



Développement de la parole et de la mastication : Evolution de la durée des cycles oscillatoires mandibulaires observés entre 8 et 14 mois chez 4 enfants québécois.

Leslie Lemarchand^{1,2}, Andrea A.N MacLeod², Mélanie Canault¹, Sophie Kern¹

(1) Laboratoire Dynamique Du Langage (CNRS/Université Lyon 2-UMR 5596),
14 avenue Berthelot ; 69363 Lyon Cedex 07, France

(2) Ecole d'orthophonie et d'audiologie de l'Université de Montréal,
7077 avenue du Parc, QC H3N 1X7 Montréal, Canada

leslie.lemarchand@univ-lyon2.fr, andrea.macleod@umontreal.ca,
melanie.canault@univ-lyon1.fr, sophie.kern@univ-lyon2.fr

RESUME

La mastication et la parole sont deux activités motrices acquises qui apparaissent au cours de la première année de vie grâce à l'émergence d'oscillations rythmiques mandibulaires. Cette étude vise à investiguer l'évolution des durées des cycles oscillatoires mandibulaires pour ces deux activités entre 8 et 14 mois et d'observer comment ces patrons interagissent au cours du développement. Pour cela, 4 enfants français québécois ont été enregistrés à 8, 10, 12 et 14 mois au cours d'activités de parole spontanée et de nutrition. Les analyses acoustiques et vidéos effectuées mettent en évidence une différence significative entre la durée de la syllabe et celle d'un cycle masticatoire. Cette distinction temporelle pourrait illustrer la spécialisation précoce de l'organisation temporelle des activités de parole et de nutrition.

ABSTRACT

Speech and feeding development: A longitudinal study on 4 Quebecois French-speaking children between 8 and 14 months.

Speech production and chewing are two motor activities characterized by rhythmic jaw oscillation, which appear throughout the first year of life. The aim of this study was to investigate the evolution of jaw temporal oscillation patterns during nutrition and speech between 8 and 14 months and to determine in which ways these patterns could interact. To address this issue, we monthly recorded 4 Canadian-French-speaking children during speech and meal activities at 8, 10, 12 and 14 months of age. Acoustic and video analyses indicate a significant difference between syllable duration and chewing cycle duration. These results could reflect the early mandible temporal rhythmic organization for chewing and speech.

MOTS-CLES : babillage, mastication, acquisition, oscillations mandibulaires.

KEYWORDS: babbling, chewing, acquisition, jaw temporal oscillation patterns.

1 Introduction

La mastication et la parole sont des activités qui s'acquièrent progressivement au cours de la petite enfance grâce à l'interaction de différents facteurs intrinsèques (e.g. développement moteur, contraintes physiques et physiologiques) et extrinsèques (i.e. environnement) à l'enfant. D'un point de vue moteur, ces activités se caractérisent par une alternance rythmique et continue de cycles d'ouverture et de fermeture de la mandibule (MacNeilage, 1998). L'émergence de ce geste mandibulaire serait à l'origine de la transition entre l'alimentation exclusivement lactée (i.e. oralité alimentaire primaire) et l'alimentation diversifiée (i.e. oralité alimentaire secondaire) (Le Révérend et al., 2014) ainsi que de la production des premières syllabes marquant l'entrée dans le babillage (MacNeilage, 1998).

1.1 L'accélération du rythme oscillatoire mandibulaire : un indice de développement des compétences oro-motrices

Bien que peu nombreuses, les données de la littérature décrivent une accélération du rythme oscillatoire mandibulaire en fonction de l'âge pour les activités de nutrition et de parole. En effet, pour la nutrition, des études vidéos et cinématiques rapportent une augmentation de l'efficacité masticatoire entre 6 et 24 mois (Gisel, 1991) en partie expliquée par l'accélération de la fréquence oscillatoire mandibulaire entre la petite enfance (0,8-1,2 Hz (Goldfield & Wolff, 2003 ; Le Révérend et al., 2014)) et l'âge adulte (1,5- 3 Hz (Jürgens, 1998)). Pour la parole, cette fréquence oscillatoire passe de 3 Hz (Bickley et al., 1986) vers 7 mois, à 5-6 Hz à l'âge adulte (Jürgens, 1998). La syllabe pouvant être considérée comme le résultat d'un cycle oscillatoire mandibulaire (MacNeilage, 1998), le timing des déplacements mandibulaires peut également être inféré à partir de l'observation de la durée de la syllabe. Ainsi, une diminution de la durée syllabique au cours du développement a été mise en évidence à plusieurs reprises (Kent & Murray, 1982; Dolata, Davis, & MacNeilage, 2008). Les patrons temporels mandibulaires témoigneraient de l'immaturité précoce du contrôle moteur lors de l'apparition de la mastication et du babillage (Smith & Goffman, 1998) et de l'amélioration des compétences oro-motrices au cours du développement (Smith & Zelaznik, 2004).

1.2 Une interaction entre l'évolution des patrons temporels mandibulaires de la mastication et du babillage ?

Outre le rôle prépondérant des oscillations mandibulaires dans l'apparition et le développement des compétences articulatoires et masticatoires, le fait que les activités de parole et de nutrition reposent sur des effecteurs anatomiques et physiologiques communs et que des troubles alimentaires et langagiers coexistent chez certains enfants (Malas et al., 2015) pose l'hypothèse d'une interaction entre le développement de la mastication et de la parole. L'objectif de cette étude est ainsi de comparer de manière longitudinale l'évolution des durées des cycles oscillatoires mandibulaires pour les activités de parole et de mastication chez des enfants âgés de 8 à 14 mois et de voir comment ces patrons interagissent au cours du développement.

2 Méthode

La réalisation de cette étude a été approuvée par le comité d’Ethique de la Recherche du CHU Sainte Justine (Montréal, Canada).

2.1 Participants

4 enfants français québécois nés à terme (2 filles et 2 garçons) âgés de 8 et 9 mois (plus ou moins 15 jours) ont participé à cette étude. Aucun des sujets ne présentait de troubles moteurs, auditifs ou mentaux, ni d’antécédents médicaux concernant la sphère orale (malformation orale, ventilation et/ou alimentation artificielle, troubles alimentaires).

2.2 Procédure

Chaque participant a été enregistré 4 fois, soit une session à 8 (ou 9 mois), 10, 12 et 14 mois. Toutes les sessions d’enregistrement ont été réalisées au sein du centre de Réadaptation Marie-enfant du CHU Sainte- Justine (Montréal, Canada). Chaque session impliquait des enregistrements audio et vidéos réalisés en chambre sourde à l’aide d’un microphone directionnel de haute qualité (Sennheiser K6) et d’une caméra Microsoft LifeCam Studio (30 images par seconde, résolution 640x480). Les sujets étaient placés face à la caméra dans une chaise haute. L’expérimentation, d’une durée moyenne de 45 minutes pour chacune des sessions, a donc permis de recueillir deux types de données :

- Des enregistrements vidéos des mouvements masticatoires

Les participants étaient enregistrés au cours d’un repas, afin de déterminer le nombre des cycles masticatoires au cours d’une bouchée ainsi que leur durée en fonction des textures administrées. Les aliments présentés au cours des repas ont été choisis à partir des textures standardisées issues du test « Schedule for Oral-Motor Assessment » (SOMA) (Reilly et al., 2000) qui évalue les compétences oro-motrices du jeune enfant. Ainsi, les textures « purées », « biscuits », « semi-solides » (e.g. pain de mie) et « solides » (e.g. morceaux de pomme) ont été proposées aux participants. Les parents avaient pour consigne de donner à manger à leur enfant de la manière la plus habituelle possible en utilisant les cuillères mises à disposition par les expérimentateurs afin d’uniformiser la taille des cuillérées.

- Des enregistrements audio des productions babillées

Les productions babillées spontanées des participants au cours d’interactions avec les parents et les expérimentateurs ont été enregistrées pour le recueil des syllabes.

2.3 Traitement des données

- Analyse de la durée des cycles masticatoires

Les enregistrements vidéos ont été analysés à l'aide du logiciel Datavyu®. La durée d'un cycle masticatoire (e.g. une ouverture-fermeture de la mandibule) a été calculée en suivant la méthodologie utilisée dans l'étude de Gisel (1991). Cette durée a ainsi été obtenue en effectuant un ratio entre la durée d'une séquence masticatoire et le nombre de cycles masticatoires effectués au cours de cette séquence. La durée d'une séquence masticatoire ayant été définie comme la période située entre la première ouverture mandibulaire après le placement du bol alimentaire et la dernière fermeture mandibulaire précédant la déglutition (Steeve & Moore, 2009). Les données de cette étude regroupent les durées moyennes des cycles masticatoires obtenues pour les textures « semi-solides » et « biscuits » (TABLE 1).

- Analyse des durées syllabiques

L'analyse des données acoustiques a été réalisée avec le logiciel Praat®. Les séquences babillées recueillies ont été extraites puis segmentées en syllabes et annotées en fonction de leur type (monosyllabe, pluri-syllabe) et de leur structure (e.g. consonne-voyelle, voyelle-consonne-voyelle). La durée d'un cycle oscillatoire mandibulaire au cours de la parole a été inférée à partir des durées syllabiques obtenues pour les syllabes de type « consonne-voyelle » issues des énoncés monosyllabiques et pluri-syllabiques (TABLE 1).

	<i>Syllabes</i>				<i>Cycles masticatoires</i>			
	<i>Session 1</i>	<i>Session 2</i>	<i>Session 3</i>	<i>Session 4</i>	<i>Session 1</i>	<i>Session 2</i>	<i>Session 3</i>	<i>Session 4</i>
<i>Participant 1</i>	57	27	40	51	66	66	167	49
<i>Participant 2</i>	38	16	39	39	94	186	153	77
<i>Participant 3</i>	10	26	62	37	65	32	101	32
<i>Participant 4</i>	17	48	27	44	61	86	58	235
Total	122	117	168	171	286	370	479	393

TABLE 1 : Nombre de syllabes et de cycles masticatoires par participant pour chaque session

- Traitement statistiques des données :

En raison de la taille limitée de l'échantillon (n=4), les données de cette étude décrivent de manière qualitative l'évolution des patrons temporels mandibulaires observés au cours de la nutrition et de la parole. Le test non-paramétrique de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les durées syllabiques et les durées des cycles masticatoires sur l'ensemble de la période étudiée.

3 Résultats

3.1 Comparaison entre l'évolution de la durée syllabique moyenne et la durée moyenne d'un cycle masticatoire entre 8 et 14 mois

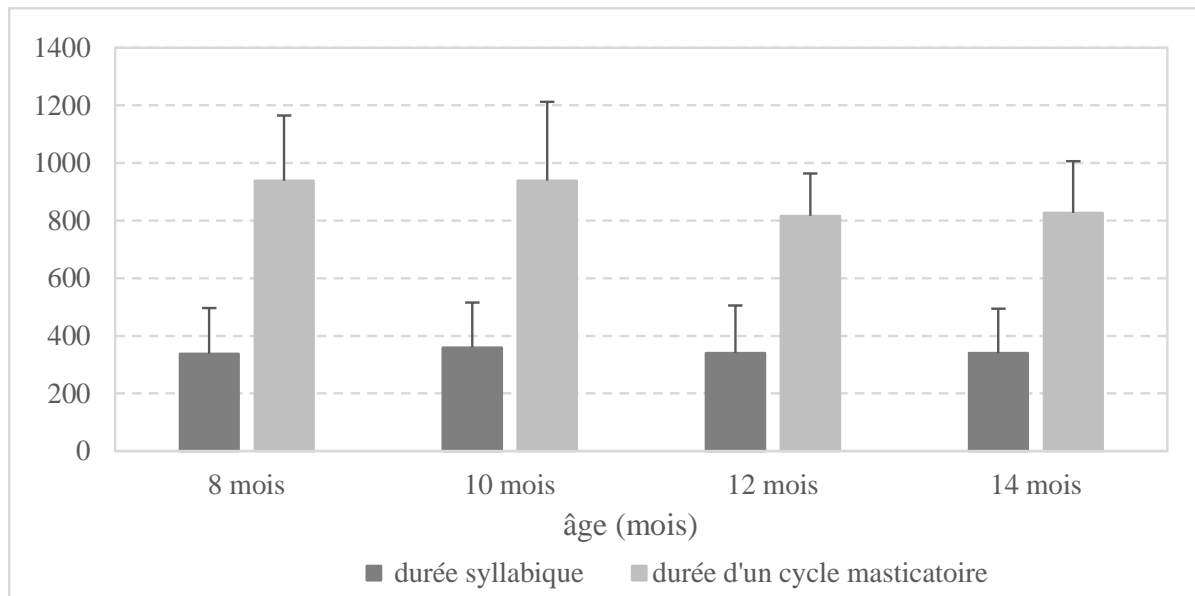


FIGURE 1 : Comparaison entre l'évolution de la durée syllabique moyenne et la durée moyenne d'un cycle masticatoire entre 8 et 14 mois

La durée syllabique moyenne reste relativement stable entre 8 mois (337 ms) et 14 mois (340 ms) (FIGURE 1) même si une légère augmentation est observée à 10 mois (360 ms). A contrario, une diminution de la durée moyenne du cycle masticatoire est observée entre 8 mois (921 ms) et 14 mois (855 ms) (FIGURE 1). Plus précisément, la durée du cycle masticatoire est stable entre l'âge de 8 mois et celui de 10 mois et une diminution semble s'amorcer à partir de 10 mois. Sur l'ensemble de la période d'observation, la durée d'un cycle masticatoire est significativement plus longue que la durée syllabique ($W=136$, $p < 0.0001$).

3.2 Comparaison entre l'évolution des coefficients de variation pour la durée syllabique moyenne et la durée moyenne d'un cycle masticatoire

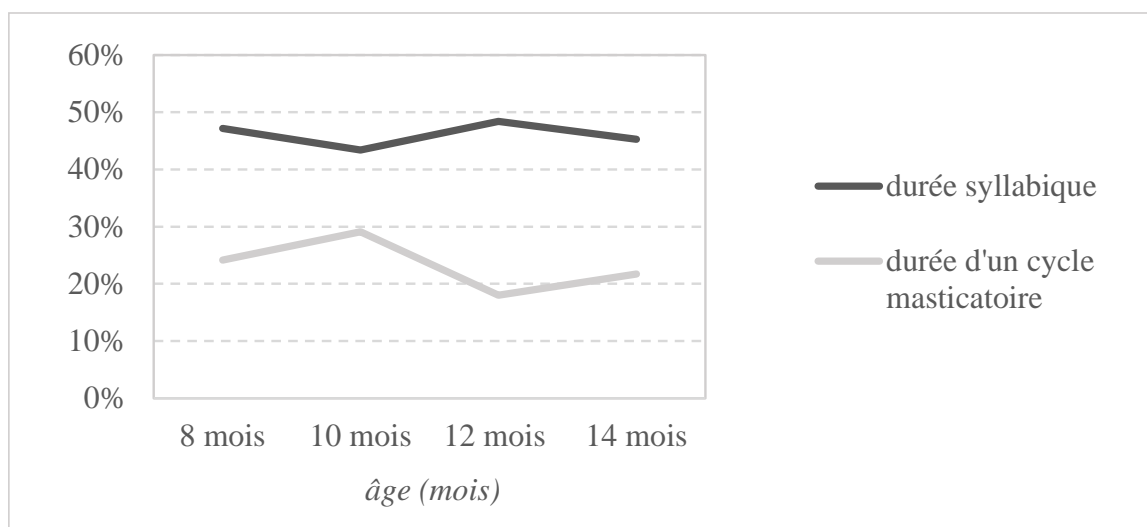


FIGURE 2 : Comparaison entre l'évolution des coefficients de variation pour la durée syllabique moyenne et la durée moyenne d'un cycle masticatoire entre 8 et 14 mois

Les coefficients de variation (écart-type/moyenne*100) mettent en évidence une variabilité plus importante des durées syllabiques (46,1 %) par rapport aux durées des cycles masticatoires (23,2 %) dès 8 mois. A 10 mois, un pic de variabilité est observé pour la durée moyenne d'un cycle masticatoire (29,1%) puis celle-ci diminue à 12 mois (18 %) et 14 mois (21,7 %). Un pic de variabilité est également observable pour la syllabe à 12 mois (48,4 %) (FIGURE 2).

4 Discussion

4.1 Un développement précoce non linéaire

En dépit de différences interindividuelles importantes et du nombre limité de participants, les résultats obtenus sont en accord avec les données de la littérature pour les durées syllabiques (Kent & Murray, 1982) et pour les durées des cycles masticatoires (Gisel, 1991) (FIGURE 1). La diminution de la durée syllabique et de celle du cycle masticatoire amorcée à partir de 10 mois mettent en évidence une évolution en deux étapes des durées des cycles oscillatoires mandibulaires pour les activités de parole et de nutrition qui pourrait illustrer l'amélioration des compétences articulatoires et masticatoires au cours du développement (Green et Nip, 2012). Cette non-linéarité a été mise en évidence à plusieurs reprises pour l'acquisition des compétences motrices (Green & Nip, 2012 ; Smith & Thelen, 2003). Selon ces auteurs, les processus à l'origine du développement moteur constitueraient un système complexe qui s'auto-organise et qui évolue par phases de stabilités et d'instabilités (e.g. accélérations, décélérations, plateaux) jusqu'à ce que le système devienne mature. Ces phases seraient alors issues de l'interaction entre des facteurs qui stimulent l'évolution des compétences motrices (e.g. développement cognitif, environnement) et des facteurs qui limitent cette évolution (e.g. contraintes bio-mécaniques) (Green & Nip, 2012 ; Smith & Thelen, 2003).

De ce fait, la trajectoire de ces patrons temporels observée entre 8 et 14 mois pourrait refléter, d'une part, la transition entre le babillage redoublé et le babillage varié (Canault, 2007 ; Canault, 2011) et d'autre part, le développement des compétences masticatoires (Gisel, 1991).

4.2 La variabilité comme indice de développement des habiletés oro-motrices

Les résultats obtenus montrent des variabilités temporelles importantes pour la parole entre 8 et 14 mois (FIGURE 2). Le pic de variabilité observé à 10 mois pour la mastication pourrait être expliqué par la réorganisation motrice qui s'effectue au cours de cette période (FIGURE 2). En effet, si au début de la diversification alimentaire les mouvements de succion (« suckling ») et de mastication se chevauchent, c'est à partir de 10 mois que les mouvements masticatoires deviennent majoritairement présents (Gisel, 1991). Ce pic de variabilité semble émerger dans notre étude à l'âge de 12 mois pour la syllabe, alors que dans d'autres travaux il apparaît autour de 10-11 mois (Canault, 2007 ; Canault, 2011). Cette période critique pourrait ainsi témoigner de l'amélioration des compétences oro-motrices (Green & Nip, 2012). La variation pourrait ainsi être utilisée par le bébé comme un moyen de se libérer des contraintes précoces pesant sur son système oro-moteur (MacNeilage 1998).

4.3 Spécificité précoce des activités de parole et de mastication ?

Dès l'âge de 8 mois, il existe une différence entre les durées des cycles oscillatoires mandibulaires observés pour la mastication et ceux observés pour la parole (FIGURE 1). Ces résultats préliminaires semblent ainsi nuancer le postulat émis par MacNeilage (1998) défendant que les cycles d'ingestion, de par leur activité rythmique stéréotypée, pourraient servir de précurseurs au développement de la parole même s'ils ne rejettent pas complètement l'hypothèse d'une interaction entre le développement des activités de parole et de mastication. En effet, la différenciation précoce des patrons temporels de ces deux activités pourrait reposer sur une activation musculaire spécifique à la tâche (Moore & Ruark, 1996), mais la rythmicité des cycles mandibulaires sous-jacents pourrait tout de même être générée par des structures cérébrales communes (Barlow & Estep, 2006). Ainsi, les mouvements rythmiques oscillatoires seraient contrôlés par un générateur central de pattern de mouvements (CPG) situés dans le tronc cérébral. Ces CPG sont à l'origine de tous les mouvements biphasiques rythmiques observés chez l'humain et sont composés de circuits simples ou complexes qui, modulés par des afférences sensorielles, agissent directement sur les motoneurons qui génèrent des patterns rythmiques de mouvements stéréotypés (Barlow & Estep, 2006). L'une des particularités des CPG réside dans le fait que certains des circuits qui les composent seraient capables de se réorganiser au cours du développement et produire des patterns temporels différents. Dans le cas présent, une sous-population de neurones située dans les CPG masticatoires pourrait être réorganisée pour générer des mouvements mandibulaires différents permettant l'émergence des oscillations rythmiques observées pour la parole (Grillner, 1982). Les patrons temporels rythmiques spécifiques obtenus dans cette étude pourraient ainsi illustrer le réaménagement précoce des CPG masticatoires pour permettre l'émergence de la parole. Il est à présent nécessaire d'examiner d'autres paramètres tels que l'évolution de l'amplitude ou de la fréquence oscillatoire mandibulaire pour comprendre quelles interactions peuvent exister entre le développement de la mastication et de la parole. Pour cela, une nouvelle étude transversale effectuée sur un plus grand nombre de sujets et complétée par des mesures cinématiques est actuellement en cours de réalisation.

Remerciements

Ce projet a été financé par le Laboratoire d'Excellence ASLAN (« Advanced Studies on LANguage complexity », Université de Lyon), par le Fonds France-Canada pour la Recherche ainsi que par Mitacs Globalink- Campus France et le Programme Avenir Lyon Saint-Etienne.

Références

- BARLOW, S. M., & ESTEP, M. (2006). Central pattern generation and the motor infrastructure for suck, respiration, and speech. *Journal of Communication Disorders*, 39(5), 366–380.
- BICKLEY C., LINDBLOM B. & ROUGH L. (1986). Acoustic measures of rhythm in infants' babbling, or "All god's children got rhythm". Proceedings of the 12th International Congress on Acoustics, Toronto, A6-4.
- CANAULT, M. (2007). *L'émergence du contrôle articulatoire au stade du babillage. Une étude acoustique et cinématique. Thèse de Doctorat*, Université Marc Bloch.
- CANAULT, M., & LABOISSIERE, R. (2011). Le babillage et le développement des compétences articulatoires: indices temporels et moteurs. *Faits de langues*, (37).
- DOLATA, J. K., DAVIS, B. L., & MACNEILAGE, P. F. (2008). Characteristics of the rhythmic organization of vocal babbling: Implications for an amodal linguistic rhythm. *Infant Behavior and Development*, 31, 422–431.
- GISEL, E. G. (1991). Effect of food texture on the development of chewing of children between six months and two years of age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 69–79.
- GOLDFIELD E.C. & WOLFF P.H. (2003) A dynamical systems perspective on infant action and its development. In Theories of infant development. Brenner J.G. & Slater A. (Eds.). Oxford, Blackwell Publishing, 3- 29.
- GREEN, J. R., & NIP, I. S. B. (2012). Some organization principles in early speech development. *Speech Motor Control: New Developments in Basic and Applied Research*, 171–188.
- GRILLNER, S. (1982). Possible analogies in the control of innate motor acts and the production of sound in speech. In: *Speech Motor Control*, edited by S. Grillner, P. Lindblom, J. Lubker, and A. Persson. 217-230.
- JURGENS, U. (1998). Speech evolved from vocalization, not mastication. Commentaire à MacNeilage P.F. (1998). The Frame/Content theory of evolution of speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 519-520.
- KENT R.D. & MURRAY A.D. (1982). Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6, and 9 months. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72 (2), 353-365.
- LE REVEREND, B. J. D., EDELSON, L. R., & LORET, C. (2014). Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. *The British Journal of Nutrition*, 111(3), 403–414.
- MACNEILAGE, P. F. (1998). The frame/content theory of evolution of speech production. *The Behavioral and Brain Sciences*, 21(4), 499-511-546.
- MALAS, K., TRUDEAU, N., CHAGNON, M., & MCFARLAND, D. H. (2015). Feeding-swallowing difficulties in children later diagnosed with language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57(9), 872–879.
- MOORE, C. A., & RUARK, J. L. (1996). Does speech emerge from earlier appearing oral motor behaviors? *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(5), 1034–1047.

- REILLY, S., SKUSE, D. H., & WOLKE, D. (2000). Schedule for Oral Motor Assessment (SOMA). Eastgardens. *New South Wales: Whurr*.
- SMITH A. & GOFFMAN, L. (1998). Stability and patterning of speech movement sequences in children and adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 18-30..
- SMITH, L. B., & THELEN, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(8), 343–348.
- SMITH, A., & ZELAZNIK, H. N. (2004). Development of functional synergies for speech motor coordination in childhood and adolescence. *Developmental Psychobiology*, 45(1), 22–33.
- STEEVE, R. W., & MOORE, C. A. (2009). Mandibular motor control during the early development of speech and nonspeech behaviors. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* : 52, 1530–1554.