



HAL
open science

Interaction entre prosodie et (co)articulation linguopalatale en français

Yohann Meynadier

► **To cite this version:**

Yohann Meynadier. Interaction entre prosodie et (co)articulation linguopalatale en français. Travaux interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage, 2002, 21, pp.236-243. hal-01609444

HAL Id: hal-01609444

<https://hal.science/hal-01609444>

Submitted on 14 Oct 2017

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**INTERACTION ENTRE PROSODIE
ET (CO)ARTICULATION LINGUOPALATALE EN FRANÇAIS**

Interaction between prosody and linguopalatal (co)articulation in French

Yohann MEYNADIER

Thèse dirigée par Alain Marchal, soutenue le 6 janvier 2003.

Cette thèse s'inscrit dans un domaine linguistique concerné par l'interface entre les représentations phonologico-prosodiques de la structure de la parole et l'acte moteur de production de la chaîne sonore, à savoir par les relations entre prosodie et articulation supraglottique. L'analyse de l'influence de la structure prosodique sur le contenu segmental s'attache à préciser les liens entre les différents niveaux d'organisation suprasegmentale de l'énoncé et l'activité motrice des organes articulateurs de production segmentale dans la parole.

D'un côté, la parole repose sur un contenu segmental relatif aux caractéristiques phonétiques (articulatoires et acoustiques) des segments qui composent la chaîne sonore. De l'autre, elle s'organise autour d'une structuration suprasegmentale en constituants, phonologiques ou prosodiques, de différents niveaux de regroupement syntagmatique des segments dans l'énoncé. Ces constituants forment des unités d'organisation de la chaîne sonore plus larges que le segment et entretiennent des relations hiérarchiques : les unités structurelles supérieures sont sous-constituées par les unités de regroupement inférieures.

Selon le niveau hiérarchique, des marques suprasegmentales distinctives (variations de *F₀*, d'intensité et de durée) identifient et déterminent la proéminence et la frontière du constituant. Cette architecture de la structure de l'énoncé se réfère au concept de « hiérarchie prosodique ».

Les travaux articulatoires effectués sur différentes langues (anglais, taïwanais, coréen, estonien, tamil...) en production de la parole montrent que l'articulation segmentale (glottique ou supraglottique) est renforcée et la coarticulation/coproduction inter-segmentale réduite en position initiale ou finale et sous la proéminence (accent) de constituants prosodiques majeurs. Ces variations articulatoires montrent un comportement graduel en fonction du niveau hiérarchique du constituant : plus sa position est élevée dans la représentation phonologique de l'énoncé, plus les corrélats articulatoires sont importants (Keating & Fougeron, 1997 ; Beckman & Cohen, 1999 ; Cho, 2001 ; Byrd *et al.*, 2000 ; Keating *et al.*, à paraître ; par exemple).

Ces modifications articulatoires apparaissent néanmoins largement facultatives : elles ne sont pas toujours réalisées et distinguent rarement tous les niveaux hiérarchiques. Elles sont

dépendantes, entre autres, des locuteurs, du contexte segmental, du type d'articulation, de l'articulateur et du paramètre articulatoire considéré. Bien que ne constituant pas des indices non ambigus de la hiérarchie prosodique, ces marques supraglottiques ne sont pas aléatoires, dans le sens où elles répondent à un comportement inter-individuel homogène de renforcement croissant des traits distinctifs ou du contraste syntagmatique segmental parallèle à la hiérarchie prosodique.

Seule véritablement l'étude de Fougeron (1998) établit ce phénomène articulatoire pour le français selon une hiérarchie prosodique à cinq niveaux d'organisation : syllabe < mot < groupe accentuel < groupe intonatif < phrase. Cette étude porte cependant exclusivement sur la position initiale de constituant prosodique et concerne peu les aspects dynamiques articulatoires de la parole relatifs au timing intra- et inter-segmental des gestes articulatoires.

Jusqu'à présent, nous ne connaissons pas d'étude qui traite spécifiquement de cet effet hiérarchique en position prosodique finale en français, alors que ce lieu occupe une place essentielle dans l'organisation structurelle prosodique de l'énoncé dans cette langue, du fait qu'il constitue le domaine des marques de frontière et de l'accent final dominant.

Dans cette thèse, nous cherchons donc à compléter les résultats obtenus par Fougeron en nous intéressant aux différents aspects pouvant participer à un processus de marquage supraglottique de la hiérarchie prosodique en français. Ainsi, notre étude s'attache aux aspects articulatoires tant segmentaux qu'inter-segmentaux (coarticulatoires) et concerne tant la position initiale, finale que les enchaînements trans-frontaliers en frontière prosodique.

Les variations phonétiques articulatoires sont observées en fonction d'une hiérarchie de frontière répondant à quatre niveaux croissants de structuration prosodique de l'énoncé :

- (1) frontière de syllabe inaccentuée : interne ou finale de mot lexical interne de syntagme
- (2) frontière accentuelle : finale de mot accentué interne ou final de syntagme
- (3) frontière intonative continuative : finale de sujet ou de thème antéposé
- (4) frontière intonative conclusive : finale de thème post-posé ou de phrase.

Ces quatre niveaux de frontière correspondent à la hiérarchie prosodique suivante : inaccentué < accentué (groupe accentuel) < intonation continuative (groupe intonatif non terminal) < intonation conclusive (groupe intonatif terminal). Cette hiérarchie est prosodiquement validée par une analyse statistique des paramètres phonétiques suprasegmentaux de hauteur tonale, de glissando mélodique et d'allongement de la voyelle de la syllabe finale pré-frontalière.

Le matériel segmental étudié est constitué par la séquence /aC#Ca/ où /C#C/ est composé alternativement par les groupes de consonnes linguopalataux /kl/, /kt/, /lk/ et /tk/ et où la

frontière prosodique occupe toujours une position médiane inter-consonantique dans la séquence. Ainsi, 31 phrases différentes ont été lues de 12 à 15 fois par trois locuteurs.

L'analyse articulatoire repose sur une investigation électropalatographique (EPG). Nous avons effectué un nombre important de mesures EPG (178 pour chacun des 4 groupes) tant segmentales, relatives aux gestes et à leurs différentes phases articulatoires (ouverture, fermeture, tenue et occlusion linguopalatales) qu'inter-segmentales, concernant les enchaînements VC, CC et CV. Ces mesures concernent tant la dimension articulatoire temporelle (durée, proportion et délai inter-gestuel relatif), spatiale (amplitude d'ouverture vocalique ou de constriction consonantique, lieu d'articulation, centralité des gestes...) que spatio-temporelle (vitesse d'établissement ou de relâchement du contact linguopalatal, degré de réduction articulatoire...).

Une procédure de sélection appliquée aux mesures articulatoires a permis de dégager celles qui établissent une variation articulatoire répondant à un effet de la hiérarchie prosodique. Cette procédure repose globalement sur le respect de deux conditions statistiques fondamentales :

- (1) la co-variation articulatoire mesurée doit être graduelle et minimalement corrélée, c'est-à-dire parallèle, à la hiérarchie prosodique ;
- (2) elle doit également correspondre à un comportement inter-individuel homogène, c'est-à-dire vrai pour au moins deux des trois locuteurs observés et montrant un sens de variation identique entre les locuteurs.

Par cette méthode d'analyse, nous cherchons à déterminer quels phénomènes articulatoires supraglottiques peuvent constituer le noyau dur, le cœur des relations entre structure prosodique et articulation de la chaîne segmentale en répondant à trois questions essentielles :

- (1) Quelles positions syntagmatiques dans la séquence sont le lieu privilégié d'un marquage supraglottique de la hiérarchie prosodique en frontière de constituant : les segments pré-(voyelle et/ou consonne finale) ou post-frontaliers (consonne et/ou voyelle initiale), les enchaînements inter-segmentaux pré-frontaliers (VC#), post-frontaliers (#CV) ou trans-frontaliers (C#C, C#(C)V ou V(C)#C) ?
- (2) Quelle est la nature des phénomènes articulatoires corrélatifs à la hiérarchie prosodique : temporelle (modifications de durée et de timing articulatoire), spatiale (modifications de l'amplitude ou du lieu d'articulation des segments, réduction de l'influence coarticulatoire), segmentale (modifications du geste articulatoire) ou inter-segmentale (modifications de la coarticulation/coordination inter-gestuelle) ?
- (3) Avec quel degré d'adéquation les phénomènes supraglottiques observés accompagnent-ils la hiérarchie prosodique, en termes de nombre et de type de niveaux prosodiques distingués par des co-variations articulatoires graduelles ?

À l'issue de la procédure, 14 % des mesures effectuées dans la séquence montrent un degré de corrélation étroit et homogène inter-individuellement avec la hiérarchie prosodique. Les résultats rapportent qu'un ensemble de co-variations articulatoires cohérentes et variant catégoriellement en fonction du niveau hiérarchique de la frontière prosodique existe.

Concernant la localisation dans la séquence et la nature des variations supraglottiques, il semble que celles-ci puissent constituer un processus articulatoire général inter-individuel reposant principalement sur des modifications de durée et du timing intra- et inter-gestuel opérant un renforcement articulatoire graduel de la frontière prosodique selon son niveau hiérarchique. Ainsi, il apparaît essentiellement que plus la frontière démarque un constituant prosodique de niveau élevé,

- (1) plus l'articulation de la voyelle finale est maximisée par une ouverture linguopalatale plus longue et plus ample ;
- (2) plus la cohésion articulatoire au sein de la rime de la syllabe finale est accrue par une coordination inter-gestuelle relative plus étroite entre la voyelle et la consonne codaïque (aC#) ;
- (3) plus la démarcation frontalière est renforcée par des intervalles temporels inter-gestuels trans-frontaliers plus importants :
 - (i) une coproduction inter-consonantique plus réduite (C#C), bien que dépendante de la nature du groupe de consonnes ;
 - (ii) un délai plus long entre la fin articulatoire de la consonne codaïque pré-frontalière et le début de la voyelle de la syllabe initiale post-frontalière (C#(C)a).

Une frontière prosodique graduellement plus importante dans l'énoncé semble donc conditionner une démarcation articulatoire de plus en plus marquée par un contraste du noyau vocalique et une cohésion temporelle des gestes pré-frontaliers plus prononcés (en rime finale de constituant), et par une rupture temporelle plus grande dans les enchaînements gestuels trans-frontaliers (entre la syllabe finale et la syllabe initiale de constituant).

Concernant le nombre et la nature des niveaux prosodiques plus systématiquement distingués par des corrélats articulatoires, il apparaît que les co-variations supraglottiques de magnitude distinctivement croissante répondent essentiellement à une hiérarchie de deux à trois niveaux de frontière : frontière syllabique ou lexicale < frontière accentuelle << frontière intonative.

Ainsi, quand il est réalisé, le marquage articulatoire supraglottique accompagne de façon de plus en plus privilégiée, c'est-à-dire systématique et prononcée, les distinctions prosodiques hiérarchiques suivantes :

- (1) frontière intonative continuative < frontière intonative conclusive : distinction plutôt occasionnelle réalisée dans environ 40 % des cas et présentant pour ces cas 42 % d'inversion hiérarchique (c'est-à-dire d'occurrences où les marques articulatoires de la frontière continuative sont plus prononcées que celles de la frontière conclusive, supposée de niveau prosodique supérieur) ;
- (2) frontière inaccentuée (syllabique ou lexicale) < frontière accentuelle : distinction fréquente produite dans plus de 50 % des cas et ne présentant que de rares occurrences d'inversion hiérarchique (7 %) ;
- (3) frontière non intonative (accentuelle, lexicale ou syllabique) < frontière intonative (continuative ou conclusive) : distinction quasi systématique effectuée dans plus de 75 % des cas et ne manifestant quasi jamais d'inversion hiérarchique (3 %).

Notre étude diverge selon deux points essentiels des résultats obtenus par l'analyse de Fougeron quant aux corrélats supraglottiques de la hiérarchie prosodique :

- (1) nous n'avons pas mis en évidence un marquage articulatoire graduellement renforcé des segments (et plus particulièrement de la consonne) en position initiale (c'est-à-dire post-frontalière) de constituant prosodique de niveau hiérarchique croissant ; des raisons tenant à la variabilité intra- et inter-individuelle, à la différence du contexte phonotactique et dans la procédure d'investigation EPG pourraient être invoquées.
- (2) nous avons principalement dégagé des modifications des gestes articulatoires temporelles et très rarement spatiales, notamment relatives à l'amplitude des constriction linguopalatales consonantiques.

Reste que nos résultats sont, par contre, extrêmement proches de ceux de Fougeron quant à la nature et la fréquence des niveaux prosodiques structurels distingués par des marques supraglottiques variant parallèlement à la hiérarchie prosodique.

Ces résultats participent donc à conforter l'existence de liens étroits entre les niveaux segmental et suprasegmental, soulignant que ceux-ci ne constituent pas des domaines de la parole totalement autonomes, mais, au contraire, qu'ils font largement l'objet d'une coproduction et d'une interaction précise dans le processus de production verbale.

Les corrélats articulatoires de la structure prosodique informent sur la profondeur de l'architecture de la représentation phonologique de la parole selon une organisation non linéaire de la chaîne segmentale en constituants hiérarchisés et sur la nature phonétique des relations entre ces deux dimensions de la parole.

Ainsi, d'une part, les constituants prosodiques démarqués par une frontière intonative continuative et ceux délimités par une frontière intonative conclusive ne semblent pas entretenir

entre eux de véritable relation hiérarchique et apparaissent plutôt opérer à un même niveau structurel d'organisation dans l'énoncé, comme les représentations purement prosodiques de la structure phonologique de l'énoncé le proposent (Hirst & Di Cristo, 1984, ou Jun & Fougeron, 2000, par exemple pour le français).

D'autre part, le marquage supraglottique paraît privilégier un renforcement articulatoire distinctif des frontières majeures par rapport aux frontières mineures de l'énoncé. Ainsi, quand celui-ci est produit, il appuie avant tout la distinction entre niveaux intonatif et non intonatif et accompagne moins systématiquement celle entre niveaux accentuel et non accentuel (syllabique ou lexical). Ce point pourrait souligner la possibilité d'une prédominance de la dimension temporelle dans les relations entre suprasegmental et segmental. En effet, étant le seul paramètre phonétique véritablement partagé par ces deux dimensions de la parole, par le phénomène suprasegmental d'allongement final (particulièrement important pour le marquage des frontières intonatives) et par la nature intrinsèquement temporelle des gestes articulatoires, il est possible que le paramètre temporel constitue un vecteur privilégié d'interaction entre ces deux domaines, notamment pour le marquage phonétique des frontières de constituant prosodique majeur.

Cette étude a pu également confirmer que les régularités articulatoires corrélatives à la structure prosodique hiérarchique de l'énoncé répondent à un processus, certes, facultatif, mais non aléatoire, c'est-à-dire correspondant à un comportement inter-individuel homogène. Ce processus général pourrait constituer une source d'information parallèle et redondante de la structure phonologique de l'énoncé.

Du point de vue de la production de la parole, ces informations pourraient expliquer des stratégies articulatoires compensatoires de renforcement ou de substitution du marquage de la structure de l'énoncé dans des conditions linguistiques particulières présentant une absence ou une déficience des marques structurelles mélodiques, comme en parole pathologique dysprosodique (réduction tonale parkinsonienne, par exemple), en parole bruitée où les variations tonales peuvent être masquées, ou dans les portions post-focus d'un énoncé caractérisées par un aplatissement mélodique.

Parallèlement, dans le traitement perceptif de la parole, ces informations supraglottiques pourraient fournir des indices redondants et/ou compensatoires entrant en jeu pour faciliter ou garantir l'accès et la reconnaissance de la structure phonologique (prosodique) de l'énoncé.

Recent studies in speech production have reported articulatory strengthening and coarticulatory reduction of supralaryngeal gestures that gradually follow the hierarchical level of prominence or boundary in the prosodic structure of the utterance. The work presented here concerns the effect of prosodic boundary on linguopalatal articulatory dynamics in French, observed according to a four-level hierarchy of prosodic boundary: unaccented-syllable or unaccented-word boundary < accentual boundary < non terminal (“continuative”) intonational boundary < terminal (“conclusive”) intonational boundary. They were placed in median position in aC#Ca sequences including four types of consonant clusters: /kl/, /kt/, /lk/ and /tk/. Only 10 % of the 712 electropalatographic measurements done on the V and C segments and VC, CV and CC portions of the sequences show an articulatory co-variation increasing inter-individually (for at least two of the three speakers) and gradually according to the hierarchical level of the prosodic boundary. The stronger the prosodic boundary between constituents is, (i) the more the final vowel in the constituent is strengthened by an increase of its overall duration and the amplitude of its linguopalatal opening; (ii) the more the articulatory cohesion inside the rime of the final syllable is increased by a closer inter-gestural coordination between the end of the vowel and the beginning of the coda consonant; (iii) the more the boundary demarcation is strengthened by a reduction of the coproduction in the consonant cluster (but depending on its nature) and by a larger articulatory timing between the pre-boundary coda consonant and the vowel of the post-boundary CV syllable. These articulatory correlates of the prosodic structure essentially account for two or three hierarchical levels of the prosodic boundary. The supralaryngeal co-variations reflect less and less systematically the prosodic distinction in the following order: (i) first, intonational-group boundary *vs* accentual-group or word/syllable boundaries; (ii) second, accentual-group boundary *vs* word/syllable boundaries; (iii) then, terminal intonational boundary *vs* non terminal intonational boundary. These results inform on the depth of the architecture of the phonological representation of the hierarchical prosodic structure of the utterances, and on the phonetic nature of the relationships between supralaryngeal and suprasegmental dimensions of speech.

Bibliographie

Beckman, M. & K. B. Cohen (1999). Modeling the articulatory dynamics of two levels of stress contrast. In M. Horne (ed.), *Prosody: Theory and Experiment*, Dordrecht : Kluwer Academic Press, 169-200.

Byrd, D., Kaun, A., Narayanan, S. & E. Saltzman (2000). Phrasal signatures in articulation. In M. B. Broe & J. B. Pierrehumbert (eds), *Papers in Laboratory Phonology V: Acquisition and the Lexicon*, Cambridge : Cambridge University Press, 70-87.

Cho, T. (2001). *Effects of Prosody on Articulation in English*. University of California of Los Angeles: Ph.D dissertation.

Fougeron, C. (1998). *Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français*. Université de la Sorbonne Nouvelle - Paris III : thèse de doctorat.

Fougeron, C. & P. A. Keating (1997). Articulatory strengthening at edges of prosodic domains. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(6), 3726-3740.

Hirst, D. & A. Di Cristo (1984). French intonation: a parametric approach. *Die Neueren Sprache*, 5, 554-569.

Jun, S.-A. & C. Fougeron (2000). A phonological model of French intonation. In A. Botinis (ed.), *Intonation: Models and Technology*, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 209-242.

Keating, P., Cho, T., Fougeron, C. & C.-H. Hsu (à paraître). Domain-initial articulatory strengthening in four languages. In *Papers in Laboratory Phonology VI*.

Mots-clés : hiérarchie prosodique, coarticulation, groupes de consonnes, électropalatographie.

Keywords: prosody hierarchy, coarticulation, consonant clusters, electropalatography.