



**HAL**  
open science

## Sandhi tonal en shanghaiën : une étude acoustique des contours dissyllabiques chez des locuteurs jeunes

Yu Chen, Nathalie Vallée, Thi-Thuy-Hien Tran, Silvain Gerber

### ► To cite this version:

Yu Chen, Nathalie Vallée, Thi-Thuy-Hien Tran, Silvain Gerber. Sandhi tonal en shanghaiën : une étude acoustique des contours dissyllabiques chez des locuteurs jeunes. 35èmes Journées d'Études sur la Parole (JEP 2024) 31ème Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN 2024) 26ème Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues (RECITAL 2024), Jul 2024, Toulouse, France. pp.532-540. hal-04623101

**HAL Id: hal-04623101**

**<https://inria.hal.science/hal-04623101>**

Submitted on 1 Jul 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Sandhi tonal en shanghaiën : une étude acoustique des contours dissyllabiques chez des locuteurs jeunes

Yu Chen<sup>1</sup>, Nathalie Vallée<sup>1</sup>, Thi-Thuy-Hien Tran<sup>1</sup>, Silvain Gerber<sup>1</sup>

(1) Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, GIPSA-lab, 38000 Grenoble, France  
yu.chen1@etu.univ-grenoble-alpes.fr, nathalie.vallee@gipsa-lab.grenoble-inp.fr,  
thi-thuy-hien.tran@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, silvain.gerber@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

## RESUME

---

Le shanghaiën possède deux types de sandhi tonal : *Left Dominant Sandhi* (LDS) dans les composés sémantiques de type syntagme nominal (SN) et *Right Dominant Sandhi* (RDS) dans des phrases prosodiques de type syntagme verbal (SV). Cette étude examine les caractéristiques acoustiques du contour tonal dans des SN et SV dissyllabiques chez trois locutrices jeunes. Nos résultats montrent que les tons des SN subissent des changements phonologiques relevant du LDS, alors que les SV sont plutôt soumis aux effets phonétiques de la coarticulation tonale plutôt qu'au RDS. L'absence de différences significatives entre les SN et les SV ne permet pas de généraliser une distinction entre eux uniquement sur la base des réalisations tonales. Cette étude exploratoire ouvre des perspectives pour de futurs travaux intergénérationnels sur les productions tonales et la perception du sandhi tonal, en étendant le corpus à différentes positions au sein de la phrase et différentes classes d'âge.

## ABSTRACT

---

Shanghainese has two types of tonal sandhi: *Left Dominant Sandhi* (LDS) in semantic compounds such as nominal phrase (NP) and *Right Dominant Sandhi* (RDS) in prosodic phrase such as verbal phrase (VP). This study examines acoustic characteristics of tonal contours in dissyllabic NPs and VPs in Shanghainese in three young female speakers. Our results show that the tones of NPs undergo phonological changes related to LDS, while VPs are rather subject to the phonetic effects of tonal coarticulation rather than RDS. The absence of significant differences between the contours of NPs and those of VPs does not allow for a generalization of a distinction between them solely based on tonal realizations. This exploratory study opens perspectives for future intergenerational work on tonal productions and on the perception of tonal sandhi, by extending the corpus to different positions within the sentence and to different age groups.

---

**MOTS-CLÉS** : langues wu ; coarticulation tonale ; propagation ; directionnalité ; contraste

**KEYWORDS** : Wu languages; tone coarticulation; spreading; directionality; contrast

## 1 Introduction

Comme la plupart des langues chinoises, les langues wu (wu, code ISO 639-3, groupe linguistique sino-tibétain) présentent des phénomènes complexes de sandhi tonal, probablement en raison de la complexité de leur système tonal, où les unités de base sont définies par des combinaisons complexes

de contours, de hauteurs et de types phonatoires, mais aussi en raison de la variabilité des formes de surface. Cela se traduit par le fait que, très souvent, les tons de base (tons absolus ou tons de citation) subissent des modifications lorsqu'ils sont inclus dans des enchaînements composés de deux syllabes ou plus (Wee, 2018 ; Zhang, 2022). Par surcroît, les tons relevés dans le domaine de réalisation du sandhi peuvent ne pas exister dans le système des tons de base (Yan et al., 2020). La directionnalité de l'influence tonale est aussi un facteur important à considérer. En effet, par exemple, les langues wu présentent un système de type *Left Dominant Sandhi* (LDS) très productif où le ton précédent influence le ton suivant, tandis que les autres langues chinoises ont essentiellement le système inverse *Right Dominant Sandhi* (RDS) (Xu B. et al., 1981 ; Yan, 2018 ; Yan et al., 2020 ; Zee & Maddieson, 1980 ; Zhang & Meng, 2016). Ainsi, le sandhi tonal en wu comporte les deux directionnalités – bien que RDS soit bien plus restreint que LDS – lesquelles auraient un rôle contrastif en permettant aux auditeurs de discriminer deux séquences dissyllabiques homophones (au niveau segmental) relevant l'une d'une fonction plutôt morpholexicale, l'autre d'une fonction plutôt morphosyntaxique. Plus précisément, LDS se manifeste au sein des composés de type Modificateur+Nom et de certains composés de type Verbe+Nom, Verbe+Modificateur, Sujet+Prédicat et composés par coordination (Qian, 1992 ; Xu B. et al., 1981, 1988; Yan et al., 2020). Cela permet à certains linguistes de soutenir que le domaine LDS shanghaiën correspondrait à un mot prosodique ou phonologique (Ling & Liang, 2017, 2019 ; Zhang et al., 2011 ; Zhang & Meng, 2016). RDS est quant à lui restreint à des structures syntaxiques spécifiques, telles que Verbe-Objet, Sujet-Prédicat, Verbe-Complément, Adverbe-Verbe, et s'étend également à des constructions coordonnées et aux structures adjectivales endocentriques (Feng, 2009 ; Xu B. et al., 1981, Xu B. et al., 1988). En conséquence, certains linguistes tels Ling & Liang (2019), Yan (2018) ou encore Zhang & Meng (2016) proposent que le domaine d'application du RDS correspondrait à une phrase phonologique/prosodique située à un niveau de construction supérieur par rapport à LDS lequel s'appliquerait plutôt à un mot prosodique/phonologique.

Dans de telles langues, les règles de formation du sandhi tonal impliqué dans la discrimination et la catégorisation de fonctions linguistiques font partie intégrante du fonctionnement tonal. Cependant, bien que des règles aient été formulées à partir de plusieurs études pour le shanghaiën (p. ex. Qian, 1992 ; Xu B. et al., 1981 ; Yan, 2018 ; cf. Table 1), elles sont exposées, dans leurs réalisations, à des variations considérables dues à des facteurs sociolinguistiques qui ont principalement pour origine l'influence dominante du chinois mandarin. De plus en plus de jeunes parlent les langues locales avec une influence forte du mandarin et, parmi les plus jeunes, beaucoup ne les parlent pas au quotidien et continuent à utiliser fréquemment le mandarin à la maison, même si le wu reste généralement pratiqué par les parents et grands-parents (Gao, 2016 ; Xu B. & Tao, 1997 ; Yan et al., 2020 ; Zhu Y. & Jiao, 2021).

$\sigma_2 \backslash \sigma_1$	T1 (52) T2 (34) T3 (23)	T4( <u>55</u> ) T5( <u>13</u> )
T1 (52)	53 + 31	53 + 31
T2 (34)	33 + 44	33 + 44
T3 (23)	22 + 44	22 + 44
T4 ( <u>55</u> )	<u>33</u> + 44	<u>33</u> + <u>44</u>
T5 ( <u>13</u> )	<u>11</u> + 13	<u>11</u> + 13

$\sigma_2 \backslash \sigma_1$	T1 (52) T2 (34)	T3(23)	T4( <u>55</u> )	T5( <u>13</u> )
T1 (52)	44 + 52	33 + 52	<u>44</u> + 52	<u>22</u> + 52
T2 (34)	44 + 34	33 + 34	<u>44</u> + 34	<u>22</u> + 34
T3 (23)	44 + 23	33 + 23	<u>44</u> + 23	<u>22</u> + 23
T4 ( <u>55</u> )	44 + <u>55</u>	33 + <u>55</u>	<u>44</u> + <u>55</u>	<u>22</u> + <u>55</u>
T5 ( <u>13</u> )	44 + <u>13</u>	33 + <u>13</u>	<u>44</u> + <u>13</u>	<u>22</u> + <u>13</u>

TABLE 1: Règles de sandhi tonal du shanghaiën pour *Left Dominant Sandhi* (à gauche) et *Right Dominant Sandhi* (à droite). Le soulignement indique une syllabe courte (coda glottale /ʔ/).

## 2 Objectifs et questions de recherche

L'étude que nous présentons ici est préliminaire à un projet de recherche plus ambitieux qui démarre. Celui-ci propose d'examiner la variabilité acoustique et la stabilité du système tonal wu et, en particulier, celle du sandhi tonal afin de répondre aux questions suivantes : quelles sont les règles de formation du sandhi tonal en wu ? Sont-elles homogènes ou sujettes à la variation selon l'âge, le genre du locuteur, le NSE, la variété dialectale, la situation géographique ? Nous pensons que les jeunes générations pourraient présenter des variations différentes de celles des générations plus âgées, et que le sandhi pourrait être influencé par d'autres langues, en particulier le mandarin, langue de scolarisation et de communication entre les jeunes, impulsant une dynamique de changement avec peut-être des répercussions sur l'ensemble du système tonal. De plus, les langues wu peuvent s'influencer mutuellement, en particulier depuis Shanghai. L'objectif de ce projet sera aussi de considérer l'impact de la variation sur le traitement perceptif des contrastes basés sur le sandhi tonal.

Mais revenons à cette étude initiale pour laquelle nous avons examiné les caractéristiques acoustiques des contours tonals des deux types de sandhi, LDS et RDS, dans les productions de trois jeunes adultes shanghaiens, en choisissant comme cibles des séquences dissyllabiques d'acceptions morphologique et syntaxique bien définies et couramment utilisées dans la langue. En puisant dans des recherches antérieures (Ling & Liang, 2019 ; Takahashi, 2011 ; Zhang & Meng, 2016 ; Yan et al., 2020 entre autres), nous nous interrogeons sur la réalisation des règles de sandhi lorsqu'elles sont produites par des jeunes adultes et cherchons pour cela à examiner et comparer la variation des réalisations tonales dans des syntagmes nominaux (censés soumis à LDS) ainsi que dans des syntagmes verbaux (soumis à RDS), présentant une structure syllabique identique.

## 3 Méthode

### 3.1 Corpus enregistré

Afin de convenir à l'ensemble des combinaisons tonales décrites dans les règles du sandhi tonal (cf. Table 1), quatre séquences dissyllabiques (deux pour la condition LDS et 2 pour la condition RDS) ont été sélectionnées en consultant principalement le *Grand dictionnaire du shanghaien* de Qian et al. (2007) ainsi que le *Dictionnaire électronique du shanghaien* créé par l'*École de langues wu* (吳語學堂, 2023), laquelle est animée par une communauté en ligne de locuteurs du shanghaien et des autres langues wu. Nous nous sommes aussi référés aux listes de mots de Zhang & Meng (2016), Xu B. et al. (1981) et Takahashi (2011). Les quatre séquences ont aussi été sélectionnées de manière à pouvoir apparier les syllabes à attaque nasale entre les deux types de sandhi pour leur effet sur la fréquence fondamentale (diminution de hauteur) (cf. Xu Y., 1999). À noter aussi qu'un intérêt particulier a été porté aux tons T1 et T2 qui permettent d'obtenir des séquences dissyllabiques identiques au niveau segmental (et de même structure syllabique) dans les deux conditions de concaténation tonale de manière à ce que seul le sandhi tonal porte le contraste entre les paires. Enfin, le phénomène de sandhi générant des valeurs tonales qui ne sont pas forcément présentes dans les tons de base (p. ex. Yan et al., 2020), nous avons aussi retenu les monosyllabes correspondant aux deux éléments des dissyllabes cibles de manière à ce que leur prononciation isolée serve de référence (*baseline*) dans les analyses des effets de la contextualisation tonale.

Notre étude est ainsi basée sur l'examen des contours tonals d'une liste de 100 dissyllabes (5 tons de citation × 5 tons de citation × 4 stimuli = 100 stimuli) qui correspondent tous à des objets et des aliments couramment rencontrés dans la vie quotidienne. Le corpus a été soumis au préalable à

l'expertise d'une locutrice native du shanghaiën née en 1997 et a ensuite été mis en ordre aléatoire en raison d'un ordre par participant et chaque liste de 100 stimuli répétée 3 fois.

Les conditions de production LDS et RDS ont été contrôlées en utilisant deux phrases porteuses de structures morphosyntaxiques distinctes (TABLE 2). Ces deux phrases assurent un contrôle strict de l'environnement des mots-cibles, tout en permettant un environnement sémantiquement et syntaxiquement correct, mettant ainsi en évidence la relation entre la morphosyntaxe et les unités suprasegmentales.

荷蘭賣 + SN (p. ex. 炒飯) /fʊ <sup>22</sup> lɛ <sup>33</sup> ma <sup>23</sup> / + /tsʰɔ <sup>33</sup> vɛ <sup>44</sup> /	後天我 + SV (p. ex. 炒飯) /fɿ <sup>22</sup> tʰi <sup>33</sup> ŋu <sup>23</sup> / + /tsʰɔ <sup>44</sup> vɛ <sup>13</sup> /
Les Pays-Bas vendent <i>le riz frit</i>	Le jour après demain, je vais faire <i>frire du riz</i>

TABLE 2: Phrases porteuses pour LDS (à gauche) et RDS (à droite) avec exemples de mot cible.

La consigne était donnée aux participants de lire à voix haute et à une vitesse d'élocution normale les phrases présentées une par une sur un écran de 23". Celles-ci étaient transcrites en chinois simplifié. La liste des monosyllabes était acquise en suivant le même protocole à l'issue du recueil de la liste de phrases. Les enregistrements ont été réalisés dans la chambre anéchoïque du Gipsa-lab à l'Université Grenoble Alpes pendant l'été 2023. Les équipements utilisés sont un enregistreur numérique Marantz PMD 670 et un microphone AKG C1000 S. Les signaux ont été échantillonnés à 44.1 kHz.

### 3.2 Participants

Trois locutrices natives du shanghaiën, nées en 2000 à Shanghai et ayant grandi dans cette ville, ont accepté de participer à l'étude. Elles sont chacune originaires du quartier qu'elles ont toujours habité : Minhang, Qingpu et Putuo. Ces locutrices étaient étudiantes à la Faculté de la Langue Française de l'Université des Études Internationales de Shanghai et, au moment de l'enregistrement, étaient en programme d'échange en France depuis environ six mois. Leur profil linguistique est remarquablement similaire, maîtrisant toutes le shanghaiën, le mandarin, l'anglais et le français. Selon leurs auto-évaluations, elles ont un niveau natif en shanghaiën et en mandarin, tandis que leur maîtrise de l'anglais et du français se situe autour du niveau B2-C1. Quant à l'utilisation du shanghaiën, d'après leurs réponses, elles l'utilisent principalement avec leur famille, alors que le mandarin prédomine dans les autres circonstances. Ce profil linguistique est représentatif de la jeune génération shanghaienne, où le shanghaiën de la famille et le mandarin de l'école sont les deux langues premières, et au moins une langue étrangère (principalement l'anglais) est pratiquée. Le profil linguistique de ces trois participantes devrait nous permettre de cibler des tendances actuelles dans la réalisation du sandhi tonal en shanghaiën.

### 3.3 Traitements et analyses

Le corpus a été segmenté avec Praat (Boersma & Weenink, 2023) et annoté manuellement au niveau des séquences cibles, de leur décomposition en syllabes et en phones. L'extraction des valeurs de la  $f_0$  pour chaque syllabe a été effectuée automatiquement, après vérification et parfois quelques ajustements manuels, avec le script ProsodyPro, développé par Xu Y. (2013). À partir de l'algorithme de lissage intégré pour la représentation des contours (utilisant une fenêtre triangulaire de Bartlett de 301 échantillons), dix mesures temporellement équidistantes ont été effectuées sur la totalité de la durée de la syllabe si l'attaque est voisée et sur la totalité de la rime dans le cas d'attaque

non voisée, avec un pas de 10. Les valeurs de  $f_0$  ont été converties en demi-tons avec  $y = 12 \log_2(\frac{Hz}{50})$  puis ces valeurs ont été normalisées selon une transformation logarithmique z-score recommandée par Zhu X. (1995):  $z = \frac{y_i - \mu}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2}}$ , avec  $y_i = \log_2 x$ ,  $\mu = \bar{y}_i$  et  $x$  = valeur de  $f_0$  observée.

L'analyse statistique des différences de niveaux de  $f_0$  a été réalisée à l'aide d'un modèle linéaire mixte pour étudier l'impact des effets fixes : COMBINAISON TONALE, TYPE DE SANDHI et POINT DE MESURE (considéré ici comme une variable catégorielle, de 10 jusqu'à 100 par pas de 10), et de leur interaction, sur la variable réponse  $f_0$ . Ce modèle permet à la fois de tenir compte de la répétition des mesures (le facteur *LOCUTEUR* a été introduit comme effet aléatoire dans le modèle), de la variance résiduelle et/ou de la variabilité inter-individuelle qui peut changer d'un contexte à l'autre, d'un ton à l'autre ou d'un point de mesure à l'autre, mais aussi de la corrélation entre les valeurs de la variable réponse pour les différents points de mesures. Pour réaliser le modèle, nous avons utilisé la fonction *lme* du package *nlme* du logiciel R. Puis nous avons utilisé la fonction *glht* du package *multcomp* du logiciel R pour réaliser des comparaisons multiples d'où sont issues les p valeurs données ci-après. Les graphiques sont générés à l'aide des fonctions du package *ggplot2*.

## 4 Résultats

### 4.1 Tons de citation

Examinons d'abord les réalisations des cinq tons de citation. Les lignes noires tracées FIGURE 1 et FIGURE 2 représentent les contours normalisés des tons de citation prononcés dans la condition monosyllabique (prononciation isolée). Nous les superposons avec leurs contours correspondants dans les deux conditions dissyllabiques afin de faciliter plus loin les comparaisons. De manière générale, nos résultats sont conformes aux résultats d'études antérieures (Qian, 1992 ; B. Xu et al., 1988 ; Zhu X., 1995) : T1 est le seul ton haut descendant, T3 et T5 sont tous deux des tons bas montants, et T4 est un ton haut plat. Il faut pourtant noter que bien que T5 (13) et T3 (23) soient décrits différemment à l'initiation de la réalisation tonale, les contours de T5 et T3 sont en réalité trouvés très similaires, ce qui ne semble pas justifier cette différence de description. De plus, la tendance montante du contour de T2 (34) n'est pas tellement évidente et ne semble pas confirmer les observations des recherches antérieures (Qian, 1992 ; B. Xu et al., 1988 ; Zhu X., 1995).

### 4.2 Ton de sandhi vs ton de citation

Parmi les 25 combinaisons tonales de LDS examinées (FIGURE 1), onze présentent des différences significatives avec les tons de citation. La plupart de ces différences se manifestent au niveau de la deuxième syllabe confirmant pour ces cas l'existence d'une combinatoire vers la droite dans les contextes tonals T1+T1, T1+T4, T1+T5, T3+T1, T4+T1 et T5+T1, ainsi qu'au niveau de la frontière entre les deux syllabes T3+T3, T3+T5, T5+T2, T5+T3 et T5+T5. Seule la combinaison tonale T5+T3 montre une différence significative de la  $f_0$  sur presque toute la durée de la première syllabe (désormais  $\sigma_1$ ) – de 20 % à 100 % de la durée totale ( $-4.445 \leq z \leq 8.997$ ,  $p \leq 0.09$ ) – en plus d'un écart significatif au début de la syllabe 2 (désormais  $\sigma_2$ ) – de 10 % à 40 % ( $4.051 \leq z \leq 9.75$ ,  $p \leq 0.02$ ). Il convient de remarquer que certaines combinaisons présentent des différences de  $f_0$  importantes entre les tons dissyllabiques et les tons monosyllabiques comme cela est montré FIGURE 1, mais ces différences ne sont pas reflétées dans le modèle statistique en raison d'une forte

variabilité intra- et inter-locuteur. Cela concerne par exemple la combinaison T5+T4 ( $1.401 \leq z \leq 2.958$ ,  $p \geq 0.117$ ). On remarque également que les combinaisons T2+X ne présentent jamais de différences significatives entre tons de citation et tons de sandhi LDS ; idem pour T4+X sauf si X=T1 ( $3.26 \leq z \leq 3.974$ ,  $p \leq 0.044$ ). La raison est soit parce que contours et hauteurs de  $f_0$  sont similaires, soit il existe une forte variabilité des réalisations.

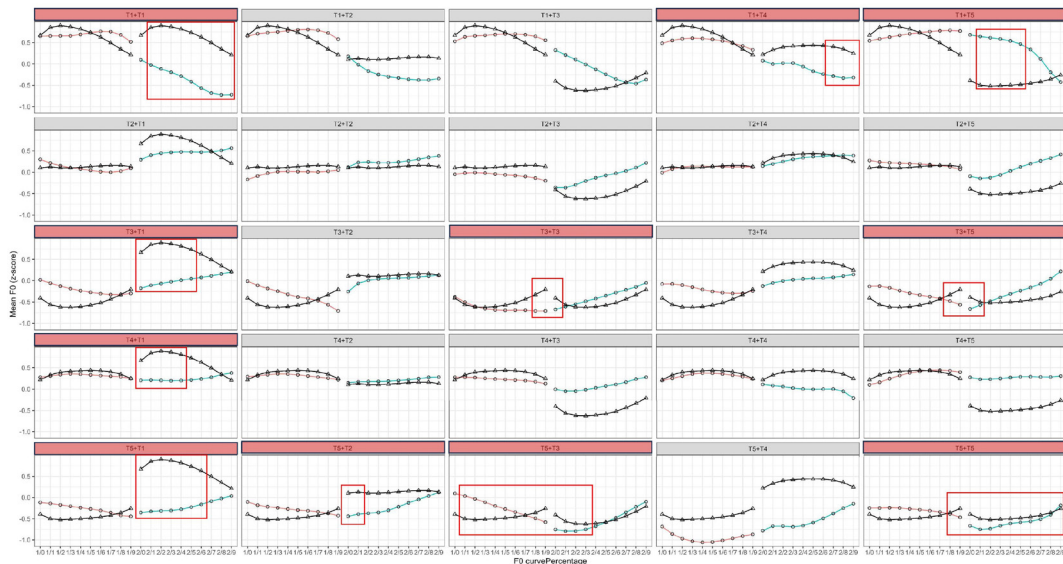


FIGURE 1: Contours moyens normalisés de  $f_0$  pour les monosyllabes (ligne noire,  $\blacktriangle$ ) et les dissyllabes sous l'effet du sandhi LDS (ligne colorée,  $\circ$ ). Les zones rouges indiquent les différences significatives ( $p \leq 0,05$ ).

Les contours des tons de sandhi diffèrent des contours des tons de citation, surtout concernant  $\sigma_2$ . Pour T1+X,  $\sigma_1$  perd la tendance descendante pour devenir un ton haut plat, tandis que  $\sigma_2$ , quel que soit son ton de citation, devient un ton descendant. De plus, les contours tonals T2+X, T3+X et T5+X présentent globalement une hauteur de ton légèrement supérieure pour  $\sigma_2$  par rapport à  $\sigma_1$ . Cependant, contrairement aux études antérieures (Qian, 1992 ; Xu B. et al., 1988) qui décrivent les tons des séquences dissyllabiques T2/T3/T5+X comme des tons plats (cf. TABLE 1), les contours que nous observons présentent souvent des descentes ou des montées de faible amplitude, possiblement en raison de l'influence de la hauteur des tons environnants. Le contour tonal T4+X est quasiment plat et de hauteur similaire sur  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$ , ce qui diffère de la description traditionnelle (33+44).

Pour le cas de RDS, seules quatre des 25 combinaisons, T3+T5, T5+T1, T5+T3 et T5+T5, présentent des différences significatives dans la condition RDS (FIGURE 2). Parmi elles, T5+T3, ainsi qu'une partie de T5+T5 et T3+T5 affichent ces différences à la jonction entre les deux syllabes. Seule la combinaison T3+T5 montre un effet de RDS sur le début de  $\sigma_1$ . Enfin  $\sigma_2$  est la plus impactée par le sandhi dans la combinaison T5+T1 sur la première moitié de sa durée et sur la totalité dans T5+T5. Ces résultats montrent qu'une combinatoire vers la gauche de la coarticulation tonale est peu présente dans le phénomène de RDS. À l'exception de quelques cas figurant dans les zones rouges, les contours des tons de  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  ne diffèrent pas beaucoup des tons de citation correspondants et des variations se produisent principalement aux frontières entre les deux syllabes. De plus, le ton de sandhi conserve souvent la hauteur et la tendance du contour de citation, ce qui souscrit davantage à la description de Takahashi (2011) qu'à celles de Qian (1992) et de Xu B. et al. (1988).

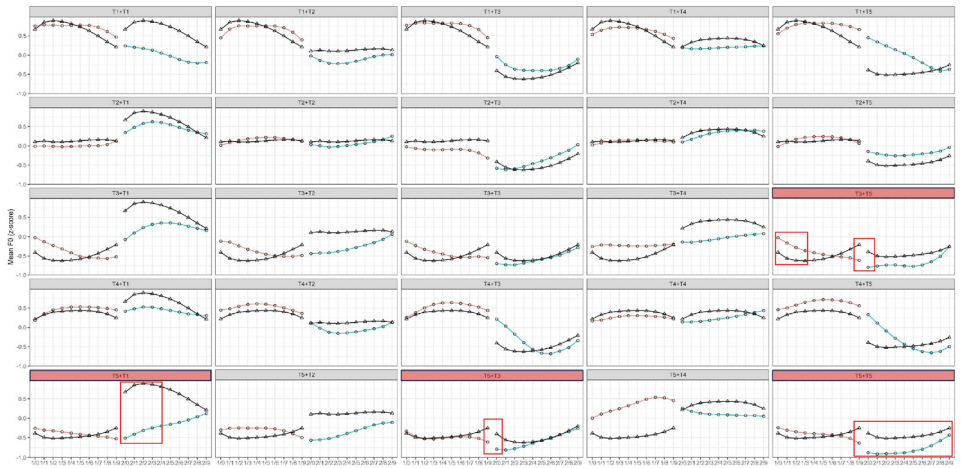


FIGURE 1 : Contours moyens normalisés de  $f_0$  pour les monosyllabes (ligne noire,  $\blacktriangle$ ) et les dissyllabes sous le sandhi RDS (ligne colorée,  $\circ$ ). Les zones rouges indiquent les différences significatives ( $p \leq 0,05$ ).

### 4.3 LDS vs RDS

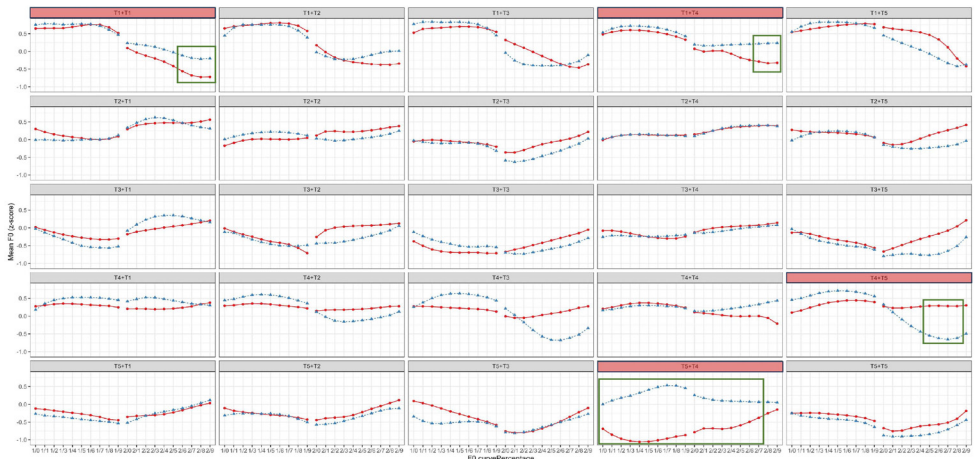


FIGURE 3: Valeurs moyennes normalisées de  $f_0$  et contours tonaux moyens des dissyllabes sous le sandhi LDS (ligne rouge,  $\bullet$ ) et RDS (ligne bleue,  $\blacktriangle$ ). Les zones vertes indiquent les différences significatives ( $p \leq 0,05$ ).

FIGURE 3 sont présentés les contours superposés des deux types de sandhi. À notre grande surprise, les comparaisons entre LDS et RDS pour les mêmes combinaisons tonales montrent peu de différences significatives dans les valeurs de  $f_0$ , mise à part T5+T4 qui présente un effet de la directionnalité du sandhi sur la quasi-totalité de la durée des deux syllabes (FIGURE 3). Pour trois autres combinaisons, T1+T1, T1+T4 et T4+T5, le seuil de significativité est atteint seulement à partir de la deuxième moitié de  $\sigma_2$ . Bien que nous puissions conclure que les différences significatives entre SN et SV résultent de différentes réalisations du sandhi tonal, nous ne pouvons pas écarter la possibilité de l'influence d'autres phénomènes prosodiques, tels que le patron intonatif de l'assertion



et ses caractéristiques en fin de phrase. En outre, bien que les réalisations tonales T4+T3 montrent des différences entre les deux types de sandhi, l'analyse statistique n'indique qu'une seule différence significative à 70 % de la durée de  $\sigma_2$  ( $p = 0,044$ ), ce qui est toutefois marginal. Nos observations concordent avec les résultats statistiques : à l'exception des cas signalés par les zones rouges et le cas de T4+T3, il n'existe guère de différence entre les contours de ton entre les types SV (RDS) et SN (LDS). Les contours tonaux sont même quasi identiques dans certaines combinaisons telles que T2+T4 et T5+T1.

#### 4.4 Variations tonales en fonction du rang syllabique et du contexte tonal

Pour présenter ces variations, nous les divisons en dix sous-catégories : T1+X, X+T1, T2+X, X+T2, T3+X, X+T3, T4+X, X+T4, T5+X et X+T5 (cf. FIGURE 3). Dans les SN (LDS), les seules différences significatives pour  $\sigma_1$  sont trouvées uniquement dans les comparaisons entre T1+T4 et l'ensemble des autres combinaisons T1+X ( $-3.642 \leq z \leq -6.491$ ,  $p \leq 0.027$ ), ainsi que dans les comparaisons entre T5+T4 et l'ensemble des autres combinaisons T5+X ( $-3.499 \leq z \leq -4.39$ ,  $p \leq 0.046$ ). En revanche, en ce qui concerne les réalisations tonales de  $\sigma_2$ , les différences significatives sont trouvées principalement dans les contextes T3/T5+Tx et T2/T4+Tx, Tx représentant ici le même ton sur  $\sigma_2$ , p. ex. T2/T4+T5 vs T3/T5+T5 ( $3.745 \leq z \leq 7.508$ ,  $p \leq 0.018$ ) ; T2/T4+T3 vs T3/T5+T3 ( $3.587 \leq z \leq 5.744$ ,  $p \leq 0.033$ ). Dans ces cas, les réalisations jusqu'au milieu de  $\sigma_2$  dans les contextes T3/T5+Tx présentent systématiquement une hauteur plus basse que dans les contextes T2/T4+Tx. Dans les SV (RDS), les différences tonales significatives sont juste trouvées au niveau de la finalisation de  $\sigma_1$  et dans T5+T4 sur toute la durée de  $\sigma_1$ . Les variations tonales sur  $\sigma_2$  sont toujours observées au niveau de la première moitié de sa durée et liées à la hauteur tonale de la deuxième partie de  $\sigma_1$ . Ainsi, les effets de la concaténation tonale sont majoritairement à l'initiation de  $\sigma_2$ .

## 5 Conclusion

Notre étude indique que généralement les valeurs de  $f_0$  au niveau de  $\sigma_1$  dans les SNs et SVs observés ne diffèrent pas significativement de celles mesurées pour les monosyllabes. Juste quelques différences ont été relevées à la frontière avec  $\sigma_2$  qui peuvent être attribuées à la coarticulation tonale. Ce résultat est révélateur de l'effet du LDS dans les SNs, où le ton de citation est maintenu sur  $\sigma_1$ , tandis que  $\sigma_2$  reçoit une valeur tonale en fonction du ton de  $\sigma_1$ . En revanche, les tons de citation semblent conservés sur les deux syllabes des SVs, avec quelques différences interprétables comme des effets de coarticulation tonale influençant de manière très brève les tons juste au niveau de la frontière syllabique. Par conséquent, nos résultats ne montrent pas l'existence d'une neutralisation tonale dans les SVs confirmant ainsi Takahashi (2011), tout comme ils ne montrent pas la présence de RDS chez nos trois jeunes locutrices contrairement aux descriptions « traditionnelles » citées plus haut. La présence d'un effet persévératif du ton de  $\sigma_1$  sur le tout début de  $\sigma_2$  ne relève pas du sandhi tonal phonologique ; cependant son rôle dans la perception et la catégorisation des syntagmes est certainement un domaine à explorer, tout comme d'ailleurs l'absence de RDS.

Nous prenons la mesure des limites de notre étude (3 participantes jeunes adultes, pas de contraste de position syntaxique, possibilité de variation par quartier urbain). L'extension du corpus est en cours en conservant les mêmes listes de mots et en recueillant des données cette fois sur le terrain wu. La prolongation de cette étude est d'autant plus nécessaire que les descriptions des langues wu n'ont pas encore réussi à proposer des règles de sandhi tonal claires. Nous testerons si cette situation est la conséquence d'une variation diatopique et diastratique importante avec pour principaux facteurs le développement de la mégapole de Shanghai, l'influence du mandarin, ainsi que le contact avec les langues de populations immigrantes (42 % de la population de la ville).

# Références

- Boersma, P., & Weenink, D. (2023). *Praat, a system for doing phonetics by computer*. (Version 6.3.09) [Computer software]. <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- Feng, L. (2009). *Parlons shanghaien*. l'Harmattan.
- Gao, J. (2016). Sociolinguistic motivations in sound change: On-going loss of low tone breathy voice in Shanghai Chinese. *Papers in Historical Phonology*, 1, 166.
- Ling, B., & Liang, J. (2017). Focus encoding and prosodic structure in Shanghai Chinese. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(6), EL610–EL616. <https://doi.org/10.1121/1.4989739>
- Ling, B., & Liang, J. (2019). The nature of left- and right-dominant sandhi in Shanghai Chinese—Evidence from the effects of speech rate and focus conditions. *Lingua*, 218, 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2018.02.004>
- Qian, N. (1992). *當代吳語研究[Studies in the contemporary Wu-dialects]* (1st ed.). Shanghai Educational Publishing House.
- Qian, N., Tang, Z., & Xu, B. (2007). *上海話大詞典[Grand dictionnaire du shanghaien]*. Shanghai Lexicographical Publishing House.
- Takahashi, Y. (2011). 上海語声調音韻論における窄用式変調の地位. *中国語学*, 258, 99–114.
- Wee, L.-H. (2018). *Phonological tone*. Cambridge University Press.
- Xu, B., Tang, Z., & Qian, N. (1981). 新派上海方言的連讀變調[Sandhi tonal in modern Shanghainese]. *方言 [Dialects]*, 2, 145–155.
- Xu, B., Tang, Z., You, R., & Qian, N. (Eds.). (1988). *上海市區方言志[Dialect documents of Shanghai Municipal]*. Shanghai Educational Publishing House.
- Xu, B., & Tao, H. (1997). *上海方言詞典[Dictionary of Shanghai dialect]* (1st ed.). Jiangsu Education Publishing, Ltd.
- Xu, Y. (1999). Effects of tone and focus on the formation and alignment of *f0* contours. *Journal of Phonetics*, 27(1), 55–105. <https://doi.org/10.1006/jpho.1999.0086>
- Yan, H. (2018). *The Nature of Variation in Tone Sandhi Patterns of Shanghai and Wuxi Wu* (Vol. 4). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-6181-3>
- Yan, H., Chien, Y.-F., & Zhang, J. (2020). Priming the Representation of Left-Dominant Sandhi Words: A Shanghai Dialect Case Study. *Language and Speech*, 63(2), 362–380. <https://doi.org/10.1177/0023830919849081>
- Zee, E., & Maddieson, I. (1980). Tones and tone sandhi in Shanghai: Phonetic evidence and phonological analysis. *Glossa*, 14(1), 45–88.
- Zhang, J. (2022). Tonal Processes Defined as Tone Sandhi. In C.-R. Huang, Y.-H. Lin, & I.-H. Chen (Eds.), *The Cambridge Handbook of Chinese Linguistics* (1st ed., pp. 291–312). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108329019.017>
- Zhang, J., Lai, Y., & Sailor, C. (2011). Modeling Taiwanese speakers' knowledge of tone sandhi in reduplication. *Lingua*, 121(2), 181–206. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2010.06.010>
- Zhang, J., & Meng, Y. (2016). Structure-dependent tone sandhi in real and nonce disyllables in Shanghai Wu. *Journal of Phonetics*, 54, 169–201. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2015.10.004>
- Zhu, X. (1995). *Shanghai Tonetics* [Doctoral dissertation]. The Australian National University.
- Zhu, Y., & Jiao, Z. (2021). A Case Study of Intergenerational Inheritance of Shanghai Dialect in the Environment of Mandarin Popularization. *Journal of Tianjin Foreign Studies University*, 28(2), 98–108.
- 吳語學堂. (2023). <https://www.wugniu.com/>