

# La courbe de $F_0$ des sonantes initiales de syllabe joue-t-elle un rôle prosodique ? Etude-pilote de données d'anglais britannique

Alexis Michaud, Barbara Kühnert

Laboratoire de Phonétique et Phonologie, UMR 7018 CNRS/ Paris 3 Sorbonne Nouvelle  
et Institut du Monde Anglophone, Paris 3 Sorbonne Nouvelle  
alexis.michaud@univ-paris3.fr, barbara.kuhnert@wanadoo.fr

## ABSTRACT

Several recent publications raise the issue whether the  $F_0$  curve of syllable-initial sonorants can play a prosodic role. The experimental evidence adduced in the present pilot study consists of 15  $C_1VC_2$  words, where  $C_1 = /p/, /b/$  or  $/m/$ ,  $V = /a:/, /i:/, /u:/$ , and  $C_2 = /t/$ ; these words were said twice inside a carrier sentence by four speakers of Standard Southern British English. Comparison of the  $F_0$  curves of the  $/m/$ -initial syllables with those of the obstruent-initial syllables suggests that only the part of the  $F_0$  curve which corresponds to the syllable *rhyme* is to be taken into account at the stage of the interpretation of the word's prosodic information.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. La question générale du rôle prosodique de la courbe de $F_0$ des consonnes ; le cas des sonantes initiales de syllabe

Il est généralement admis que les consonnes occlusives voisées ne sauraient être porteuses d'une mélodie contrôlée par l'énonciateur. Au plan phonétique, leur voisement est difficile à maintenir ; *a fortiori*, le contrôle de la fréquence fondamentale (ci-après  $F_0$ ) paraît très difficile pendant ces consonnes. En revanche, il est possible de réaliser des modulations de  $F_0$  pendant l'articulation d'une sonante telle que le [m] de « ma » [ma]. Pour autant, la portion de courbe de  $F_0$  portée par cette consonne peut-elle être porteuse d'information linguistique ? Cette question a un enjeu pour les études prosodiques : ainsi, une syllabe [ma] dont la  $F_0$  s'élève au cours du [m] et descend au cours du [a] peut, selon que l'on exclut ou non la portion de  $F_0$  correspondant à l'initiale, être considérée comme portant un schéma mélodique montant-descendant, ou une simple descente.

La discussion sera limitée à une comparaison entre l'*accent lexical* anglais et le *ton lexical* de certaines langues asiatiques, tous deux lexicalement associés à une syllabe.

### 1.2. La situation dans des langues à tons lexicaux : la syllabe est divisée en initiale et rime ; le ton est porté par la rime

Dans l'étude des langues à tons d'Asie du Sud-Est, dont la structure syllabique est relativement simple, la syllabe est généralement divisée en *initiale* et *rime*. Dans une syllabe /man/, l'initiale est /m/ et la rime /an/ (pour plus de détails voir Sagart [14, p. 35], et références citées). Le ton appartient à la syllabe, mais est porté par la rime. Les descriptions de nombreuses langues font écho à cette division en initiale et rime (au sujet du yorùbá, langue de la famille niger-congo, voir Laniran [10, p. 61] ; au sujet du danois : Gårding [2, p. 137]).

### 1.3. L'approche en termes de courbes continues de $F_0$ : prise en compte de la syllabe dans son intégralité

Plusieurs études récentes, portant sur des langues variées, considèrent que la courbe de  $F_0$  portée par les consonnes initiales sonantes est partie intégrante de la courbe de  $F_0$  qui caractérise la syllabe dans son entier (voir Ladd [9] et références citées, Xu [15]). Ces études reposent sur l'idée qu'à un certain niveau d'abstraction, la hauteur serait une ligne continue, en dépit du non-voisement de certains segments. Sur cette base, des consonnes continues voisées sont préférentiellement employées dans les expériences. Celles-ci se concentrent essentiellement sur l'étude de différences fines dans l'*alignement temporel des courbes avec les segments* (par exemple Kohler [8]). Ces études n'ouvrent pas nécessairement le débat avec l'idée exposée en section 1.2 ; or ces deux conceptions sont en un sens contradictoires. Ainsi, une étude récente avance l'idée selon laquelle, en mandarin, l'alignement entre courbes de  $F_0$  et segments aurait lieu par rapport au début de la syllabe (Xu [16, p. 321]), ce qui est en contradiction avec plusieurs travaux expérimentaux sur cette même langue (dont Hallé *et al.* [3] et Howie [7]).

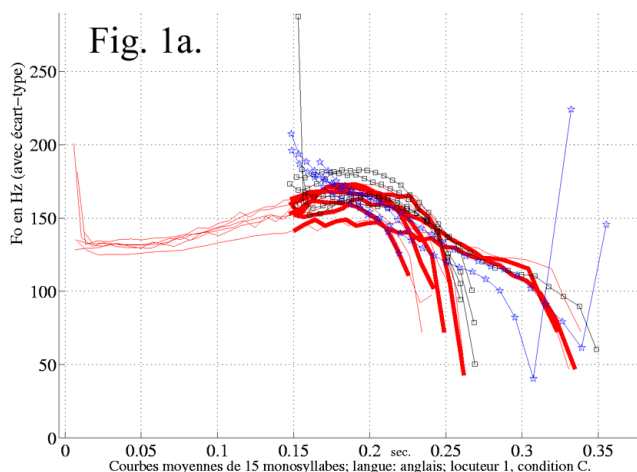
L'expérience-pilote proposée ici se fonde sur des données anglaises. Elle consiste à comparer les courbes de  $F_0$  de deux ensembles de monosyllabes, les uns à initiale sonante, les autres à initiale occlusive.

## 2. MÉTHODE

### 2.1. Corpus et locuteurs

Quatre locuteurs d'anglais britannique (ci-après M1 à M4) ont été enregistrés au laboratoire de phonétique de l'Université de Cambridge. Tous quatre étaient étudiants de Licence en linguistique. Ils ont été rétribués pour leur participation. Les données utilisées ici constituent un sous-ensemble du corpus qu'ils ont enregistré (voir Michaud [12]) : au stade de la présente étude-pilote, l'attention se concentre sur la différence entre trois consonnes initiales de même ordre et de série différente, /p/, /b/ et /m/. Ont été seuls retenus neuf monosyllabes composés d'une consonne initiale bilabiale (/m/, occlusive *lenis* /b/, non voisée dans ce contexte, ou occlusive *fortis* /p/, phonétiquement aspirée), d'une voyelle /ɑ:/, /i:/, /u:/, et d'une occlusive finale /t/. Les mots étaient : (1) *mart*, (2) *meet*, (3) *moot* ; (4) *part*, (5) *Pete*, (6) *poop* (en remplacement de *\*poot*) ; (7) *bart*, (8) *beet*, (9) *boot*. Certains apparaissent deux fois dans la liste présentée aux locuteurs, ce qui donne en tout 15 items : 6 à initiale /m/, 5 à initiale /b/, 4 à initiale /p/. Ces mots ont été lus deux fois dans la même phrase-cadre avec des indications de contexte différentes (choisies pour une comparaison entre trois langues ; *ibid.* [12]). Dans ce qui suit, la tâche 1 sera désignée comme condition S (« soignée ») et la tâche 2 comme condition I (« insistante »), étiquettes qui n'ont pas valeur définitoire.

**Task 1:** You're teaching a foreign student who made a mistake when reading a word. (Class context.) Read each item inside the carrier sentence, making a long pause (breathing in and out once) in-between sentences: *Look, this is \_\_\_ here.*



Les courbes des syllabes comportant une syllabe initiale /p/ (étoiles) ont une allure globalement descendante. Plusieurs des courbes des syllabes à initiale /b/ (carrés) comportent une courte montée en début de voisement. Les courbes correspondant à

**Task 2:** A child who is learning to read has asked you how to pronounce this word time and again; (s)he asks you yet another time; you answer, less patiently: *Look, this is \_\_\_ here!* Remember to make a long pause (breathing in and out once) in-between sentences.

Afin d'obtenir une mesure très précise de  $F_0$  (ainsi que des indices sur la qualité de voix, non utilisés ici), un enregistrement électroglottographique a été réalisé simultanément avec l'enregistrement audio.

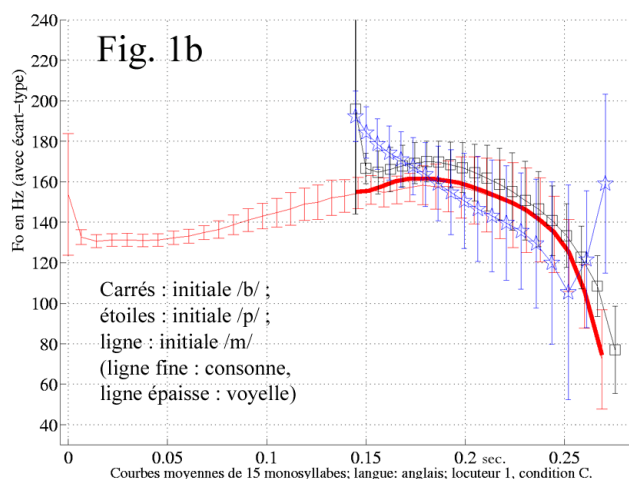
### 2.2. Analyse des données

Les bornes de début et de fin de chaque syllabe, et les frontières entre consonnes initiales nasales et voyelles, ont été déterminées sur la base de l'inspection et de l'écoute du signal audio, et avec l'aide d'un spectrogramme dans certains cas. La  $F_0$  a été calculée par la détection des pics positifs (« pics de fermeture glottique ») sur la dérivée du signal électroglottographique (au sujet de cette méthode, voir Henrich *et al.* [5, 6] et références citées) ; au sujet des programmes créés pour l'analyse du signal électroglottographique, et pour le calcul de courbes moyennes, voir Michaud [11] et <http://voiceresearch.free.fr/egg/>.

## 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

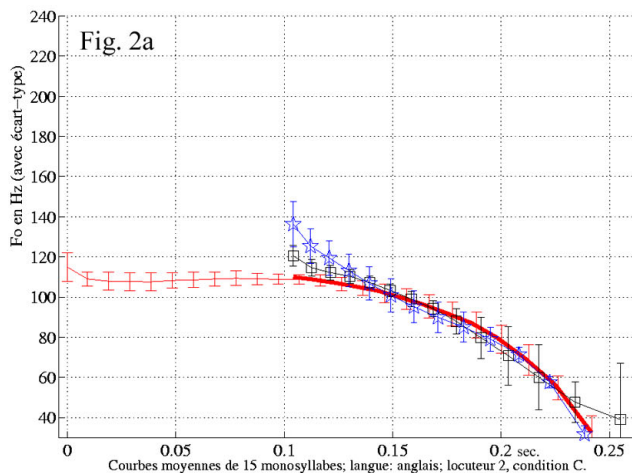
### 3.1. Commentaire des figures

La figure 1 montre, pour un locuteur (M1) et dans une même condition de lecture (condition S), les courbes des trois types de monosyllabes : courbes brutes sur la figure 1a, courbes moyennes sur la figure 1b. Chaque point correspond à un cycle glottique.



l'intégralité des syllabes incluant une initiale /m/ (ligne simple) présentent une allure différente de celle de deux ensembles précédents : une partie légèrement montante (ou parfois simplement égale) précède la descente.

La figure 2 met en regard, pour le locuteur 2 et pour chacune des deux conditions de lecture, quatre courbes : la courbe moyenne obtenue sur les syllabes à initiale *lenis* /b/ ; celle correspondant à l'initiale *fortis* /p/ ; celle obtenue sur les syllabes à initiale continue voisée /m/, en incluant la totalité de la syllabe (consonne initiale plus voyelle) ; et enfin la courbe



Faute de place, il n'est pas possible de présenter ici les figures représentant les données de chacun des quatre locuteurs ; ces figures sont réunies sur une planche en couleurs disponible à l'adresse suivante :

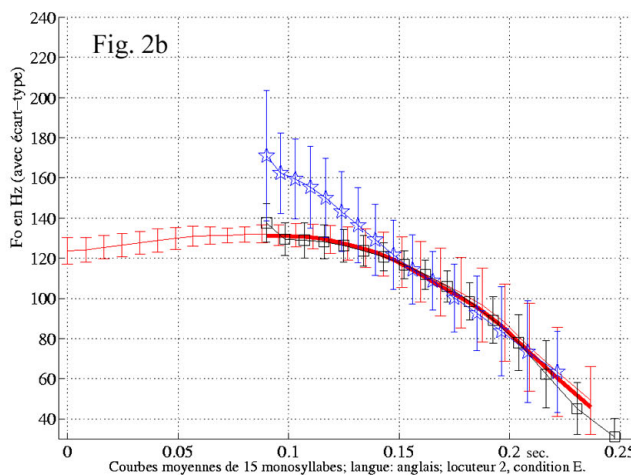
[http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/michaud/JEP2006/MichaudKuehnertJEP06\\_figures.pdf](http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/michaud/JEP2006/MichaudKuehnertJEP06_figures.pdf)

### 3.2. Similitude des courbes sur les rimes

Le contexte d'énonciation étant le même pour tous les items, leur courbe de  $F_0$  représente, à un certain niveau d'abstraction, un même phénomène linguistique, le même type de réalisation d'un accent lexical initial de mot (ci-après désigné comme A). Les différences d'allure et de longueur entre courbes de  $F_0$  des syllabes à initiale /p/, /b/ d'une part, à initiale /m/ d'autre part, peuvent s'interpréter d'au moins deux façons. (1) La courbe des syllabes à initiale sonante fournirait l'image la plus complète de la réalisation de A, tandis que la courbe de  $F_0$  des syllabes à initiale non voisée serait incomplète, la courbe continue « sous-jacente » ne pouvant se manifester phonétiquement pendant la consonne du fait des propriétés de la consonne (obstruente et non voisée). (2) La courbe des syllabes à initiale obstruente fournirait une image complète de la réalisation de A ; la courbe des syllabes à initiale /m/ devrait être stylisée en ne retenant que la partie correspondant à la rime, afin de faire ressortir la portion de la courbe de  $F_0$  qui correspond à la réalisation de A. La courbe de  $F_0$  pendant la consonne initiale reflèterait uniquement la préparation de la réalisation de A (en l'occurrence, un *mouvement vers le point de départ d'une courbe descendante*).

En suivant l'hypothèse (1), qui nous paraît correspondre à l'orientation évoquée en section 1.2, on est amené à décrire la réalisation de A comme

obtenue sur ces mêmes syllabes à initiale /m/ lorsque seule la partie vocalique est prise en compte. Afin d'évaluer le degré de proximité entre les courbes sur la voyelle des syllabes à /m/ initial et sur la voyelle des syllabes à /b/ ou /p/ initial, les rimes de ces trois types de syllabes ont été alignées par leur point d'origine.



comportant deux parties : une partie stable (légèrement montante) suivie d'une descente. Cette conclusion ne s'accorde pas avec le cadre du modèle britannique d'études intonatives, dans lequel la réalisation attendue dans ce contexte est une descente (*fall*). En revanche, suivant l'hypothèse (2), inspirée par la division entre initiale et rime, la réalisation de A est une descente, dans tous les cas ; une fois la courbe des syllabes à /m/ initial réduite à la portion de courbe correspondant à la rime, une certaine similarité (de longueur et d'allure de la courbe) ressort entre les trois sous-ensembles de courbes. La forte différence de longueur entre les courbes avec et sans consonne initiale correspond globalement à la durée du /m/ initial. Les observations visuelles réalisées sont donc compatibles avec l'idée traditionnelle selon laquelle la  $F_0$  au cours des initiales voisées ne joue pas de rôle linguistique, la partie de la courbe coïncidant avec les segments de la rime constituant à elle seule l'unité porteuse des phénomènes prosodiques (qu'il s'agisse, selon les langues, d'un ton, d'un accent, ou de phénomènes intonatifs).

### 3.3. Hypothèses au plan perceptif

Des recherches récentes montrent que les auditeurs peuvent faire usage d'indices phonétiques ténus (Hawkins [4]), ce qui peut rendre suspect le choix de ne retenir, à un certain niveau d'analyse, que la portion de courbe de  $F_0$  portée par la rime. Néanmoins, il est connu qu'un indice perceptif peut être utilisé au niveau segmental et être en revanche écarté (par *compensation perceptive*) au niveau prosodique, une même information étant utilisée différemment en fonction de la tâche concernée. Ainsi, Reinholt Petersen [13] montre que les perturbations locales de la courbe de

fréquence fondamentale dues à l'influence des consonnes peuvent être utilisées par les auditeurs pour l'identification des consonnes, tandis que ces mêmes auditeurs en feraient abstraction dans leur perception de la prosodie.

En outre, l'idée selon laquelle la courbe de  $F_0$  portée par l'initiale de syllabe ne jouerait pas de rôle prosodique ne revient nullement à nier le rôle intonatif que peut jouer la réalisation des consonnes initiales de syllabe, rôle notamment mis en lumière par Fónagy [1, pp. 88-106] : la longueur d'une consonne, et le détail de son articulation aux niveaux sous-glottique, glottique et supraglottique, peut être porteur d'informations d'ordre attitudinel/émotionnel, et peut également être l'un des indices du découpage de l'énoncé en constituants. Il paraît en outre plausible que les auditeurs puissent utiliser la courbe de  $F_0$  de sonantes initiales comme indice mélodique secondaire.

#### 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'expérience-pilote nous conduit à conclure que dans le cas des monosyllabes anglais étudiés, la portion de la courbe de  $F_0$  portée par la consonne initiale /m/ doit être écartée pour que ressorte, dans son unité, le phénomène prosodique qui se réalise sur la syllabe accentuée (*nucleus*), en l'occurrence une descente (*fall*).

La poursuite du travail consistera à se fonder sur des données articulatoires pour affiner l'étude de la transition entre consonne et voyelle. Il paraît nécessaire de recourir à plusieurs méthodes exploratoires qui se complètent, correspondant au plan des phénomènes acoustiques, supraglottiques et glottiques.

Il apparaît en outre indispensable de mettre en place un protocole expérimental comprenant des tâches suffisamment variées pour qu'il soit possible de généraliser au sujet de l'effet de la composition phonémique de la syllabe, l'objectif étant de démêler l'action des universaux phonétiques (facteurs aérodynamiques et physiologiques), d'une part, et celle du système linguistique, d'autre part.

#### 5. REMERCIEMENTS

Vifs remerciements à Francis Nolan pour son accueil à Cambridge, à Geoffrey Potter pour son aide technique, et aux relecteurs de cette communication.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] I. Fónagy. *La Vive voix : essais de psychophonétique*. Payot, Paris, 1983.
- [2] E. Gårding. Intonation in Swedish. *Intonation Systems: A Survey of Twenty Languages*, D. Hirst et A. Di Cristo (éds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1998, pp. 112-130.
- [3] P. Hallé. Evidence for tone-specific activity of the sternohyoid muscle in Modern Standard Chinese. *Language and Speech*, 37:103-124, 1994.
- [4] S. Hawkins. Roles and representations of systematic fine phonetic detail in speech understanding. *J. of Phonetics*, 31:373-405, 2003.
- [5] N. Henrich, C. d'Alessandro, M. Castellengo, et B. Doval. On the use of the derivative of electroglottographic signals for characterization of non-pathological voice phonation. *J. of the Acoust. Soc. of America* 115(3):1321-1332, 2004.
- [6] N. Henrich, C. Gendrot, G. Schade, F. Muller et R. Expert. Characterization of features observed on the derivative of EGG signal by the use of high speed cinematography. *International Conference on Voice Physiology and Biomechanics*, Marseille, 18-20 août 2004.
- [7] J. M. Howie. On the domain of tone in Mandarin. *Phonetica*, 30:129-148, 1974.
- [8] K. J. Kohler. Terminal intonation patterns in single accent utterances of German: phonetics, phonology, and semantics. In *Studies in German Intonation*, AIPUK n°25, Kiel (Allemagne), 1991.
- [9] R. Ladd, D. Faulkner, H. Faulkner, et A. Schepman. Constant "segmental anchoring" of  $F_0$  movements under change in speech rate. *J. of the Acoust. Soc. of America*, 106:1543-1554, 1999.
- [10] Y. O. Laniran. *Intonation in Tone Languages: the Phonetic Implementation of Tones in Yorùbá*. Ph. D., Cornell University, 1992.
- [11] A. Michaud. Final consonants and glottalization: new perspectives from Hanoi Vietnamese. *Phonetica*, 61(2-3):119-146, 2004.
- [12] A. Michaud. *Prosodie de langues à tons (naxi et vietnamien), prosodie de l'anglais : éclairages croisés*, thèse de doctorat, Univ. Paris 3, 2005.
- [13] N. Reinholt Petersen. Perceptual compensation for segmentally conditioned fundamental frequency perturbation. *Phonetica*, 43:31-42, 1986.
- [14] L. Sagart. *Les dialectes gan. Etudes sur la phonologie et le lexique d'un groupe de dialectes chinois*. Langages croisés, Paris, 1993.
- [15] Y. Xu. Consistency of tone-syllable alignment across different syllable structures and speaking rates. *Phonetica*, 55:179-203, 1998.
- [16] Y. Xu et E. Q. Wang. Pitch targets and their realization: Evidence from Mandarin Chinese. *Speech Communication*. 33:319-337, 2001.