

Le contrôle articulatoire phonétique dans le prébabillage

John H. Esling, Allison Benner, Lisa Bettany & Chakir Zeroual

Department of Linguistics, University of Victoria, Victoria, BC V8W 3P4 Canada

Tél.: +1 250 721 7427 - Fax: +1 250 721 7423

Mél: esling@uvic.ca - <http://www.uvic.ca/ling/research/phonetics>

ABSTRACT

We will present preliminary results of a project whose objectives are to document the phonetic development of infants in the first year of life, to highlight the role of laryngeal mechanisms in phonetic development and to determine whether laryngeal and pharyngeal articulations develop differently according to whether or not the infant's ambient language includes these sounds. We will describe (1) the collaborative web-based XML database and analysis network that we have set up for researchers in Victoria, Paris, Morocco, and China and (2) some initial phonetic results from a number of infants in the survey to illustrate the development of pharyngeal constriction, airstream mechanism control, stop control, phonation type, and pitch control in prebabbling. In our view, articulatory phonetic control begins in the pharynx.

1. INTRODUCTION

On décrit dans cet article les résultats préliminaires d'un projet collaboratif entre chercheurs phonéticiens au Canada, au Maroc, en France et en Chine. Le but de notre projet est d'étudier le développement de la parole chez les enfants, tout d'abord depuis la naissance jusqu'à l'âge de 6 mois, c'est-à-dire pendant la période de prébabillage, et ensuite de tracer le développement de ces premières productions phonétiques auprès des enfants âgés de 6 mois à 12 mois, c'est-à-dire en passant à la période du babillage.

Il existe des ressources assez abondantes dans le domaine de l'analyse de la parole des enfants pendant le babillage [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], mais les études portant sur les premiers mois du développement phonétique articulatoire sont plutôt rares. Une raison pour cette absence de précision dans la description de l'ontogenèse de la faculté de la parole sur le plan articulatoire, serait justement la difficulté de l'identification de la substance phonétique qui provient d'un canal vocal infantin et qui n'aurait donc que peu de rapport avec les sons provenant du canal vocal adulte [11, 12, 13, 14, 15]. Nous constatons pourtant que ceci n'est pas le cas. Depuis nos études sur la production pharyngale et laryngale dans des langues qui possèdent des contrastes dans cette région profonde du canal vocal [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23], on peut très précisément décrire toute la gamme des sons qui se produisent dans la cavité inférieure du canal vocal chez les adultes et, par extension, chez les bébés, en adaptant notre modèle physiologique (modèle phonétique articulatoire et auditif) aux structures vocales des bébés et aux catégories auditives que nous observons dans nos premières

données. La base théorique de cette étude est donc que l'entraînement des organes d'articulation se poursuit, sur le plan physiologique, immédiatement après la naissance. Et c'est précisément parce que les articulations laryngales dominent la physiologie d'un nouveau-né, que les articulations pharyngales et laryngales doivent se montrer très tôt dans le développement de la parole. Nos études auront alors des conséquences non seulement sur une meilleure description de l'ontogenèse de la parole mais aussi sur une meilleure compréhension de la phylogenèse de la parole humaine.

Le projet comprend (a) la collection de données en format audio et vidéo dans le contexte de l'interaction spontanée entre un bébé et un parent et (b) la compilation des fichiers audios et vidéos dans une base de données XML sur le web, et (c) l'annotation collaborative des fichiers, ainsi que la catégorisation phonétique de la base de données par l'équipe de recherche. Dans ce travail, la documentation du développement des premiers sons laryngaux et pharyngaux est la première priorité. Maintenant que nous comprenons mieux le fonctionnement du mécanisme de la constriction laryngienne par rapport au pharynx [17], il est possible de caractériser les premières vocalisations enfantines avec un modèle auditif.

Notre projet se donne les buts suivants: d'abord du point de vue pratique, documenter dans notre modèle phonétique les vocalisations qui se produisent pendant la première année de vie; et du point de vue théorique, relier les connaissances que nous avons de la gamme de possibilités articulatoires du larynx (et donc, dans notre modèle, du pharynx) aux gestes articulatoires que choisissent les bébés. Dans une première étape, nous avons trouvé que même les bébés qui ne sont entourés que de l'anglais, dans un contexte anglophone au Canada, produisent des sons laryngaux et pharyngaux semblables aux sons que nous reconnaissons dans plusieurs autres langues du monde. La question qui se pose immédiatement est de savoir quelle serait la différence dans la première production articulatoire si la langue ambiante de l'enfant possédait des sons laryngaux ou pharyngaux dans sa phonologie. Alors l'hypothèse globale de notre étude vise à déterminer (a) si les mêmes sons laryngaux et pharyngaux se trouvent dans les vocalisations du prébabillage dans toutes les langues, et (b) de voir comment ces sons s'élaborent dans des langues qui les possèdent phonologiquement, ou diminuent dans des langues qui ne les possèdent pas.

Les observations préliminaires que nous présentons ici sont basées sur un échantillon réalisé à Victoria au Canada où la langue ambiante est l'anglais. Une deuxième

collection de données est en train d'être effectuée maintenant au Maroc parmi des enfants de langue ambiante arabe. Puisque la phonologie arabe contient deux consonnes pharyngales (épiglottales) [h, ʕ] [24], nous comptons trouver des formulations de ces types d'articulations très tôt, et observer leur évolution vers des consonnes pharyngales (épiglottales) sur les 12 premiers mois de la vie. Nous ne supposons pas que l'apparition de ces sons serait unique en arabe; plutôt, la disparition de ces sons de la production orale d'un enfant de langue anglaise ou de langue française semble être la norme. Un troisième échantillonnage qui sera fait consistera en un nombre de données rassemblées en Chine auprès d'enfants de la communauté minoritaire *bai* de la province de Yunnan. La langue *bai* a un système de contrastes de 15 registres tonaux où chaque syllabe CV peut être différenciée par des ajustements portant sur la fréquence fondamentale, sur la phonation, sur la constriction laryngale, et/ou sur la nasalité [25]. Notre prédiction est que les vocalisations laryngales et pharyngales que produisent les enfants *bais* se transformeront systématiquement au cours des deux premières années en contrastes phonologiques potentiels. Nous supposons que les résultats pris d'un échantillon français seraient les mêmes que pour l'échantillon anglais – ce sont toutes les deux des langues indo-européennes sans élaboration pharyngale ni laryngale. Il nous faudra donc un quatrième échantillon d'enfants rassemblé par notre équipe à Paris pour établir ces rapports. On sait déjà que le babillage fait écho à la langue ambiante [26, 27, 28, 29, 30], mais on ne sait pas encore comment les premières productions (surtout dans le pharynx) se transforment en éléments indexicalement disponibles.

Dans cet article, nous allons nous concentrer sur la description et la caractérisation des gestes laryngaux et pharyngaux, du contrôle des occlusives et du contrôle de la phonation tels que nous les avons observés en contexte anglophone dans les vocalisations chez un seul enfant dans les six premiers mois de la vie.

2. ANALYSE DES DONNÉES

Sur la figure 1 on peut voir comment les données sont entrées dans la base de données XML.

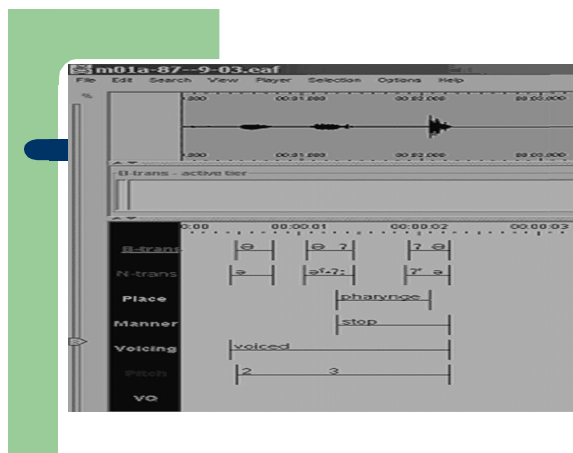


Figure 1 : Ecran d'entrée: exemple de fichier selon les catégories de sons.

Les fichiers audio ou vidéo sont passés au programme qui permet d'archiver le fichier avec des renseignements sur les catégories de sons. Le logiciel nous permet de visualiser l'onde acoustique et d'y insérer des marques de temps qui correspondent à l'identification de sons vocaliques et consonantiques avec deux niveaux de transcription (*B-trans* = *broad transcription*; *N-trans* = *narrow transcription*), de lieu d'articulation (*Place*), de mode articuloire (*Manner*), de sonorité (*Voicing*), de fréquence (*Pitch*), et de qualité vocale (*VQ*). Cet écran met en évidence l'existence d'une série de coups de glotte.

Les observations longitudinales (faites sur le même sujet à des moments différents) représentent l'essentiel des observations faites sur les sujets anglophones; elles ont été faites selon un calendrier hebdomadaire. Pour un bébé de 0 à 6 mois, trois heures d'enregistrement ne produisent parfois que trois minutes de données. Au Maroc comme en Chine et en France, les observations ne seront pas longitudinales mais concerneront plusieurs sujets du même âge (*cross-sectionally*).

Malgré la croyance assez répandue selon laquelle la plupart des sons du prébabillage sont essentiellement «végétatifs» ou «réflexifs» [31, 32, 33], nous trouvons que notre modèle du pharynx adulte est aussi applicable chez l'enfant. Prenant en compte les différences de taille et d'orientation du larynx de l'enfant [34, 35, 36], nous avançons l'hypothèse que le canal vocal infantin comprend deux articulateurs principaux: le larynx (y compris le niveau glottal et le niveau aryépiglottique), et l'articulateur labial (y compris les lèvres et l'avant de la langue). Notre approche théorique consiste en la description des vocalisations en tant que «pratique phonétique» où l'enfant développe de nouvelles capacités articuloires selon l'exploration de sa propre physiologie. A partir de cette exploration articuloire, l'enfant cherche ses points de démarcation phonétique par une exploration auditive. En faisant une cartographie de ces explorations articuloires, nous pouvons observer les étapes du développement dans la progression physiologique. Nous pouvons ensuite relier ces étapes aux seuls sons qui nous intéressent: les sons qui font l'objet d'une exploration de la part du bébé, c'est-à-dire d'un certain degré de répétition (la plupart du temps d'un trait phonétique particulier). Nous visons ainsi une approche paramétrique de l'articulation.

3. PREMIERS RÉSULTATS

Les vocalisations que nous avons observées sont alors reliées au développement du contrôle biomécanique. Puisque le larynx domine dans le canal vocal de l'enfant, avec une orientation et une fonction prédisposant à la constriction laryngale, on reconnaît dans nos données tous les sons pharyngaux ou épiglottaux possibles. [ʔ, ʕ] sont les consonnes principales employées jusqu'au 2ème mois. L'épiglottale [ʔ] domine (fermeture complète du passage) tandis que le «simple» coup de glotte [ʔ] prend quelque temps à s'apprendre car il exige un contrôle plus fin du mécanisme de fermeture. Au 3ème mois, la production d'occlusives laryngales (pharyngales/glottales) continue, et les constrictives pharyngales se développent.

Pendant les six premiers mois, ces structures pharyngales, y compris la vibration des plis aryépiglottiques (*trilling*), dominent la production. Graduellement ces productions passent en arrière-plan pour laisser place à une nouvelle articulation, par exemple une fricative vélaire/uvulaire. Il semble en effet que, lorsqu'un nouveau mode articulaire est découvert (e.g. fricative, *trill*), il fait l'objet d'une exploration systématique à tous les points du canal vocal.

Les phonations qui accompagnent les premières séries d'articulations pharyngales sont la *harsh voice* et la *creaky voice*. Ce déroulement est logique dans notre modèle laryngo-pharyngien. Ces deux phonations, provenant de la même base articulaire que les pharyngales, sont des modes qui exigent la constriction du sphincter laryngien. Nos données confirment que les phonations *modal* et *breathy* n'apparaissent que dans le 2ème mois, et leur incidence est relativement brève et mal contrôlée avant le 6ème mois. Pendant le 3ème et le 4ème mois, par contre, la *harsh voice* et la *creaky voice* se manifestent avec beaucoup de force, et sur des durées prolongées.

Les premières occlusives à apparaître sont des pharyngales et non des bilabiales. Le contrôle de [ʔ] ne s'affine qu'au 2ème mois. Au 3ème mois, l'occlusion pharyngale se combine avec la constriction des lèvres. Au 4ème mois, l'occlusion vélaire/uvulaire s'ajoute aux pharyngales/laryngales. Lors du 5ème mois, le contrôle de la nasalisation permet l'opposition [b] / [m]. Ce n'est qu'au 6ème mois qu'apparaissent [k] et [g]. Ainsi, lors du commencement du babillage, se répandent les occlusives labiales et alvéolaires, mais il faut 12 mois avant que le contrôle complet de l'aspiration (la synchronisation du larynx avec l'articulation orale) émerge de cette pratique systématique.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Grégoire. *L'apprentissage du langage: Les deux premières années*. Félix Alcan, Paris, 1937.
- [2] A. Cruttenden. A phonetic study of babbling. *British Journal of Disorders of Communication*, 5:110-117, 1970.
- [3] M.A.K. Halliday. One child's protolanguage. In M. Bullock (ed.), *Before speech: The beginning of interpersonal communication*, pages 171-190, Cambridge University Press, 1977.
- [4] B. de Boysson-Bardies. *Comment la parole vient aux enfants*. Odile Jacob, Paris, 1996.
- [5] B. de Boysson-Bardies & M.M. Vihman. Adaptation to language: Evidence from babbling and first words in four languages. *Language*, 67:297-319, 1991.
- [6] M.M. Vihman. Early syllables and the construction of phonology. In C.A. Ferguson, L. Menn & C. Stoel-Gammon (eds.), *Phonological development: Models, research, implications*, pages 393-422, York Press, Timonium, MD, 1992.

4. CONCLUSION

Nous avons commencé un projet qui vise à éclairer la relation entre les premières vocalisations de l'enfant et le développement du contrôle articulaire. Le logiciel XML permet l'accès à des fichiers multiples selon plusieurs paramètres: l'âge de l'enfant, la langue, la catégorie de vocalisation. Dans nos analyses initiales faites en contexte anglophone sur cinq enfants (dont celui qui a fait l'objet de nos commentaires), nous trouvons les mêmes principes: l'incidence des vocalisations pharyngiennes domine; l'occlusion s'apprend dans le pharynx; les modes sphinctériques de phonation apparaissent les premiers, et les modes ouverts plus tard; dans les six premiers mois, l'enfant apprend à varier, au niveau de la glotte, le pitch (élevé), la sonorité, et le souffle (*breath*) expiré et non plus inspiré; toujours dans les six premiers mois, l'enfant apprend à varier, au niveau du sphincter laryngien, les degrés de constriction (occlusion laryngienne) et les différents modes articulaires qui sont possibles au niveau du sphincter laryngien. Bien que, toujours en contexte anglophone, les articulations profondes du canal vocal qui prédominent l'exploration articulaire initiale disparaissent vers la fin de la première année, nous nous attendons à une prolifération ininterrompue de ces sons lorsque la langue ambiante est l'arabe ou le *baï*.

* Cette recherche bénéficie de l'appui financier du Conseil de Recherches en Sciences Humaines du Canada (CRSH) (subvention no. 410-2003-1624). Nous remercions nos collègues Greg Newton et Martin Holmes de l'Université de Victoria qui nous ont aidés à développer le logiciel pour ce projet, ainsi que Pierre Hallé à Paris et Emmanuel Hériquer pour leurs conseils.

- [7] M.M. Vihman. *Phonological development: The origins of child language*. Blackwell, Oxford, 1996.
- [8] F.J. Koopmans-van Beinum & J.M. van der Stelt. Early stages in the development of speech movements. In B. Lindblom & R. Zetterström, *Precursors of early speech*, pages 37-50, Stockton, New York, 1986.
- [9] P. Hallé & B. de Boysson-Bardies. Emergence of an early receptive lexicon: Infants' recognition of words. *Infant Behavior and Development*, 17:119-129, 1994.
- [10] P. Hallé, B. de Boysson-Bardies & M.M. Vihman. Beginnings of prosodic organization: Intonation and duration patterns of disyllables produced by Japanese and French infants. *Language and Speech*, 34:299-318, 1991.
- [11] D.K. Oller, R.E. Eilers, M.L. Steffens, M.P. Lynch & R. Urbano. Speech-like vocalizations in infancy: An evaluation of potential risk factors. *Journal of Child Language*, 21:33-58, 1994.
- [12] S. Nathani & D.K. Oller. Beyond ba-ba and gu-gu: Challenges and strategies in coding infant

- vocalizations. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 33:321-330, 2001.
- [13] R.D. Kent & A.D. Murray. Acoustic features of infant vocalic utterances at three, six, and nine months. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72:353-365, 1982.
- [14] R.D. Kent & H.K. Vorperian. Anatomic development of the craniofacial-oral-laryngeal systems: A review. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 3:145-190, 1995.
- [15] P.K. Kuhl & A.N. Meltzoff. Infant vocalizations in response to speech: Vocal imitation and developmental change. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100:2425-2438, 1996.
- [16] J.H. Esling. Pharyngeal consonants and the aryepiglottic sphincter. *Journal of the International Phonetic Association*, 26:65-88, 1996.
- [17] J.H. Esling. The IPA categories "pharyngeal" and "epiglottal": Laryngoscopic observations of pharyngeal articulations and larynx height. *Language & Speech*, 42:349-372, 1999.
- [18] J.H. Esling. Voice quality settings of the pharynx and larynx. *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, vol. 3, pages 2449-2452, San Francisco, 1999.
- [19] J.A. Edmondson, Lama Ziwo, J.H. Esling, J.G. Harris & Li Shaoni. The aryepiglottic folds and voice quality in the Yi and Bai languages: Laryngoscopic case studies. *Mon-Khmer Studies*, 31:83-100, 2001.
- [20] J.H. Esling & J.A. Edmondson. The laryngeal sphincter as an articulator: Tenseness, tongue root and phonation in Yi and Bai. In A. Braun & H.R. Masthoff (eds.), *Phonetics and its applications: Festschrift for Jens-Peter Köster on the occasion of his 60th birthday*, pages 38-51, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 2002.
- [21] J.H. Esling. Laryngoscopic analysis of Tibetan chanting modes and their relationship to register in Sino-Tibetan. *Proceedings of the 7th Int. Conference on Spoken Language Processing*, vol. 2, pages 1081-1084. Denver, 2002.
- [22] J.H. Esling. Glottal and epiglottal stop in Wakashan, Salish and Semitic. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, vol. 2, pages 1707-1710. Barcelona, 2003.
- [23] J.H. Esling & J.G. Harris. An expanded taxonomy of states of the glottis. *Proceedings of the 15th Int. Congress of Phonetic Sciences*, vol. 1, pages 1049-1052. Barcelona, 2003.
- [24] C. Zeroual & L. Crevier-Buchman. L'arabe marocain possède des consonnes épiglottales et non pharyngales. *XXIVèmes Journées d'Étude sur la Parole*, pages 237-240, Nancy, 24-27 juin 2002.
- [25] J.A. Edmondson & Li Shaoni. Voice quality and voice quality change in the Bai language of Yunnan Province. *Linguistics of the Tibeto-Burman Area*, 17(2):49-68, 1994.
- [26] B. de Boysson-Bardies, L. Sagart & C. Durand. Discernible differences in the babbling of infants according to target language. *Journal of Child Language*, 11:1-15, 1984.
- [27] B. de Boysson-Bardies, P. Hallé, L. Sagart & C. Durand. A crosslinguistic investigation of vowel formants in babbling. *Journal of Child Language*, 16:1-17, 1989.
- [28] B. de Boysson-Bardies, M.M. Vihman, L. Roug-Hellichius, C. Durand, I. Landberg & F. Arao. Material evidence of infant selection from the target language: A cross-linguistic phonetic study. In C.A. Ferguson, L. Menn & C. Stoel-Gammon (eds.), *Phonological development: Models, research, implications*, pages 369-391, York Press, Timonium, MD, 1992.
- [29] B. de Boysson-Bardies. Ontogeny of language-specific phonetic and lexical productions. In B. de Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Juszyk, P. MacNeilage & J. Morton. (eds.), *Developmental neurocognition: Speech and face processing in the first year of life*, pages 353-363, Kluwer, Dordrecht, 1993.
- [30] M.M. Vihman & B. de Boysson-Bardies. The nature and origins of ambient language influence on infant vocal production and early words. *Phonetica*, 51:159-169, 1994.
- [31] D.K. Oller. Infant vocalizations and the development of speech. *Allied Health Behavioral Science*, 1:523-549, 1978.
- [32] D.K. Oller. Metaphonology and infant vocalizations. In B. Lindblom & R. Zetterström (eds.), *Precursors of early speech*, pages 21-35, Stockton, New York, 1986.
- [33] R.E. Stark, S.N. Rose & M. McLagen. Features of infant sounds: The first eight weeks of life. *Journal of Child Language*, 2:205-221, 1975.
- [34] C.T. Sasaki, P.A. Levine, J.T. Laitman & E.S. Crelin. Postnatal descent of the epiglottis in man. *Archives of Otolaryngology*, 103:169-171, 1977.
- [35] H.K. Vorperian, R.D. Kent, L.R. Gentry & B.S. Yandell. Magnetic resonance imaging procedures to study the concurrent anatomic development of vocal tract structures: Preliminary results. *Int. Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 49:197-206, 1999.
- [36] W.T. Fitch & J. Giedd. Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106:1511-1522, 1999.