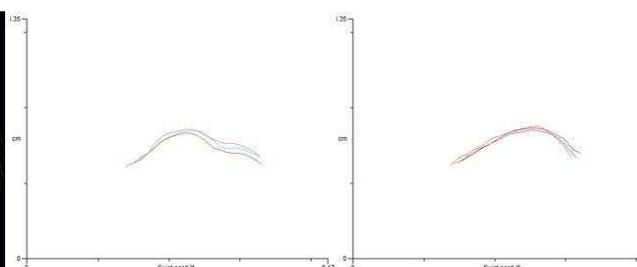
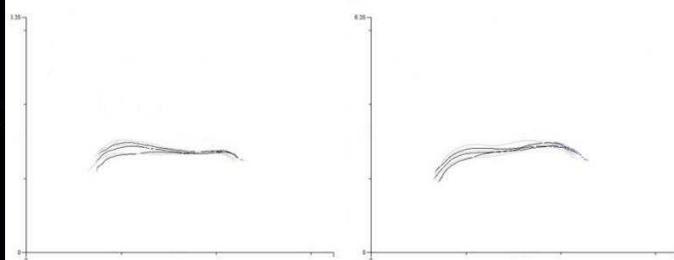


Figure 6-6: contours des *s* [s] - *sh* [ʂ] –Sujet
féminin

Figure 6-7 à 6-12. Les trois paires de consonnes rétroflexes du sujet masculin :



Figure 6-7: *c* [tsʰ] - *ch* [tʂʰ] –Sujet masculin



6-8: contours des *c* [tsʰ] - *ch* [tʂʰ] –Sujet masculin

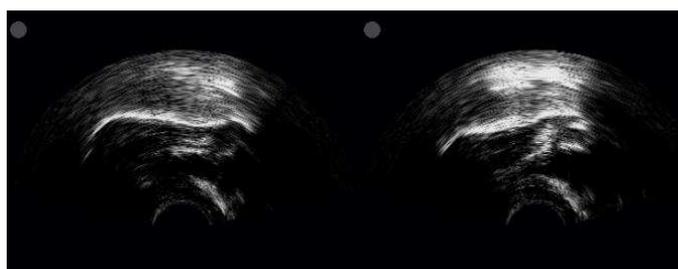


Figure 6-9: *z* [ts] - *zh* [tʂ] –Sujet masculin

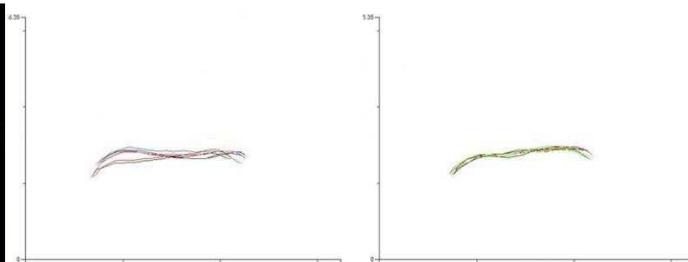


Figure 6-10: contours des *z* [ts] - *zh* [tʂ] –Sujet masculin

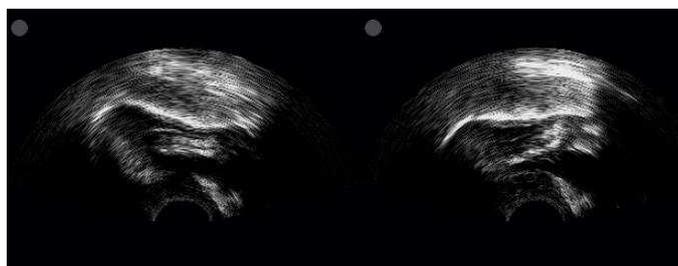


Figure 6-11: *s* [s] - *sh* [ʂ] –Sujet masculin

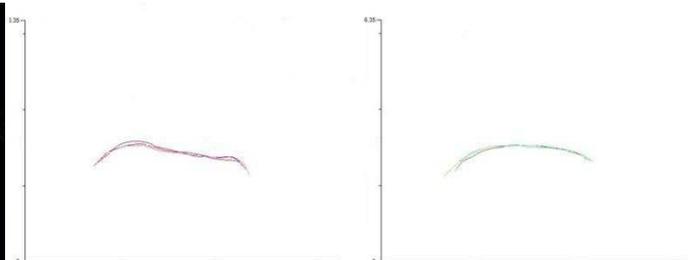


Figure 6-12: contours des *s* [s] - *sh* [ʂ] –Sujet masculin

Cependant, pour le sujet masculin qui est venu du Sud, nous observons que le corps de la langue est aplati et la partie postérieure est légèrement relevée. La constriction est située sur la partie correspondant à la pointe de la langue.

Par conséquent, nous avons supposé que cette différence d'articulation est causée par la différence géographique, et que les conduits vocaux différencient en fonction du sexe.

Effectivement, les deux sujets féminins du Nord (Sujets 1 et 3) dans cette étude ont les mêmes caractéristiques du Sujet féminin de l'étude de Xiu (2013) au niveau de la position de la langue lorsqu'elles produisent les consonnes rétroflexes. De plus, il est à remarquer que les données des deux sujets féminins du Sud (Sujets 5 et 7) montrent aussi une similarité avec Sujet 2 de l'étude de Xiu (2013). En particulier, l'endroit d'où Sujet 5 est venu est plus sud que Sujet 7, et le corps de

la langue de Sujet 5 est plus aplati que celui de Sujet 7. Donc nous pouvons supposer que plus au sud, cette caractéristique de la langue est plus forte.

Toutefois, pour les trois consonnes non rétroflexes *j* [tɕ], *q* [tɕ^h] et *x* [ɕ], il n'y a pas de différence au niveau de la stratégie d'articulation parmi les sujets.

En outre, dans l'analyse aérodynamique, il est constaté qu'il existe une légère différence en fonction du sexe. Par contre, il n'y a quasiment pas de différence d'après la dimension géographique. Les consonnes rétroflexes du mandarin varient de manière importante d'une région à l'autre. Les données confirment les observations antérieures qui montrent que la partie sublinguale n'est pas impliquée dans l'articulation des rétroflexes. Il s'agit plutôt d'un mode articulaire que d'un lieu d'articulation.

Bibliographie

- Andre, C., Legou, T. & Marchal, A. (2008) *Traitements automatiques de palatogrammes (Palatographie directe)*. Aix en Provence : Laboratoire Parole et Langage.
- Bao, H. & Zheng, Y. (2011). Etude de l'EPG de Mandarin. *Journal of school of Chinese language and culture*, Vol. 2011-3, 1 – 8
- Baxter, W. H. (1992). *A handbook of Old Chinese phonology*. New York: Mouton de Gruyter.
- Chao Y. R. (赵元任) (1948). *Mandarin primer*. Cambridge: Harvard University Press
- Chao Y. R. (赵元任) (1968). *A grammar of spoken Chinese*. Berkeley: University of California Press
- Chang, Y.-H. (2011). A corpus study of retroflex realizations in Beijing and Taiwan Mandarin. *Proceedings of ICPHS XVII*, 440-443.
- Chang, Y.-H. (2010). *Lip Rounding in Taiwan Mandarin Retroflex Sibilants*. Poster presented at the 87th Annual Meeting of the Linguistic Society of America.
- Chang, Y.-H. (2011). The role of vowel transitions in the perception of Mandarin sibilants. *Proceedings of the 162nd meeting for the Acoustical Society of America*, 130(4), 2570.
- Chao, Y.-R. (1968). *A grammar of spoken Chinese*. Berkeley: University of California Press.
- Chao, Y.-R. (1930). A system of Tone Letters. *Le maitre phonetique*, 45, 24-27.
- Chao, Y.-R. (1934). The non-uniqueness of phonemic solutions of phonetic systems. *Bulletin of the Institute of History and Philology, Academia Sinica*, 4, 363-397.
- Chao, Y.-R. (1948). *Mandarin Primer*. Cambridge: Harvard University Press.
- Chen, P. (1999). *Modern Chinese: History and sociolinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cheng, C. (1973). *A Synchronic Phonology of Mandarin Chinese*. Paris : Mouton.
- Clopper, C. G., & Pisoni, D. B. (2005). Perception of dialect variation. In D. B. Pisoni, E.R. Robert (Eds.), *The Handbook of Speech Perception*. Malden: Blackwell Publishing Ltd.
- Demolin, D. (2012). *Cours universitaire de phonétique/phonologie*. Grenoble : Université Stendhal, Sciences du langage.
- Docherty, G. J., & Foulkes, P. (1999). Derby and Newcastle: instrumental phonetics and variationist studies. In P. Foulkes & G. J. Docherty (Eds.), *Urban Voices: Accent Studies in the British Isles* (pp.

47-71). London: Arnold.

Gong, W. (2011). *Recherches de la perception de zh, ch, sh, de Mandarin et d'enseignement*. (Université chinoise de Hongkong). Consulté le 3 Mai 2013 à http://www.cuhk.edu.hk/lin/new/doc/ma_papers/macla/Gong%20Wei_2010-11.pdf

Hardcastle, W.-J. & Gibbon, F. (1997). Electropalatography and its clinical application. Dans A. Martin, J. B & B. Chris, C (dir), *Instrumental clinical phonetics* (pp. 149 – 193). Oxford: Blackwell.

Hamann, S. (2002). Postalveolar fricatives in Slavic languages as retroflexes. In S. Baauw, M. Huiskes & M. Schoorlemme (Eds.), *OTS Yearbook 2002* (pp. 105-127). Utrecht: Utrecht Institute of Linguistics.

Hamann, S. (2003). *The phonetics and phonology of retroflexes*. Utrecht: LOT Press.

Hamann, S. (2004). Retroflex fricatives in Slavic languages. *Journal of the International Phonetic Association*, 34 (01), 53-67.

Hamann, S., & Fuchs, S. (2010) Retroflexion of Voiced Stops: Data from Dhao, Thulung, Afar and German. *Language and Speech*, 53 (2), 181-216.

Hoole, P., Nguyen-Trong, N., & Hardcastle, W. (1990). A comparative investigation of Coarticulation in fricatives: electropalatographic, electromagnetic and acoustic data. *Language and Speech*, 36, 235-260.

Jeng, J. (2006). The acoustic spectral characteristics of retroflexed fricatives and affricates in Taiwan Mandarin. *人文研究学报*, Vol 40 no°1, 28 – 48

Jeng, J.-Y. (2006). The acoustic spectral characteristics of retroflexed fricatives and affricates in Taiwan Mandarin. *Journal of Humanistic Studies*, 40 (1), 27-48.

Jeng, J.-Y. (2009). The Auditory Discrimination of Mandarin Retroflex Contrasts and Spectral Moment Analysis. *Chinese Journal of Psychology*, 51 (2), 157-174.

Karlgren, B. (1949). *The Chinese language: An essay on its nature and history*. New York: Ronald Press.

Keyser, S. J., & Stevens, K. N. (2006). Enhancement and overlap in the speech chain. *Language*, 82, 33-62.

Kubler, C., (2006) *NFLC Guide for Basic Chinese Language Programs (2nd ed.)*. Ohio: National Foreign Language Resource Center, The Ohio State University.

Ladefoged, P. & WU, Z (1984). Place of articulation : An investigation of Pekingese fricatives and affricates. *Journal of Phonetics* 12, 267-278

Lawson, E. (2012). Using Ultrasound Tongue Imaging in Sociophonetic Research. Edinburgh: Speech and Language Science Department Queen Margaret University College.

Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Cambridge: Blackwell.

- Lee, W. & Zee, E. (2003). Standard Chinese (Beijing). *Journal of the International Phonetic Association*, Vol.33/1, 109-112
- Lin, Y. H. (2007). *The sounds of Chinese*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Lindblom, B. (1996). Role of articulation in speech perception: Clues from production. *Journal of Acoustical Society of America*, 99, 1683-1692.
- Maddieson, I. (2004). *Patterns of sounds*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Ma, Liang. (2008). *La coarticulation en français et en chinois: étude expérimentale et modélisation* (Thèse de doctorat non publiée). Université Aix-Marseille I, spécialité Cognition, Langage, Education, Marseille
- Marchal, A. (2009). L'électropalatographie : questions de méthodologie, données et nouveaux développements. Dans Marchal. Directeur, *L'imagerie médicale pour l'étude de la parole ; Traité IC2, série Cognition et traitement de l'information* (pp. 87 – pp.123). London : HERMÈS[LAVOISIER
- Marchal, A. (1988). *La palatographie*. Paris : Edition du CNRS.
- Marisa, de Sousa., Viana, J. & Cesar, R. (2012) Phonetic description of alveolar phones using electropalatography. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. On-line version- J. Soc. Bras. Fonoaudiol. vol.24 no.3 São Paulo 2012
- Miller, J. L. (1994). On the internal structure of phonetic categories: A progress report. *Cognition*, 50, 271-285.
- Miller, J. L. (1997). Internal Structure of Phonetic Categories. *Language and Cognitive Processes*, 12(5-6), 865-870.
- Miller, J. L. (2001). Mapping from acoustic signal to phonetic category: Internal category structure, context effects and speeded categorisation. *Language and Cognitive Processes*, 16(5), 683-690.
- Nguyen, N., Marchal, A. & Content, A. (1996). Modeling tongue-palate contact patterns in the production of speech. *Journal of phonetics*, 24. Indiana : Elsevier.
- Niebuhr, O., Clayards, M., Meunier, C., & Lancia, L (2011). On place assimilation in sibilant sequences—comparing French and English. *Journal of Phonetics*, 39(3), 429-451.
- Pierrehumbert, J. (2001). Exemplar dynamics: Word frequency, lenition, and contrast. In J. Bybee, & P. Hopper (Eds.), *Frequency effects and the emergence of linguistic structure* (pp. 137-157). Amsterdam: John Benjamins.
- Simonsen, H. M. I., & Cowen, S. (2008). Norwegian retroflex stops in a cross linguistic perspective. *Journal of Phonetics*, 36, 385-405.
- Stevens, K.N. (1989). On the quantal nature of speech. *Journal of Phonetics*, 17, 3-45.

- Stevens, K., & Keyser, S. J. (1989). Primary features and their enhancement in consonants. *Language*, 65, 81-106.
- Stevens, K. N., Li, Z., Lee, C. Y., Keyser, S. J. (2004). A note on Mandarin Fricatives and Enhancement. In G. Fant, H. Fujisaki, J. Cao & Y. Xu (Eds.), *From Traditional Phonology to Modern Speech Processing*. Beijing: Foreign Language Teaching and Research Press.
- Stone, M., Epstein, M. & Iskarous, K. Functional segments in tongue movement. *Clinical linguistics and phonetics*, 18(6-8), 507-521.
- Sun, Y.-C. (2011). A study on retroflex articulation: Evidence from Sichuan dialect in China. *Asia-Pacific Science and Culture Journal*, 1(2), 14-21.
- Surendran, D., & Niyogi, P. (2003). *Measuring the Functional Load of Phonological Contrasts* (Report No. TR-2003-12): Department of Computer Science, University of Chicago.
- Svantesson, J. O. (1986). Acoustic analysis of Chinese fricatives and affricates. *Journal of Chinese Linguistics*, 14(1), 53-70.
- Tabain, M. (2009). An EPG study of the alveolar vs. retroflex apical contrast in Central Arrernte. *Journal of Phonetics*, 37(4), 486-501.
- Svantesson, J. (1986). Acoustic analysis of Chinese fricatives and affricates. *Journal of Chinese Linguistics*, 14(1), 53-70.
- Wang, j. (2006) Language Contact and Buddhist Chinese. *Journal of Anyang Institute of Technology*. Vol. 3, 91 – 94
- Wang, Y. & Fang Y. (2000). *Recherche de la langue chinoise médiéval*. Beijing : 商务印书馆
- Wu, Z., & Lin, M. (1989). *Overview of experimental phonetics*. Beijing: Higher Education Press.
- Xie, X. (2010). A Study on Japanese Learner's Acquisition Process of Mandarin Balade-palatal Intials. *Journal of Jilin teachers institute of engineering and technology*, Vol. 26 No.7, 23 – 27
- Xiu, M. (2013). *Étude des consonnes fricatives et affriquées du mandarin par ultrasons* Mémoire de Master 1 Recherche (Université Stendhal, Grenoble)
- Xiu, M., & Demolin, D. (2013). *An ultrasound study of Mandarin fricatives and affricate consonants*. Posteur à la conference *Ultrafest* Edinburgh University.
- Xu, Y. (1997). Contextual Tonal Variation in Mandarin. *Journal of Phonetics*, 25(1), 61-83.
- Zerling, J.-P. (1993). Les contraintes en production de la parole. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 23, 177-181.
- Zhang, W. (2011). The Geographical Co-occurrence and Co-variation of Retroflex Sounds in Chinese Dialects. *Studies in Language and Linguistics*, Vol. 31 No.4, 80 – 91
- Zhang, J., Lu, S., & Qi, S. (1982). A cluster analysis of the perceptual features of Chinese speech

sounds. *Journal of Chinese Linguistics*. Vol. 10, 190-206.

Zhou, D., & Wu, Z. (1963). *Articulation album of Putonghua*. Beijing: Shangwu Yingshuguan.

Zhu, L. (2012). *Retroflex and Non-retroflex Merger in Shanghai Accented Mandarin*. M.A. Thesis, University of Washington.

Références en chinois

高本汉 (1994). 中国音韵学研究. 赵元任, 罗常培, 李方桂译. 北京: 商务印书馆.

鲁健骥 (1984). 中介语理论与外国人学习汉语的语音偏误分析. *语言教学与研究*. Vol. 3. 44-56.

罗杰瑞 (1995). 汉语概说. 张惠英译. 北京: 语文出版社.

吕必松 (2007). 汉语和汉语作为第二语言教学 (第 1 版). 北京市: 北京大学出版社.

倪彦, 王晓葵 (1992). 英语国家学生学习汉语语音难点分析. *汉语学习*. 2. 47-50.

吴宗济, 林茂灿 (1989). 实验语音学概要. 高等教育出版社.

赵元任 (2002). 官话字母译音法. 赵元任语言学论文集. 北京: 商务印书馆.

冯隆, (1985). 北京话语流中声韵调的时长. 载林焘, 王理嘉主编, 北京语音实验录. 北京: 北京大学出版社.

冯胜利 (1997) 汉语的韵律、词法与句法. 北京: 北京大学出版社.

冯胜利 (1998) 论汉语的自然音步. *中国语文* Vol. 1, 40 - 47

王洪君 (1999) 汉语非线性语音学. 北京: 北京大学出版社

Li, y. (2008). EPG. 语音乐律研究报告

李俭, 郑玉玲 (2006) 汉语普通话辅音的发音变化——基于 EPG 的实证分析 《浙江工商大学学报》2006 年 第 5 期

Sites internet consultés

汉语. Dans le *wikipédia*. Répéré le 30 Mars 2013 à <http://zh.wikipedia.org/wiki>

阿尔泰语系. Dans le *wikipédia*. Répéré le 6 Mars 2013 à <http://zh.wikipedia.org/wiki>

上古汉语. Dans le *wikipédia*. Répéré le 6 Avril 2013 à <http://zh.wikipedia.org/wiki>

Proto-mandarin. Dans le *wikipédia*. Répéré le 25 Avril 2013 à <http://fr.wikipedia.org/wiki>

发音部位. Dans le *wikipédia*. Répéré le 25 Avril 2013 à <http://zh.wikipedia.org/wiki>

Huit Bannières Dans le *wikipédia*. Répéré le 28 Avril 2013 à <http://fr.wikipedia.org/wiki>

Principe de l'exploration par échographie. Dans *le rchimede.wifeo*. Répéré le 30 Avril 2013 à <http://archimede.wifeo.com/documents/TP-echographie.pdf>

L'échographie est une technique permettant d'observer l'intérieur du corps humain. Dans *le Portail Blogs Pédagogiques de l'académie de poitiers*. Répéré le 5 Mai 2013 à <http://blogpeda.ac-poitiers.fr/scp-lvh/files/2011/03/P5C.pdf>

Echographie. Dans *le wikipédia*. Répéré le 5 Avril 2013 à <http://fr.wikipedia.org/wiki>

Rayon X. Dans *le FONDATION POUR LA RECHERCHE MÉDICALE*. Répéré le 5 Avril 2013 à <http://www.frm.org/dossiers-4.html>

Données d'imagerie

<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E6%8D%B2%E8%88%8C%E9%9F%B3>

<http://baike.soso.com/h7539021.htm>

<http://lunwen.lkejian.com/jiaoyulilun/59635.html>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Point_d'articulation

http://ling.cass.cn/yuyin/product/product_1.htm

<http://www.qmu.ac.uk/casl/DownSyndrome/EPG.htm>

http://www.picstopin.com/58/description-palato-alveolar-fricative/http:%7C%7Cwww*azlifa*com%7Cwp-content%7Cuploads%7C2006%7C07%7Cvoiced-palato-alveolar-fric1*jpg/

<http://www.basesproduced.com/441/palatography/>

<http://baike.baidu.com/picview/380447/380447/0/d478a8003fb97894e950cdfa.html#albumindex=0&picindex=1>

<http://www.allroadsleadtochina.com/2008/03/01/chengdu-investment-news-march-1-2008/>

<http://trialx.com/i/2011/05/25/pictures-and-other-geographical-data-about-mudanjiang-china/>

<http://www.itravelqq.com/2010/1231/98712.html>

<http://baike.baidu.com/view/4591.htm>

<http://www.lsjxsj.com/kczy/ShowArticle.asp?ArticleID=2535>

http://imnews.imbc.com/mpeople/rptcolumn/rptcol113/1178053_7064.html

Table des annexes

1. Corpus des enregistrements :	p. 70
2. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins Consonnes : z [ts] – zh [tʂ]	p.71
3. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins Consonnes : z [ts] – zh [tʂ]	p. 71
4. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins Consonnes : c [tʂʰ] – ch [tʂʰ]	p. 72
5. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins Consonnes : c [tʂʰ] – ch [tʂʰ]	p. 72
6. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins Consonnes : s [s] – sh [ʃ]	p. 73
7. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins Consonnes : s [s] – sh [ʃ]	p. 74
8. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins Consonnes : j [tɕ], q [tɕʰ], x [ɕ]	p. 75
9. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins Consonnes : j [tɕ], q [tɕʰ], x [ɕ]	p. 76
10. Extrait du travail de Xiu (2013)	p. 77

1. Corpus des enregistrements :

Affriquées :

z – *zi4' ran2* [tsɿ4' zɑn2] 自然 nature

zh – *zhi4' liao2* [tʂɿ4' liao2] 治疗 soigner

c – *ci3' ke4* [tʂʰɿ3' kʰɤ4] 此刻 ce moment-ci

ch – *chi3' ru3* [tʂʰɿ3' zu3] 耻辱 honte

j – *jin1' tian1* [tɕin1' tʰien1] 今天 aujourd'hui

q – *qian2' tian1* [tɕʰien2' tʰien1] 前天 avant-hier

Fricatives:

s – *si1' huai4* [sɿ1' xuai4] 撕坏 déchirer

sh – *shi1' biao3* [ʂɿ1' piao3] 师表 professeur

x – *xian4' zai4* [ɕien4' tsai4] 现在 maintenant

2. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins

Consonnes : z [ts] vs zh [tʃ]

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
z	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	98.938	103.85	106.253	109.822	116.845	128.944	102.594	114.697	122.493	111.604	9.936
dm3	0.015	0.017	0.016	0.023	0.029	0.021	0.022	0.026	0.027	0.0218	0.00502
dm3/s	0.222	0.228	0.242	0.45	0.459	0.342	0.313	0.33	0.312	0.322	0.087
zh											
ms	68.81	103.519	87.074	79.983	112.676	83.267	82.757	83.316	45.824	83.025	19.076
dm3	0.011	0.019	0.013	0.018	0.025	0.019	0.028	0.03	0.012	0.0194	0.007
dm3/s	0.273	0.26	0.229	0.442	0.329	0.407	0.457	0.461	0.37	0.359	0.09

3. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins

Consonnes : z [ts] vs zh [tʃ]

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
z	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	148.563	135.086	103.976	74.563	58.898	62.635	106.932	126.158	97.534	101.594	31.728
dm3	0.03	0.022	0.018	0.011	0.009	0.01	0.013	0.024	0.016	0.017	0.007
dm3/s	0.301	0.262	0.266	0.215	0.187	0.221	0.172	0.207	0.234	0.229	0.041
zh											
ms	110.143	103.516	80.001	74.331	66.889	62.635	65.388	86.517	77.444	80.763	16.675
dm3	0.014	0.019	0.016	0.011	0.009	0.009	0.01	0.016	0.011	0.0128	0.0036
dm3/s	0.259	0.274	0.316	0.213	0.208	0.222	0.254	0.207	0.258	0.246	0.037

3. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins

Consonnes : z [ts] vs zh [tʂ]

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
z	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	148.563	135.086	103.976	74.563	58.898	62.635	106.932	126.158	97.534	101.594	31.728
dm3	0.03	0.022	0.018	0.011	0.009	0.01	0.013	0.024	0.016	0.017	0.007
dm3/s	0.301	0.262	0.266	0.215	0.187	0.221	0.172	0.207	0.234	0.229	0.041
zh											
ms	110.143	103.516	80.001	74.331	66.889	62.635	65.388	86.517	77.444	80.763	16.675
dm3	0.014	0.019	0.016	0.011	0.009	0.009	0.01	0.016	0.011	0.013	0.004
dm3/s	0.259	0.274	0.316	0.213	0.208	0.222	0.254	0.207	0.258	0.246	0.037

4. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins

Consonnes : c [tʂʰ] vs ch [tʂʰ]

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
c	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	170.494	162.904	149.502	167.61	186.197	192.788	251.088	229.064	218.424	192.008	34.11
dm3	0.048	0.055	0.052	0.127	0.081	0.086	0.086	0.096	0.065	0.077	0.025
dm3/s	0.489	0.483	0.482	1.123	0.733	0.662	0.485	0.593	0.506	0.617	0.21
ch											
ms	155.547	148.853	163.21	201.719	186.431	194.887	226.388	250.882	226.87	194.976	35.247
dm3	0.076	0.061	0.07	0.146	0.097	0.101	0.186	0.202	0.173	0.124	0.054
dm3/s	0.755	0.614	0.676	1.11	0.856	0.773	1.11	1.011	1.06	0.885	0.192

5. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins

Consonnes : *c* [ts^h] vs *ch* [tʃ^h]

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
c	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	186.091	202.651	210.725	150.857	147.476	158.989	165.66	209.753	228.184	184.487	29.737
dm3	0.045	0.054	0.059	0.043	0.042	0.041	0.042	0.05	0.051	0.047	0.006
dm3/s	0.354	0.416	0.436	0.369	0.042	0.354	0.383	0.362	0.3	0.335	0.117
ch											
ms	220.728	215.116	198.2	154.88	135.468	194.625	203.304	229.083	234.842	198.472	33.429
dm3	0.084	0.083	0.076	0.047	0.043	0.052	0.062	0.072	0.058	0.064	0.015
dm3/s	0.522	0.564	0.521	0.524	0.462	0.402	0.399	0.451	0.336	0.465	0.075

6. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins

Consonnes : *s* [s] vs *sh* [ʃ]

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
s	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	216.637	217.609	226.93	283.058	229.511	239.454	305.199	293.252	295.335	256.332	36.964
dm3	0.068	0.079	0.056	0.12	0.074	0.076	0.09	0.093	0.091	0.083	0.0183
dm3/s	0.41	0.458	0.5	0.57	0.404	0.375	0.322	0.354	0.346	0.415	0.08
sh											
ms	209.157	228.134	195.565	263.327	230.543	212.803	297.582	283.053	297.123	246.365	39.54
dm3	0.07	0.069	0.061	0.145	0.111	0.125	0.139	0.116	0.128	0.107	0.032
dm3/s	0.41	0.383	0.395	0.697	0.533	0.664	0.519	0.492	0.523	0.519	0.111

7. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins

Consonnes : *s* [s] vs *sh* [ʃ]

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
s											
ms	230.067	237.97	231.24	182.917	172.398	174.535	263.292	288.977	291.12	230.28	46.095
dm3	0.056	0.055	0.052	0.045	0.042	0.041	0.049	0.055	0.059	0.05	0.007
dm3/s	0.326	0.303	0.292	0.297	0.305	0.304	0.2	0.201	0.21	0.271	0.0511
sh											
ms	214.948	220.891	208.528	189.887	183.001	163.883	293.947	252.835	260.777	220.966	41.508
dm3	0.07	0.08	0.064	0.051	0.057	0.043	0.077	0.069	0.072	0.065	0.0123
dm3/s	0.423	0.414	0.394	0.338	0.353	0.321	0.297	0.329	0.309	0.353	0.046

8. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets masculins

Consonnes : j [tɛ], q [tɛ^h], x [ɛ]

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
j	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	67.321	66.705	54.472	70.535	73.808	74.221	49.372	46.739	47.793	61.218	11.497
dm3	0.012	0.013	0.008	0.014	0.015	0.02	0.009	0.006	0.006	0.011	0.005
dm3/s	0.281	0.28	0.257	0.416	0.473	0.537	0.327	0.26	0.274	0.345	0.104

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
q	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	151.596	142.026	145.709	137.841	148.554	154.516	199.378	169.995	150.321	155.548	18.761
dm3	0.053	0.057	0.052	0.069	0.08	0.083	0.14	0.101	0.096	0.081	0.028
dm3/s	0.615	0.575	0.568	0.069	0.08	0.997	1.032	1.127	1.21	0.697	0.428

homme	S 2			S 4			S 6			Moyenne	Écart-type
x	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
ms	188.128	187.067	161.409	170.518	181.606	185.265	161.329	151.642	164.66	172.403	13.465
dm3	0.057	0.046	0.041	0.066	0.065	0.066	0.058	0.052	0.074	0.058	0.01
dm3/s	0.347	0.28	0.338	0.579	0.518	0.531	0.4	0.521	0.508	0.447	0.106

9. Durée, Volume, le pic du débit d'air des sujets féminins

Consonnes : j [tɛ], q [tɛ^h], x [ɛ]

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
j											
ms	90.347	90.001	86.492	59.449	105.42	96.036	88.538	97.276	99.88	90.382	13.093
dm3	0.014	0.014	0.01	0.006	0.012	0.013	0.017	0.013	0.017	0.013	0.003
dm3/s	0.289	0.286	0.26	0.147	0.17	0.245	0.321	0.267	0.303	0.254	0.059

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
q											
ms	141.61	156.623	137.116	124.257	104.04	115.134	160.073	196.938	178.857	146.072	30.144
dm3	0.047	0.051	0.044	0.02	0.013	0.017	0.048	0.063	0.048	0.039	0.018
dm3/s	0.597	0.549	0.579	0.228	0.19	0.255	0.475	0.568	0.419	0.429	0.164

femme	S 1			S 3			S 5			Moyenne	Écart-type
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
x											
ms	213.606	211.613	227.535	207.964	152.153	140.83	213.734	201	210.658	197.677	29.972
dm3	0.054	0.054	0.05	0.018	0.013	0.014	0.047	0.044	0.056	0.039	0.018
dm3/s	0.317	0.315	0.296	0.11	0.112	0.135	0.32	0.316	0.334	0.251	0.099

10. Extrait du travail de Xiu (2013)

1. Introduction

1.1. Le mandarin, un terme difficile à définir

Le chinois appelé aussi langue des Han (汉语 *han4'yu3*) ne désigne pas une seule langue, mais un ensemble de langues/dialectes qui sont parlés en Chine continentale et aussi à Macao, Hongkong, Taïwan, Singapour, Malaisie, et dans beaucoup d'autres pays du sud-est asiatique, qui utilisent des langues/dialectes qui issus du chinois archaïque. Ce dernier couvre la période allant du 17e siècle av. J. -C. au 10e siècle ap. J. -C.

En Chine continentale, il existe sept dialectes principaux, selon l'appellation officielle ils sont : le mandarin, le wu, le hakka, le min, le yue (cantonais), le xiang, le gan, auxquels s'ajoutent de nombreux autres dialectes non-classifiés. Après l'unification de l'empire Qin (221 av. J. -C. – 207 av. J. -C.), le roi a unifié l'écriture chinoise (figure 1-1). Toute la Chine utilise le même système et les mêmes caractères pour écrire. Grâce à cela, les locuteurs de dialectes différents peuvent communiquer en se basant sur une même écriture.

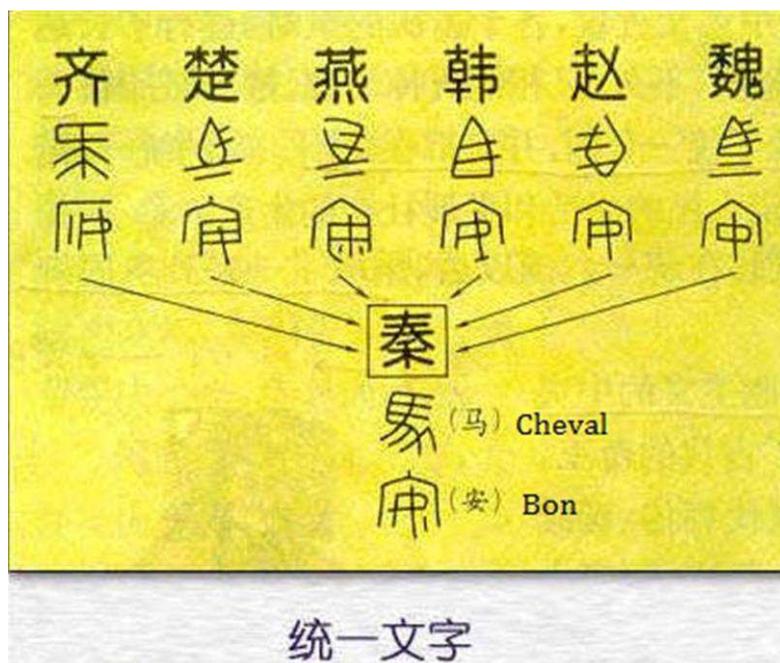


Figure 1-1 : Unification du mot « cheval » et du mot « bon » pendant la dynastie Qin. – 中学历史教学世界 (Site scolaire de la pédagogie d'histoire en Chine)

Le terme mandarin est souvent confondu avec la langue du nord. Selon l'appellation

officielle, le terme mandarin correspond à l'un des sept dialectes principaux. Mais le mandarin est comme l'italien standard, le toscan sans ses traits régionaux ou marqués qu'il n'y a presque personne qui le prend pour la langue maternelle. Donc le mandarin n'est pas un dialecte. Il vaut mieux de catégoriser les sept principaux dialectes comme : la langue-du-nord, le wu, le hakka, le min, le yue (cantonais), le xiang, le gan, Le mandarin est une langue qui s'est constituée dans cette région avec les parlers de plusieurs peuples du nord de la Chine. C'est ce qui explique que les 2 termes sont souvent confondus.

Le mandarin (官话 *guan1' hua4*) est aussi nommé la langue normale (普通话 [pu3'tong1'hua4]), la langue nationale (国语 *guo2'yu3*), ou hanyu (汉语 *han2'yu3*) parfois même appelé « le pékinois » (北京话 *bei3'jing1'hua4*) par certains locuteurs, bien que le mandarin et le pékinois soient en fait deux choses différentes. Nous allons en parler dans la suite.

Dans l'histoire de la Chine, pour des raisons politiques de centralisation et pour que les gens de régions différentes aient la possibilité de communiquer entre eux et pas seulement au niveau de l'écriture, chaque dynastie a proposé sa propre version officielle de prononciation. Cette norme de prononciation a été appelée le mandarin. Le mandarin dont nous parlons aujourd'hui est le mandarin moderne qui est basé sur le dialecte pékinois et la langue-du-nord, sans les prononciations et les accents régionaux comme l'italien standard.

Le mandarin est souvent confondu avec le pékinois ou la langue du nord, comme nous l'avons vu dans la classification des sept dialectes. Il est mieux de parler de langue du nord au lieu de mandarin. Il faut savoir que, la langue du nord n'est dans ce cas pas une langue spécifique qui vient du nord mais un terme qui regroupe un ensemble des dialectes. Le pékinois a beaucoup de phonèmes spéciaux et beaucoup de sons que le mandarin n'a pas. Par exemple, par rapport au pékinois, le mandarin n'a pas ou ne prononce pas souvent la voyelle rhotacisée [ʐ], *er* en pinyin (Ladefoged & Wu 1984) en fin de syllabe. La voyelle [ʐ] est un son très courant dans la langue parlée à pékin et au nord de la Chine.

Dans le peuple, le mandarin n'a jamais été appelé par son nom officiel, comme le français en France ou en anglais en Angleterre, mais il est désigné comme la langue nationale (国语 *guo2'yu3*), par un mot qui vient du Japonais. Le terme mandarin n'est utilisé que dans les documents gouvernementaux, il est loin de la vie quotidienne du peuple. A la fin du 19e siècle, qui correspond à la fin de la dynastie Qing, sous influence de la restauration de Meiji du Japon (où les japonais appelaient leur langue commune la langue nationale 国语), le gouvernement de Qing a

employé le terme mandarin pour désigner la langue nationale (国语). En 1919, le gouvernement Qing a mis en place la solution de la langue nationale unifiée qui stipule que le chinois basé sur la prononciation pékinoise remplace le mandchou. Mais la dynastie Qing n'a pas survécu longtemps après cette entreprise. Le terme langue nationale (国语) (appelé mandarin en français) a été admis par le gouvernement de la République de Chine qui l'a encore affiné.

Le terme langue normale (普通话) que nous utilisons en Chine aujourd'hui est apparu à la fin de la dynastie Qing, mais il n'a pas été généralisé à cette époque-là. En 1956, le terme langue normale (普通话) a été pris comme nom standard par le gouvernement de la République populaire de Chine. Le mot 普通 [pu3'tong1] a les sens de : commun, normal, général, répandu. Le terme 普通话 [pu3'tong1'hua4] respecte mieux les autres nations qui vivent en Chine. Le chinois, en fait la langue des Han, est nommé 汉语 *han2'yu3*. En Chine, il existe 56 nations différentes qui parlent des langues différentes. A cause de l'unification culturelle, la plupart de ces langues ont soit disparu ou sont en danger. Les dynasties Yuan (1271 - 1368) et Qing (1644 - 1912) ont existé à des époques où les mongols et les mandchous dominaient la Chine. Ces peuples ont commencé à utiliser le chinois après qu'ils aient conquis et traversé la grande muraille. Le chinois reste toujours la langue de référence.

Pour des raisons politiques, un système d'éducation a été créé par les dominateurs Qing. Ils ont établi des académies d'orthoépie, Zheng'yin'shu'yuan 正音书院, pour standardiser la langue. Ce sont les enseignants bannermans mandchous qui enseignaient alors la langue chinoise. Ils ont introduit leurs prononciations et l'accent régional dans la généralisation du chinois. Les trois consonnes rétroflexes qui impliquent une élévation et une rétraction de la pointe de la langue vers l'arrière s'écrivent *zh, ch, sh* en pinyin³ et sont transcrites [tʂ], [tʂʰ], [ʂʰ] en API.

3 Le pinyin est un système de transcription des phonèmes du mandarin en écriture latine. Ce système est appliqué dans presque tous les documents du domaine phonétique en Chine.

Todo consonants		Sibe consonants		Todo vowels		Sibe vowels									
ba	ᠪᠠ	tsa	ᠲᠰᠠ	ka	ᠬᠠ	gaa	ᠭᠠᠠ	e	ᠡ	e	ᠡ				
pa	ᠫᠠ	ya	ᠶᠠ	ga	ᠭᠠ	haa	ᠬᠠᠠ	i	ᠢ	i	ᠢ				
qa	ᠬᠠ	wa	ᠪᠠ	ha	ᠬᠠ	tša	ᠲᠰᠠ	o	ᠣ	iy	ᠢᠶ				
ga	ᠭᠠ	ka	ᠬᠠ	pa	ᠫᠠ	za	ᠵᠠ	u	ᠤ	ue	ᠤᠡ				
ma	ᠮᠠ	gaa	ᠭᠠᠠ	sha	ᠰᠠ	raa	ᠷᠠᠠ	oe	ᠣᠡ	u	ᠤ				
ta	ᠲᠠ	haa	ᠬᠠᠠ	ta	ᠲᠠ	cha	ᠴᠠ	ue	ᠤᠡ	ang	ᠠᠩ				
da	ᠳᠠ	jia	ᠵᠠ	da	ᠳᠠ	zha	ᠵᠠ	ang	ᠠᠩ						
cha	ᠴᠠ	nia	ᠨᠠ	ja	ᠵᠠ	Manchu consonants		Manchu vowels							
ja	ᠵᠠ	dza	ᠳᠵᠠ	fa	ᠮᠠ	ka	ᠬᠠ	ra	ᠷᠠ	fa	ᠮᠠ	zha	ᠵᠠ	i	ᠢ

Table 1-1 : Système phonologique du mandchoue.

Pour certains chercheurs les trois consonnes rétroflexes sont apparues pendant la dynastie Yuan où les Mongols dominaient la Chine. Pour la même raison, ils amenèrent ces consonnes rétroflexes en chinois. Parce que les Mongols parlent une langue d'origine altaïque, ils ont une façon très similaire aux Mandchous de réaliser ces trois consonnes avec élévation de la langue vers l'arrière. Quel que soit le point de vue, nous pouvons être sûres que ce n'est pas un phénomène de la langue de la nation Han.

La voyelle rhotacisée est encore plus rare. Il y a moins de 3% des langues dans le monde où elles existent (Maddieson 1984). La voyelle rétroflexe du mandarin *er* en pinyin est transcrite [ə], en API, par Ladefoged & Wu (1984). Nous utiliserons plutôt le pinyin dans ce mémoire que API. Comme Ladefoged & Wu le précisent dans leur article sur les lieux d'articulation des consonnes fricatives et affriquées du pékinois, l'API a été créée par des européens qui ne faisaient pas la différence entre certains lieux d'articulation. Si API avait été fondée par les mandchous ou par les mongols, ce tableau aurait été différent. Ceci vient du fait que les frontières entre les catégories de l'API ne peuvent pas toujours être clairement délimitées.

En Chine, les habitants du nord prononcent plus de phonèmes rétroflexes que les habitants au sud. Peut-être à cause de l'influence des langues altaïques. Jusqu'à aujourd'hui, il y a deux façons de réaliser les trois consonnes rétroflexes du mandarin. Normalement, au nord, les gens prononcent les rétroflexes, plus au sud, les gens prononcent moins de rétroflexes. Dans une ville comme Pékin, une partie des locuteurs les réalisent avec la pointe de la langue dirigée vers le haut et l'arrière. C'est-à-dire comme une consonne rétroflexe pleine. Une autre partie de locuteurs les produisent

avec la partie antérieure de la langue relevée, nous pouvons dire dans ce cas qu'il s'agit d'une quasi-rétroflexe. Au niveau de la perception, pour les chinois natifs, il n'y a aucune différence entre les deux, bien que certains chefs du département éducatif du gouvernement clament que les quasi-rétroflexes (consonne avec élévation de la langue) ne sont pas nettes. Le pratique montre que l'exigence pour tous les étudiants de réaliser les trois consonnes avec la pointe de la langue dirigée vers le haut et l'arrière, a été catastrophique. Le cours du chinois devenait ridicule.

Par conséquent, au cours de la dernière décennie, les méthodes scolaires n'ont plus parlé de consonne rétroflexe (卷舌音 *juan3'she2'yin1*) mais ont appliqué le terme consonne avec la langue relevée (翘舌音 *qiao4'she2'yin1*). Les deux termes ne sont pas distingués dans les traductions en français ou en anglais. Aujourd'hui, bien que les rétroflexes gardent leur nom la plupart des gens les réalisent avec langue relevée et de moins en moins avec la pointe de la langue dirigée vers le haut et l'arrière. Les non rétroflexes sont plus faciles à réaliser avec une vitesse d'articulation est plus rapide que les rétroflexes.

Nous avons donc deux façons de réaliser ces trois consonnes sans aucune différence nette au niveau de la perception.

Selon une enquête de Meng qui a eu lieu en 2000, sur 33 journalistes de stations de télévision officielles gouvernementales et 24 étudiants natifs pékinois venant de quartiers différents de Pékin, à la question : Quelle est la bonne façon, selon vous, de prononcer les trois consonnes : *zh*, *ch*, *sh* (Pinyin : [tʂ], [tʂʰ], [ʂʰ] en API) ? Très peu de gens ont répondu : 'avec la pointe de la langue dirigée vers le haut et l'arrière de l'arrière du palais dur'. La plupart ont répondu : 'le dos de la langue touche la partie la plus antérieure du palais dur'.

Sur la figure 1-2, nous pouvons voir qu'avec les méthodes différentes, les définitions de ce terme sont différentes. Sans aucun doute, il y a une grande divergence même dans le même système éducatif. Dans les départements de recherche, les controverses ne se sont jamais arrêtées.

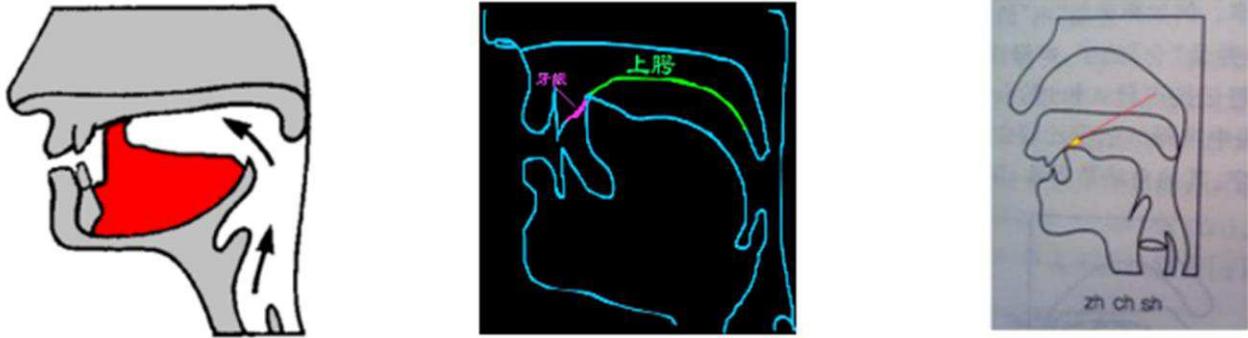


Figure 1-2: Différentes illustrations pour montrer la position de la langue dans la production des consonnes rétroflexes du mandarin dans le site pédagogique (gauche) : « Happy Learning Chinese », une méthodes (milieu): « Les difficultés phonétiques » d’Open University of China et un article (droite) « *zh, ch, sh* dans l’enseignement de chinois langue étrangère » de l’université de Nankai.

La plupart des recherches sur les rétroflexes du mandarin concerne soit la pédagogie de la langue, soit le domaine de la géolinguistique ou encore la linguistique historique.

Gong (2011) et son professeur à l’université chinoise de Hong Kong ont fait une recherche sur les trois consonnes rétroflexes [tʂ], [tʂʰ], [ʂʰ] (transcrites plus loin comme *zh, ch, sh* en pinyin) dans les phénomènes d’absence d’accent étranger et au niveau de la perception.

Gong et son professeur ont fait une comparaison entre les consonnes rétroflexes, post-alvéolaires et alvéolo-palatales en mandarin et en anglais (2-1).

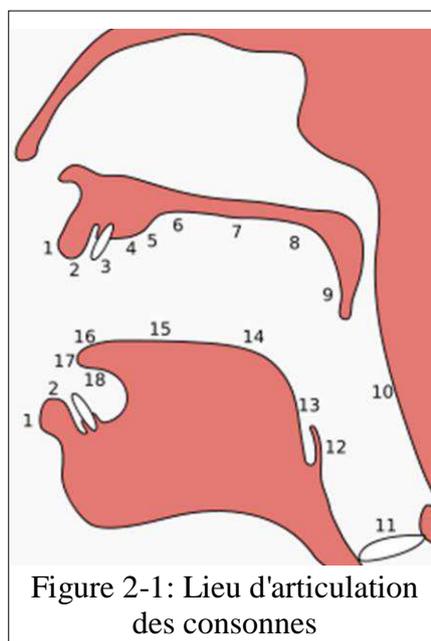
En API	卷舌 (Retroflex)	齶后 (Post-alveolar)	齶-腭 (Alveolo-palatal)
Mandarin	[tʂ], [tʂʰ], [ʂ]		[tɕ], [tɕʰ], [ɕ]
Anglais	[dɹ], [tɹ], [ʃɹ]	[dʒ], [tʃ], [ʃ]	

Table 2-1 : Comparaison entre les consonnes rétroflexes, post-alvéolaire, alvéolo-palatal en mandarin et en anglais par Gong

Nous pouvons voir que les consonnes rétroflexes *zh, ch, sh* correspondent aux trois groupes consonnantaux en anglais. Selon eux, les trois consonnes [dʒ], [tʃ], [ʃɹ] en anglais sont entre les trois rétroflexes [tʂ], [tʂʰ], [ʂʰ] et les trois consonnes alvéo-palatales *j, q, x* en pinyin, [tɕ], [tɕʰ], [ɕ] en

API. Donc *zh*, *ch*, *sh* ne sont pas les consonnes rétroflexes traditionnelles, mais des consonnes réalisées en touchant ou en approchant le dessous de la pointe de la langue avec les alvéoles (Lee & Zee, 2003 ; Lin, 2007). Gong (2011) dit que bien que Lin et Lee & Zee continuent à utiliser le terme rétroflexe aucun d'entre eux ne pense que ce sont des consonnes vraiment rétroflexes. Gong (2011) a aussi dit que d'après Ladefoged & Maddieson (1996), *zh*, *ch*, *sh* ne sont pas des consonnes articulées avec la pointe de la langue (cf. point 17 de la figure 2-1), mais avec la lame de la langue, il s'agit donc d'une consonne laminaire.

Figure 3 : Lieux d'articulation : 1, 2 haut : consonne labiale (1 haut : exo-labial ; 2 haut : endo-labial) ; 3 : dental ; 4 : alvéolaire ; 5 : post-alvéolaire ; 6 : pré-palatal ; 7 : palatal ; 8 : vélaire ; 9 : uvulaire ; 10 : pharyngal ; 11 : glottal. • Points constricteurs : 11 : glottal ; 12 : épiglottal ; 13, 14, 15 : Consonne dorsale (13, 14 : postéro-dorsal ; 15 : antéro-dorsal) ; 16, 17, 18 : consonne coronale (16 : laminal ; 17 : apical ; 18 : sub-laminal) ; 1, 2 bas : labial (1 bas : consonne dento-labiale ; 2 bas : consonne bilabiale).



Le mémoire de Gong fait beaucoup de comparaisons au niveau du lieu d'articulation et du geste lingual. Les informations et les données sont basées sur des descriptions impressionnistes de différentes sources bibliographiques. Il y a très peu de figures montrant la position de la langue lors de l'articulation des consonnes cibles. Le but de sa recherche est de comparer la différence de perception entre les sujets chinois natifs, par rapport aux prononciations avec un accent étranger, en substituant *zh*, *ch*, *sh* en chinois par des phonèmes en anglais.

La recherche de Gong est ancrée dans la recherche en pédagogie du chinois langue étrangère. La problématique des sources citées par Gong est située les trois consonnes rétroflexes comme une difficulté dans l'enseignement du chinois. Les expériences et les analyses sont cependant intéressantes. Plus spécialement le résultat de ces recherches peut nous donner une inspiration qui correspond à ce que Ladefoged & Wu (1984) postulaient: *'What matter more, as in many sounds, is the shape of the vocal tract as a whole'*.

Les travaux de Gong cherche à répondre à deux questions : (i) est-ce que les locuteurs natifs chinois peuvent accepter la substitution de *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ] par les phonèmes similaires de l'anglais, prononcés par des locuteurs anglais ; (ii) est-ce que les locuteurs natifs chinois peuvent avoir le même niveau de perception quand les phonèmes anglais sont substitués par *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ] devant les voyelles /i u e a/. Leur hypothèse est que les locuteurs natifs chinois peuvent accepter cette substitution. Selon les voyelles qui suivent les consonnes, il y aurait quelques différences de perception, mais au total, il y aurait peu de problèmes d'identification.

Dans l'expérience qu'ils ont faite, ils ont pris 4 locuteurs américains de Caroline du Nord, de l'Utah, et de l'Illinois. 22 auditeurs natifs chinois venant de régions différentes et parlent des dialectes/variétés différents ont participé à ces expériences.

Les 4 locuteurs ont lu un corpus. Les auditeurs devaient donner une évaluation en 5 niveaux : (1) Ce n'est pas du mandarin, ce n'est pas le caractère affiché ; (2) c'est le caractère affiché, mais il/elle a très mal prononcé ; (3) c'est acceptable, mais son accent est très marqué. (4) C'est bien prononcé, mais il y a une impression inexplicable qu'il s'agit d'un locuteur non natif/native ; (5) c'est du mandarin standard.

Nous pouvons voir les résultats obtenus lors de deux passations de cette expérience (table 2-2 et 2-3). Les notes affichées sont des notes moyennes.

Sujet	i	u	e	a
002	4.591	4.295	4.409	4.545
003	3.955	4.068	4.409	4.182
004	2.818	2.591	3.455	3.636
005	4.091	2.727	3.750	3.477
En moyenne	3.803	3.674	3.871	3.917

Table 2-2 : Premiers résultats de l'expérience en moyenne d'une évaluation sur une échelle de 5 niveaux (1 passation)

Sujet	i	u	e	a
002	4.727	4.261	4.341	4.636
003	4.045	4.114	4.364	4.068
004	2.727	2.545	3.284	3.636
005	3.682	2.591	3.659	3.466
En moyenne	3.746	3.648	3.765	3.892

Table 2-3 : Seconds résultats de l'expérience en moyenne d'une évaluation sur une échelle 5 niveaux (2 passation)

Les résultats de Gong montrent que les locuteurs natifs chinois peuvent très bien identifier comme les trois rétroflexes *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ] les substitutions par les consonnes anglaises prononcées par des locuteurs étrangers. Cette substitution peut être acceptée par des chinois natifs. Bien que les niveaux de perception de *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ] prononcés par les locuteurs anglais soient différents devant certaines voyelles. L'identification devant [u] est plus faible à cause de la palatalisation de la consonne. Devant [a] la perception est maximale. Devant [i], il ressort une impression exagérée de rétroflexion. Par ailleurs, la durée d'une consonne a une influence sur sa perception. La durée dont nous parlons est calculée comme la proportion entre la consonne et la voyelle dans une syllabe. Les durées que les locuteurs natifs chinois identifient pour *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ] dans les syllabes sont : 12 % à 16 % de la durée totale pour *zh* [tʂ]; 18 % -24 % pour *ch* [tʂʰ]; 30 % à 35 % pour *sh* [ʂʰ].

Le travail de Gong (2011) montre que les locuteurs anglais utilisent des phonèmes similaires de leur langue maternelle pour compenser les phonèmes du mandarin qu'ils n'arrivent pas à bien prononcer. [ʃ] est beaucoup utilisé par les locuteurs qui parlent anglais ou cantonais pour prononcer le son [ɕ] du mandarin transcrit *x* en pinyin. La substitution de [ɕ] par [ʃ] apparaît souvent parmi les

apprenants qui viennent de Canton, Fujian et Hong Kong. Par contre beaucoup de difficultés de production sont causées par les difficultés de perception. Les locuteurs de Canton ou de Hong Kong ont des difficultés à distinguer certains phonèmes du mandarin, bien qu'ils partagent le même système d'écriture.

Lieu d'articulation		affriquées		fricatives	
		non-aspi.	aspi.	non-voisées	voisées
Apico-dental	ch	z	c	s	
	jp	non v	つ		す
		v.	ず		
Apico-alvéolaire	ch	zh	ch	sh	r
	jp				
Apico-post-alvéolaire	ch				
	jp	non v	ち		し
		v.	じ		
Lamino-alvéolaire	ch	j	q	x	
	jp				

Table 2-4 : Comparaison entre les phonèmes chinois avec les phonèmes japonais.

La table montre les quatre lieux d'articulation : apico-dental, apico-alvéolaire, apico-post-alvéolaire et laminal-alvéolaire. Les consonnes sont groupées en deux groupes : affriquées et fricatives. Pour chaque groupe, il y a deux sous-groupes : non-aspirées ; aspirées sourdes et sonores.

Xie (2010) a fait une recherche sur l'acquisition des consonnes rétroflexes en mandarin parmi des élèves japonais en Chine continentale. Comme dans la recherche de Gong, Xie a analysé la perception et la production : *zh* [tʂ], *ch* [tʂʰ], *sh* [ʂʰ], *j* [tɕ], *q* [tɕʰ] et *x* [ɕ] par les locuteurs étrangers et la tendance de substituer les phonèmes du mandarin par des phonèmes inhérents dans leur propre langue. Sauf pour la perception dans la recherche de Xie, les sujets visés sont des locuteurs étrangers mais pas les locuteurs natifs chinois.

Elle a fait aussi une comparaison entre les phonèmes chinois et les phonèmes japonais. Cette fois-ci ce ne sont plus les rétroflexes qui sont l'objet de l'étude, comme pour Gong à Hong Kong, mais les consonnes affriquées (table 2-4).

Zheng (2006) a analysé les particularités phonétiques des consonnes rétroflexes par rapport aux non rétroflexes, en production et en perception en mandarin. Sa recherche vise à collectionner les données de spectrogramme des consonnes rétroflexes pour découvrir les différences avec les

non rétroflexes et aussi pour servir aux recherches comme la reconnaissance automatique de la parole. Elle a notamment travaillé sur des données acoustiques, sur l'analyse de spectrogrammes. Elle a également examiné les aspects de la coarticulation de ces consonnes et la comparaison de la production des rétroflexes devant différentes voyelles.

Les résultats montrent les tendances différentes pour les consonnes qu'elle désigne comme : non rétroflexes, faiblement rétroflexes, modérément rétroflexes, et plus rétroflexes. Ces différences sont établies sur différents moments spectraux. Comme tous les travaux consacrés à ces sons la recherche de Zheng essaie de découvrir leurs traits en production et en perception.

Dans la recherche de Zheng, elle a utilisé le Merriam-Webster et le TLPA (Taiwanese Language Phonetic Alphabet) au lieu du pinyin ou de l'API.

Zhang (2011), dans un article de géolinguistique sur la cooccurrence géographique et la covariation des sons rétroflexes, montre qu'un son rétroflexe est produit par un recourbement vers l'arrière et une élévation de la langue. En termes de traits acoustiques, si un son rétroflexe est une sonante ou une voyelle, la fréquence du troisième formant décroît. Il montre aussi la différence de prononciation entre le nord et le sud de la Chine. Il donne aussi les cartes d'isoglosses et des cartes de répartition de différentes prononciations des rétroflexes. La figure 2-2 montre les isoglosses des différentes prononciations des rétroflexes et la figure 2-3 est la carte de la répartition de la voyelle *er* qui est un suffixe à la fin de certains mots.



Figure 2-2 : Isoglosses des différentes prononciations des rétroflexes. La ligne noire est isoglosse de consonne rétroflexe et la ligne verte est isoglosse de voyelle rétroflexe.

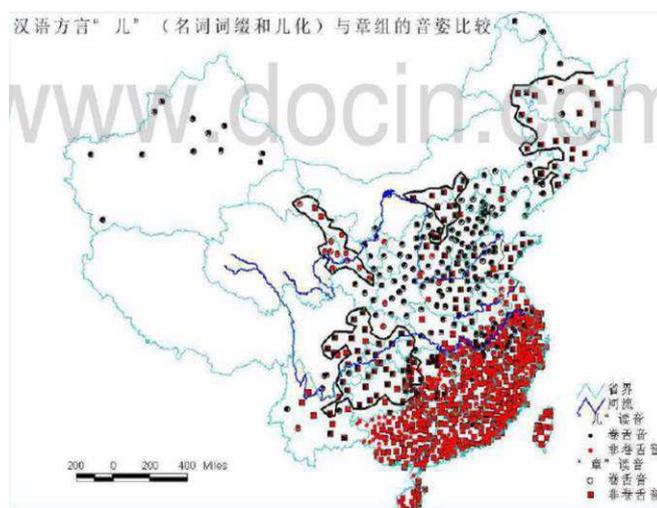


Figure 2-3 : Répartition de la voyelle [ə], en Chine.

Lee (2003) du laboratoire de phonétique de l'université de Hong Kong a fait une étude sur l'articulation des consonnes coronales du dialecte de Beijing dans laquelle il a utilisé la technique des palatogrammes statiques. Lee (2003) a produit un schéma pour comparer la prononciation de deux locuteurs de Pékin comme le montre la table 2-5. Cette étude assume que le *x* (API [ç]) du pinyin est à l'origine de la consonne [ʃ] en mandarin.

Lee (2003) cite l'étude de Ladefoged & Wu (1984) : *'sh does not have the tip of the tongue curled up and backwards but the upper surface of the tip of the tongue forming a constriction at about the center of the alveolar ridge'*. Les résultats de son propre travail montrent que: *'the syllable-initial fricative sh, the constriction channel is in the back part of the alveolar ridge. The lingual contacts are on both sides of the tongue, tapering off along the edges toward the center of the apex. The articulatory contact pattern suggests that the tip of the tongue is curled upward and backward during sh. Since the underside of the tongue is not involved, the curling gesture is to a lesser extent than that of a typical sub-apical retroflex'*.

	Speaker 1	Speaker 2
'd'	apico-laminal denti-alveolar [t]	apico-laminal denti-alveolar [t]
's'	laminal alveolar [s̺]	laminal alveolar [s̺]
'z'	laminal alveolar [ts̺]	laminal denti-alveolar [ts̺]
'sh'	apical postalveolar [ʃ]	apical postalveolar [ʃ]
'zh'	apical postalveolar [tʃ]	apical postalveolar [tʃ]
'r'	apical postalveolar [ɹ]	apical pre-palatal [ɹ̠]
'x'	anterodorsal post-alveolar [ç]	anterodorsal alveolo-postalveolar [ç]
'j'	anterodorsal post-alveolar [tʃ]	anterodorsal alveolo-postalveolar [tʃ]

Table 2-5 : Comparaison de la prononciation de deux locuteurs par Lee

2.1.2. Justification de l'utilisation du pinyin au lieu de l'API dans cette étude

Le pinyin et l'API sont deux systèmes pour représenter les sons de la parole. Le pinyin n'existe que pour le mandarin, il ne peut même pas représenter le cantonais ou les autres variétés du mandarin. Ladefoged et Wu Zongji (1984) soulignent que les frontières entre les lieux d'articulation de l'API ne sont pas clairement définies. Les phonèmes du mandarin ne sont pas tous présentés par

l'API. Par exemple, l'API a été fondé par des européens qui parlaient des langues qui ne faisaient pas de distinction entre les occlusives dentales et alvéolaires. S'il avait été fondé par des aborigènes australiens, on aurait pu avoir un tableau différent. Même en reconnaissant que les frontières entre les catégories adjacentes ne peuvent pas toujours être définies clairement, les consonnes sont habituellement décrites en termes de lieux et de mode d'articulation spécifiques. Quelques problèmes majeurs apparaissent avec les fricatives, pour lesquelles il y a de subtiles différences entre les langues dans l'emploi des symboles phonétiques. Les valeurs de ces symboles ne sont pas toujours claires. L'objet de l'étude de Ladefoged et Wu (1984) était d'éclairer cette question. Nous nous alignons dans cette perspective avec des techniques différentes et des dialectes chinois différents.

Dans *les études sur la phonologie chinoise* publié par Bernhard Karlgren entre 1915-1926, il a proposé que pour les deux consonnes rétroflexes *zh* [tʂ] et *ch* [tʂʰ], en pékinois, il vaut mieux d'avoir deux signes spécialement pour les représenter. Il a proposé [tʂʅ] et [tʂʅʰ].

La voyelle rhotacisée du mandarin transcrite *er* en pinyin correspond à [ə] en API. Lee a avancé que le *x* du pinyin correspond à [ʃ] en mandarin. Ladefoged et Wu Zongji (1984) l'ont symbolisé comme [ɛ] dans leur étude.

Nous pouvons donc voir que pinyin (Table 2-5) nécessite de faire des distinctions assez subtiles pour tenir compte du système phonétique chinois. Le but de notre étude est de mettre en lumière les caractéristiques et les catégories de certains phonèmes du mandarin.

Table 2-5 : Correspondance entre les symboles pinyin et ceux de l'API

Consonnes

Pinyin	API	Pinyin	API	Pinyin	API
<i>b</i>	[p]	<i>g</i>	[k]	<i>s</i>	[s]
<i>p</i>	[pʰ]	<i>k</i>	[kʰ]	<i>zh</i>	[tʂ]
<i>m</i>	[m]	<i>h</i>	[x]	<i>ch</i>	[tʂʰ]
<i>f</i>	[f]	<i>j</i>	[tʂ]	<i>sh</i>	[ʂʰ]
<i>d</i>	[t]	<i>q</i>	[tʂʰ]	<i>r</i>	[ʒ]
<i>t</i>	[tʰ]	<i>x</i>	[ɛ]	<i>y</i>	[j]

<i>n</i>	[n]	<i>z</i>	[ts]	<i>w</i>	[w]
<i>l</i>	[l]	<i>c</i>	[tsh]	<i>v</i>	[v]

Voyelles

Pinyin	API	Pinyin	API	Pinyin	API
<i>a</i>	[a]	<i>e</i>	[ɤ]	<i>u</i>	[u]
<i>o</i>	[o]	<i>i</i>	[i]	<i>ü</i>	[y]

Diphthongues et triphthongues

Pinyin	API	Pinyin	API	Pinyin	API
<i>ai</i>	[ai]	<i>ing</i>	[iŋ]	<i>uai</i>	[uai]
<i>ei</i>	[ei]	<i>ia</i>	[ia]	<i>ui (uei)</i>	[uei]
<i>ao</i>	[au]	<i>iao</i>	[iau]	<i>uan</i>	[uan]
<i>ou</i>	[ou]	<i>ian</i>	[iæn]	<i>uang</i>	[uɑŋ]
<i>an</i>	[an]	<i>iang</i>	[iaŋ]	<i>un (uen)</i>	[uən]
<i>en</i>	[ən]	<i>ie</i>	[iɛ]	<i>ueng</i>	[uəŋ]
<i>in</i>	[in]	<i>iong</i>	[yŋ]	<i>üe</i>	[yɛ]
<i>ang</i>	[ɑŋ]	<i>iou</i>	[iou]	<i>üan</i>	[yæŋ]
<i>eng</i>	[əŋ]	<i>ua</i>	[ua]	<i>ün</i>	[yn]
<i>ong</i>	[uŋ]	<i>uo</i>	[uo]	<i>ng</i>	[ŋ]

Table des illustrations

Figure 1-1 : Contours de langue lors de la production des consonnes z [ts], zh [tʂ] obtenus par rayons X. ABC désigne les contours des trois sujets. -----Page 8

Figure 1-2 : Palatogrammes des consonnes zh [ts], zh [tʂ] produits par les trois sujets (ABC) -----Page 8

Figure 1-3 : Image d'ultrason montrant le contour de la langue. L'apex est situé à droite la racine de la langue à gauche. ----- Page 8

Figure 2-1: Illustration de l'interface de l'Advanced Articulate Assistant (AAA) -----Page 9

Figure 2-2: Illustration de l'interface de PHONEDIT -----Page 10

Figure 2-3 : Carte des principaux parlars du mandarin et chinois. -----Page 11

Figure 3.1-1 : c [ts^h] -Sujet 1 -----Page 15

Figure 3.1-2 : ch [tʂ^h] -Sujet 1

Figure 3.1-3 : c [ts^h] -Sujet 3

Figure 3.1-4 : ch [tʂ^h] -Sujet 3

Figure 3.1-5 : c [ts^h] -Sujet 5 -----Page 16

Figure 3.1-6 : ch [tʂ^h] -Sujet 5

Figure 3.1-7 : c [ts^h] -Sujet 7

Figure 3.1-8 : ch [tʂ^h] -Sujet 7

Figure 3.1-9 : z [ts] -Sujet 1-----Page 17

Figure 3.1-10 : zh [tʂ^h] -Sujet 1

Figure 3.1-11 : z [ts] -Sujet 3

Figure 3.1-12 : zh [tʂ^h] -Sujet 3

Figure 3.1-13 : z [ts] -Sujet 5

Figure 3.1-14 : zh [tʂ^h] -Sujet 5

Figure 3.1-15 : z [ts] -Sujet 7 -----Page 18

Figure 3.1-16 : zh [tʂ^h] -Sujet 7

Figure 3.1-17 : s [s] -Sujet 1 -----Page 19

Figure 3.1-18 : sh [ʃ] -Sujet 1

Figure 3.1-19 : s [s] -Sujet 3

Figure 3.1-20 : sh [ʃ] -Sujet 3

Figure 3.1-21 : s [s] -Sujet 5

Figure 3.1-22 : sh [ʃ] -Sujet 5

Figure 3.1-23 : s [s] -Sujet 7 -----Page 20

Figure 3.1-24 : sh [ʃ] -Sujet 7

Figure 3.1-25 : j [tɕ] -Sujet 1-----Page 21

Figure 3.1-26 : j [tɕ] -Sujet 3

Figure 3.1-27 : j [tɕ] -Sujet 5

Figure 3.1-28 : j [tɕ] -Sujet 7

Figure 3.1-29 : q [tɕ^h] -Sujet 1

Figure 3.1-30 : q [tɕ^h] -Sujet 3

Figure 3.1-31 : q [tɕ^h] -Sujet 5 -----Page 31

Figure 3.1-32 : q [tɕ^h] -Sujet 7

Figure 3.1-33 : x [ç] -Sujet 1 -----Page 23

Figure 3.1-34 : x [ç] -Sujet 3

Figure 3.1-35 : x [ç] -Sujet 5

Figure 3.1-36 : x [ç] -Sujet 7

Figure 3.2-1 : Les deux phases de contours pour les consonnes affriquées -----Page 25

Figure 3.2-2 : c [ts^h] -Sujet 1 -----Page 26

Figure 3.2-3 : ch [tʂ^h] -Sujet 1

Figure 3.2-4 : c [ts^h] -Sujet 3

Figure 3.2-5 : ch [tʂ^h] -Sujet 3

Figure 3.2-6 : c [ts^h] -Sujet 5

Figure 3.2-7 : ch [tʂ^h] -Sujet 5

Figure 3.2-8 : c [tʰ] -Sujet 7 -----Page 27	féminins -----Page 35
Figure 3.2-9 : ch [tʰ] -Sujet 7	Figure 3.3-2 : moyenne de la durée des sujets masculins -----Page 36
Figure 3.2-10 : z [ts] -Sujet 1	Figure 3.3-3 : moyenne du volume des sujets féminins -----Page 37
Figure 3.2-11 : zh [tʃ] -Sujet 1	Figure 3.3 -4 : moyenne du volume des sujets masculins
Figure 3.2-12 : z [ts] -Sujet 3 -----Page 28	Figure 3.3-5 : moyenne du pic du débit d'air des sujets féminins -----Page 38
Figure 3.2-13 : zh [tʃ] -Sujet 3	Figure 3.3-6 : moyenne du pic du débit d'air des sujets masculins
Figure 3.2-14 : z [ts] -Sujet 5	Figure 3.3-7 : moyenne de la durée des sujets féminins -----Page 39
Figure 3.2-15 : zh [tʃ] -Sujet 5	Figure 3.3-8 : moyenne de la durée des sujets masculins
Figure 3.2-16 : z [ts] -Sujet 7	Figure 3.3-9 : moyenne du volume des sujets féminins -----Page 40
Figure 3.2-17 : zh [tʃ] -Sujet 7	Figure 3.3-10 : moyenne du volume des sujets masculins
Figure 3.2-18 : s [s] -Sujet 1 -----Page 29	Figure 3.3-11 : moyenne du pic du débit d'air des sujets féminins-----Page 41
Figure 3.2-19 : sh [ʃ] -Sujet 1	Figure 3.3-12 : moyenne du pic du débit d'air des sujets masculins
Figure 3.2-20 : s [s] -Sujet 3	Figure 3.4-1 : spectrogramme de c [tʰ] -----Page 47
Figure 3.2-21 : sh [ʃ] -Sujet 3	Figure 3.4-2 : spectrogramme de s [s]
Figure 3.2-22 : s [s] -Sujet 5 -----Page 30	Figure 3.4-3 : spectrogramme de z [ts] -----Page 48
Figure 3.2-23 : sh [ʃ] -Sujet 5	Figure 3.4-4 : FFT à partir d'un segment du signal acoustique
Figure 3.2-24 : s [s] -Sujet 7	Figure 3.4-5 : FFT de c [tʰ] -----Page 49
Figure 3.2-25 : sh [ʃ] -Sujet 7	Figure 3.4-6: FFT de s [s]
Figure 3.2-26 : j [tɕ] -Sujet 1 -----Page 31	Figure 3.4-7 : FFT de z [ts]
Figure 3.2-27 : j [tɕ] -Sujet 3	Figure 3.4-8 : spectrogramme de ch [tʃʰ] -----Page 50
Figure 3.2-28 : j [tɕ] -Sujet 5	Figure 3.4- 9 : spectrogramme de sh [ʃ]
Figure 3.2-29 : j [tɕ] -Sujet 7	Figure 3.4-10 : spectrogramme de zh [tʃ] -----Page 51
Figure 3.2-30 : q [tɕʰ] -Sujet 1 -----Page 32	
Figure 3.2-31 : q [tɕʰ] -Sujet 3	
Figure 3.2-32 : q [tɕʰ] -Sujet 5	
Figure 3.2-33 : q [tɕʰ] -Sujet 7	
Figure 3.2-34 : x [ç] -Sujet 1 -----Page 33	
Figure 3.2-35 : x [ç] -Sujet 3	
Figure 3.2-36 : x [ç] -Sujet 5	
Figure 3.2-37 : x [ç] -Sujet 7	
Figure 3.3-1 : moyenne de la durée des sujets	

- Figure 3.4-11 : FFT de ch [tʂ^h]
- Figure 3.4-12 : FFT de sh [ʂ] -----Page 52
- Figure 4.4-13 : FFT de zh [tʂ]
- Figure 6-1 : c [tʂ^h] - ch [tʂ^h] –Sujet féminin -----Page 56
- Figure 6-2 : contours des c [tʂ^h] - ch [tʂ^h] –Sujet féminin
- Figure 6-3 : z [ts] - zh [tʂ] –Sujet féminin -----Page 57
- Figure 6-4 : contours des z [ts] - zh [tʂ] –Sujet féminin
- Figure 6-5: s [s] - sh [ʂ] –Sujet féminin
- Figure 6-6: contours des s [s] - sh [ʂ] –Sujet féminin -----Page 58
- Figure 6-7: c [tʂ^h] - ch [tʂ^h] –Sujet masculin
- Figure 6-8: contours des c [tʂ^h] - ch [tʂ^h] –Sujet masculin
- Figure 6-9: z [ts] - zh [tʂ] –Sujet masculin -----Page 58
- Figure 6-10: contours des z [ts] - zh [tʂ] –Sujet masculin
- Figure 6-11: s [s] - sh [ʂ] –Sujet masculin
- Figure 6-12: contours des s [s] - sh [ʂ] –Sujet masculin -----Page 60
- Tableau 3.3-1 : Tableau statistique général -----Page 34
- Tableau 3.3-2 : Tableau statistique des consonnes s-sh des sujets féminins -----Page 41
- Tableau 3.3-3 : Tableau statistique des consonnes s-sh des sujets masculins -----Page 42
- Tableau 3.3-4 : Tableau statistique des consonnes z [ts] – zh [tʂ] des sujets féminins --Page 43
- Tableau 3.3-5 : Tableau statistique des consonnes z [ts] – zh [tʂ] des sujets masculins
- Tableau 3.3-6 : Tableau statistique des consonnes c [tʂ^h] – ch [tʂ^h] des sujets féminins -----Page 44
- Tableau 3.3-7 : Tableau statistique des consonnes c [tʂ^h] – ch [tʂ^h] des sujets masculins
- Tableau 3.3-8 : Tableau statistique de la consonne j [tɕ] -----Page 45
- Tableau 3.3-9 : Tableau statistique de la consonne q [tɕ^h]
- Tableau 3.3-10 : Tableau statistique de la consonne x [ɕ] -----Page 46