

Revue de question
Différences linguistiques et dialectales dans la mise en place des procédures de segmentation
de la parole.

Commentaire : 5,000-8,000
mots refs comprises / avril 2011

Thierry Nazzi,^{1,2} Louise Goyet,² Megha Sundara³ & Linda Polka⁴

1. Université Paris Descartes
2. CNRS (Laboratoire Psychologie de la Perception, Paris, France)
3. UCLA
4. McGill University

Remerciements. L'écriture de cette revue et les recherches sur le français parisien par les auteurs a bénéficié en partie d'une bourse de la European Science Foundation (EUROCORES programme, "The Origin of Man, Language and Languages") et de deux bourses de l'Agence Nationale de la Recherche (# 07-BLAN-0014 et # 09-FASHS-018) à Thierry Nazzi.

Adresse de correspondance: Thierry Nazzi, Laboratoire Psychologie de la Perception, Institut Pluridisciplinaire des Saints Pères, 45 rue des Saints-Pères, 75006 Paris, France
Email: thierry.nazzi@parisdescartes.fr; tel: +33.1.42.86.43.15; fax: +33.1.42.86.33.22

Résumé

Ce papier présente une synthèse d'études récentes portant sur la problématique de la segmentation précoce de la parole continue en mots, étape de l'apprentissage du langage constituant un pré-requis pour l'acquisition du lexique. Après avoir exposé l'importance de cette question, nous présentons les recherches ayant exploré l'utilisation par les jeunes enfants de deux indices majeurs de segmentation : les indices distributionnels, les indices d'unités rythmiques. Le premier indice est considéré comme étant non spécifique à la langue parlée de l'enfant, le deuxième comme différant selon les langues. Le premier indice prédit ainsi des trajectoires développementales de segmentation similaires à travers les langues, alors que le deuxième indice prédit différents types de trajectoires développementales en fonction du type de rythme de la langue acquise. Il apparaît que les capacités de segmentation émergent vers 8 mois et se développent dans les mois qui suivent, et que le poids des différents indices varie selon les langues, selon la période de développement, et probablement en fonction de différences dialectales au sein d'une même langue. Nous discuterons aussi du fait que la segmentation des formes sonores de mots nécessite vraisemblablement l'utilisation combinée de différents indices de segmentation, et ceux dès le plus jeune âge. Pour finir, nous présenterons quelques pistes de recherche pour le futur.

Introduction

La formation du lexique, c'est-à-dire d'un dictionnaire mental des mots de la langue maternelle, constitue une étape cruciale pour l'acquisition du langage, qui débute dès la première année de vie. Dans ce papier, nous nous concentrerons sur la capacité d'extraction, ou segmentation, des formes sonores de mots de la parole continue. Cette capacité est cruciale pour l'acquisition du lexique, comme le montrent des études établissant un lien entre les performances de segmentation précoce et la taille ultérieure du vocabulaire (Newman, Bernstein Ratner, Jusczyk, Jusczyk & Dow, 2006) et des études montrant le lien qui existe entre segmentation d'un mot nouveau et acquisition ultérieure de son sens à 17 mois (Graf Estes, Evans, Alibali & Saffran, 2007).

Avoir accès aux formes sonores des mots ne serait pas un problème si les frontières entre mots étaient clairement marquées acoustiquement, ou si les mots étaient souvent présentés de façon isolée, ce qui n'est pas le cas (e.g., Klatt, 1979; Brent & Siskind, 2001). Ainsi, la question se pose de savoir quels sont les mécanismes permettant aux jeunes enfants de segmenter le flux continu de parole en mot. Jusczyk et Aslin (1995) ont fait l'hypothèse de l'existence d'indices acoustiques subtils qui permettraient aux enfants de segmenter la parole, et ont montré que les capacités de segmentation émergent vers 8 mois. Dans une première expérience, des enfants de 8 mois étaient familiarisés avec deux mots monosyllabiques (cup/dog, ou bike/feet), et entendaient ensuite quatre passages, dont la moitié contenait un mot familier/cible et l'autre un mot nouveau/contrôle. Une préférence pour les passages avec mots familiarisés est observée, indiquant que les enfants ont reconnus, et donc segmenté, les mots cibles. Toutefois, à 6 mois, les enfants échouent à cette tâche, suggérant que les capacités de segmentation émergent entre ces deux âges.

Etant donné ces résultats, de nombreuses études ont exploré l'âge auquel les enfants commencent à utiliser les indices linguistiques subtils qui signalent les frontières de mots (voir Tableau 1). Dans ce papier, nous nous limiterons à la présentation de deux indices majeurs de segmentation qui permettraient de retrouver, au sein des grandes unités prosodiques, les formes sonores de mots. Premièrement, nous parlerons de l'utilisation des informations distributionnelles relative à l'ordre des syllabes, dans la mesure où cette information est généralement considérée comme n'étant pas spécifique à une langue donnée. Deuxièmement, nous décrivons un indice qui varie selon les langues, et est relatif aux informations d'unités rythmiques de la parole, ces unités définissant différentes classes rythmiques de langues. La sensibilité des enfants à ce deuxième indice de segmentation nous amènera à prédire l'existence de différences inter-linguistiques dans les processus de segmentation, et à explorer la question de différences inter-dialectales.

1. Indices de probabilité de transition

Un indice majeur d'information de frontière de mots correspond aux informations «statistiques» ou «distributionnelles». Cet indice se réfère à l'existence de régularités dans l'ordre d'apparition des sons (phonèmes ou syllabes) dans le signal indiquant que deux sons appartiennent au même mot ou pas. Dans cette perspective, plusieurs variantes ont été proposées. Brent et Cartwright (1996) ont réalisé des simulations computationnelles sur des corpus adressés à des enfants établissant que «les séquences qui apparaissent fréquemment et dans une variété de contextes sont de meilleurs candidats pour le lexique que ceux qui apparaissent rarement ou dans des contextes très restreints.» Perruchet et Vinter (1998) ont proposé un traitement en temps réel de l'input s'appuyant sur les lois de base de la mémoire et de l'apprentissage associationniste, conduisant à une segmentation en mot d'un input continu (vérifié par le modèle PARSER). Hockema (2006) a par ailleurs montré que la plupart des paires de phonèmes consécutifs se répartissent en deux groupes distincts, apparaissant (quasi

exclusivement) soit au sein des mots, soit aux frontières de mots.

Tableau 1. Indices de segmentation utilisés par les enfants. Les références mentionnées se réfèrent aux enfants anglophones, sauf si spécifiées.

1. Grandes unités prosodiques		
- <u>Indices prosodiques majeurs</u>	Hirsh-Pasek et al. (1987)	4.5 mois
- <u>Indices prosodiques intermédiaires</u>	Gout et al. (2004); français: Millotte et al. (2010)	10.5 mois
- <u>Indices de mots prosodiques</u>	Johnson (2008)	12 mois
2. Information distributionnelle relative à l'ordre des syllabes		
	Saffran et al. (1996); Johnson & Jusczyk (2001); Thiessen & Saffran (2003); néerlandais: Johnson & Tyler (2009); français: Mersad & Nazzi (en révision)	8 months
3. Indice d'unité rythmique		
- <u>Unité trochaïque et langues à rythme "à stress"</u> (Anglais, Allemand, Néerlandais, ...)	Jusczyk, Houston & Newsome (1999b); allemand: Höhle et al. (2003); néerlandais: Houston et al. (2000), Kooijman et al. (2005, 2009)	7.5 months
- <u>Unité syllabique et langues à rythme syllabique</u> (Français, Espagnol, Italien ...)	français: Nazzi et al. (2006); Goyet, de Schonen & Nazzi (2010); Sundara & Polka (sous presse) ; Goyet, Nishibayashi & Nazzi (en préparation)	8 months
4. Indices au niveau phonémique		
- coarticulation	Johnson & Jusczyk (2001)	8 months
- informations phonotactiques	Mattys & Jusczyk (2001a)	9 months
- informations allophoniques	Jusczyk, Hohne, & Bauman (1999a)	10.5 months
- nature du phonème initial	Mattys & Jusczyk (2001b); Nazzi et al. (2005)	8 months
5. Mots connus		
- mots de contenu	Bortfeld et al. (2005)	6 months
- mots de fonction	Shi, Cutler, Werker & Cruikshank (2006); français: Shi & Lepage (2008), Hallé et al. (2008)	8 months

L'instanciation la plus influente de cette approche distributionnelle se réfère aux probabilités transitionnelles au niveau syllabique (PTs). Dans la plupart des études, la définition des PTs entre les syllabes X et Y est celle de la fréquence avec laquelle les syllabes X et Y apparaissent ensemble dans cet ordre, divisé par la fréquence d'occurrence de X.

A partir de cette définition, Curtin, Mintz et Christiansen (2005) ont pu vérifier, grâce à des analyses de corpus de parole adressée à l'enfant, la prédiction selon laquelle les syllabes consécutives devraient être plus cohésives à l'intérieur des mots qu'aux frontières de mots. Etant donné ces résultats, la question se pose de savoir si les enfants peuvent utiliser les PTs pour retrouver les mots. Pour tester cela, Saffran, Aslin et Newport (1996) ont fait entendre pendant 2 minutes, à des enfants anglophones de 8 mois, un flux continu de parole constitué de la concaténation aléatoire de 4 mots trisyllabiques différents, répétés. En phase de test, les enfants entendaient soit les mots cibles du langage présenté, soit des inter-mots (séquences de syllabes présentes dans le flux continu mais qui enjambent une frontière lexicale) ayant des PTs moins élevées. Les enfants ont écouté moins longtemps les mots cibles, suggérant qu'ils les avaient segmentés du flux continu et les traitaient ainsi différemment des inter-mots. Ce résultat a été répliqué à 8 mois dans de nombreuses études en anglais, mais aussi dans d'autres langues (néerlandais: Johnson & Tyler, 2010; français: Mersad & Nazzi, en révision).

Dès 8 mois, les enfants présentent donc la capacité à utiliser les probabilités de transition entre syllabes consécutives pour retrouver les frontières de mots et/ou pour regrouper les syllabes entre elles. Ces capacités de segmentation s'appuyant sur les PTs semblent favoriser l'acquisition lexicale ultérieure. Ainsi, après avoir entendu 2 minutes d'un langage artificiel, des enfants de 17 mois apprennent un nouvel appariement forme sonore/objet si la forme sonore correspond à un mot du langage artificiel, mais pas si elle correspond à un inter-mot (Graf-Estes et al., 2007). De plus, l'utilisation des PTs pour la segmentation par les enfants et les adultes a été généralisée aux sons de parole et aux tons musicaux (Saffran, Johnson, Aslin & Newport, 1999) et aux patterns visuels (Fiser & Aslin, 2001). Elle a aussi été trouvée chez des mammifères non-humain comme les cotton-top tamarins (Hauser et al., 2001).

L'utilisation des PTs pourrait donc être domaine- et espèce-général, ce qui ouvre la possibilité que les PTs soient utilisées très précocement au cours du développement, avant même que les enfants ne commencent à spécifier les propriétés de leur langue maternelle. Dans cette perspective, les PTs sont considérées comme un mécanisme qui pourrait initier les capacités de segmentation de la parole. Toutefois, pour valider cette hypothèse, il faudrait étudier l'utilisation de ces indices par les enfants dans des contextes plus complexes et plus conformes aux langues naturelles que ceux utilisés dans les études originales (langages constitués seulement de 4 mots trisyllabiques). Thiessen, Hill et Saffran (2005) ont été les premiers à aborder cette question, en utilisant un langage constitué de 4 mots de différentes longueurs (2 mots bisyllabiques et 2 mots trisyllabiques), et en présentant les stimuli en phrase plutôt qu'en un flux continu de 2 minutes. Les stimuli étaient prononcés soit en parlé-bébé, soit en parlé-adulte. Dans ces conditions, dans lesquelles se trouvaient au moins des informations de PTs et de frontières de mots en début/fin de phrases, les enfants segmentaient les mots seulement dans la condition parlé-bébé. L'absence de segmentation avec le parlé-adulte est surprenante, et souligne les limites possibles de l'utilisation des PTs pour segmenter la parole.

Plus récemment, la question des limites possibles de l'utilisation des PTs a été réévaluée par Johnson et Tyler (2010) qui ont présenté à des enfants néerlandophones de 8 mois un langage artificiel constitué de 2 mots bisyllabiques et de 2 mots monosyllabiques. Alors que la procédure était similaire à celle de Saffran et al. (1996), aucun effet de segmentation n'a pu être obtenu. Un résultat similaire a été trouvé pour des enfants francophones âgés de 8 mois (Mersad & Nazzi, en révision). Ces deux études pointent les limites de l'utilisation des PTs et suggèrent que cet indice ne constitue pas le seul et unique indice impliqué dans la segmentation précoce. La question qui se pose alors de déterminer si les PTs constituent un indice de segmentation lorsque l'enfant entend un langage naturel dans toute sa complexité ? Plusieurs études suggèrent que cela n'est pas le cas, sauf dans la condition où les enfants entendent du parlé-bébé. Par exemple, l'étude de Jusczyk et al. (1999), établit d'une part un rôle majeur de la prosodie dans la segmentation précoce (voir ci-dessous), et d'autre part, montre indirectement que les enfants de 7.5 mois utilisent les PTs. En effet, lorsque ces enfants sont testés avec des passages contenant des mots trochaïques comme le mot *DOCTOR*, ils montrent un effet de segmentation s'ils ont été familiarisés avec le mot entier, mais pas s'ils ont été familiarisés avec sa seule syllabe initiale *DOC*. Une interprétation possible de ce résultat est que ces enfants détectent la co-occurrence des deux syllabes et les traitent ainsi comme une unité bisyllabique.

Plus récemment, Pelucchi, Hay et Saffran (2009a, 2009b) ont fait entendre à des enfants anglophones de 8 mois des passages en italien contenant des paires de syllabes qui présentaient des PTs (forward ou backward) soit de 1 (syllabe formant un mot), soit de .33 (syllabes séparées par une frontière lexicale). Les résultats montrent que les enfants traitent différemment les deux types de paires de syllabes, témoignant de leur sensibilité aux

propriétés de PT des stimuli lors de l'écoute de stimuli issus de langues naturelles. La comparaison de ces deux axes de recherche suggère que s'il y a des limitations dans l'utilisation des PTs, la richesse des langues naturelles (qui complémente sa complexité) et en particulier du parlé-bébé, rend possible l'utilisation des PTs pour segmenter. Ainsi, le traitement des PTs pourrait être suffisamment robuste pour l'acquisition de différents aspects des langues naturelles dans un contexte où d'autres indices de segmentation sont présents, comme la prosodie de syntagme ou l'accentuation lexicale (Pelucchi et al., 2009a). Dans la section suivante, nous présentons un autre indice majeur de segmentation aussi considéré comme crucial pour initier le processus de segmentation précoce: les unités rythmiques.

2. Unités rythmiques

Ce deuxième indice de segmentation correspond à l'unité rythmique de la langue maternelle. Son utilisation pour la segmentation a été formalisée par l'*hypothèse de segmentation rythmique précoce* (Nazzi et al., 1998, 2000, 2006) selon laquelle les enfants développeraient une procédure de segmentation rythmique à partir de l'unité rythmique de leur langue maternelle, et cela, avant même de connaître un seul mot de sa langue maternelle.

Cette hypothèse repose sur l'idée qu'il existe différentes classes rythmiques de langues (Abercrombie, 1967; Pike, 1945), trois classes étant généralement considérées: les langues « à stress » (comme l'anglais, le néerlandais, l'allemand, ...), les langues syllabiques (comme le français, l'espagnol, le coréen, ...) et les langues moraiques (comme le japonais, le télugu, ...), ayant pour unité rythmique sous-jacente l'unité de stress, la syllabe et la more¹ respectivement. Ces unités s'inscrivent dans une hiérarchie structurelle, car les unités de stress sont formées de syllabes, qui sont elles-mêmes formées de mores. Cette hypothèse repose aussi sur des données montrant que les adultes segmentent différemment la parole selon l'unité rythmique de leur langue maternelle (Cutler, Mehler, Norris, & Segui, 1986; Cutler & Norris, 1988; Mehler, Dommergues, Frauenfelder & Segui 1981; Otake et al., 1993), sur des études de discrimination de langues montrant que les nouveau-nés sont sensibles au rythme linguistique (Nazzi, Bertoncini & Mehler, 1998; Ramus, Hauser, Miller, Morris & Mehler, 2000), et sur des résultats montrant l'acquisition de l'unité trochaïque dans les langues à stress vers 6/9 mois (Jusczyk, Cutler, & Redanz, 1993; Friederici, Friederich & Christophe, 2007; Hohle, Bijeljac-Babic, Nazzi, Herold & Weissenborn, 2009).

Il a donc été proposé que la segmentation rythmique (en association possible avec les informations distributionnelles) permettrait aux enfants d'extraire leurs premiers mots, ce qui leur permettrait de spécifier ensuite les autres indices de segmentation spécifiques à leur langue maternelle (allophonie, phonotactique...). Cette hypothèse offre une réponse concernant les différences d'émergence des capacités de segmentation selon les (classes rythmiques de) langues. Dans ce qui suit, nous présentons une revue d'études qui ont exploré la question du rôle de l'unité rythmique dans la segmentation précoce.

2.1. Segmentation d'unités trochaïques dans les langues à stress

Etudes comportementales

L'utilisation précoce des informations rythmiques par les enfants anglophones peut être illustrée par l'étude de Jusczyk et al. (1999b). Les résultats de cette étude montrent que les enfants de 7.5 mois segmentent des mots bisyllabiques trochaïques (accentuation sur la syllabe initiale) comme *DOCTOR*. Par contre, les enfants de 7.5 mois (mais plus ceux de 10.5 mois) segmentent de façon erronée les mots iambiques (accentuation sur la syllabe finale) comme *guiTAR*, plaçant une frontière de mots entre la syllabe initiale/non-accentuée et la

¹ La more est une unité rythmique qui peut être syllabique ou sub-syllabique. En japonais, les syllabes CV avec une longue voyelle et les syllabes avec une consonne nasale finale (comme la première syllabe de "Honda") ou une consonne géminée finale (comme la première syllabe de "Nissan") ont deux mores.

syllabe finale/accréntuées (e.g., *gui* / *TAR*). De nombreuses études ont ensuite confirmé ces premiers résultats (Curtin, Mintz & Christiansen, 2005; Houston, Santelmann & Jusczyk, 2004; Johnson & Jusczyk, 2001; Morgan & Saffran, 1995; Nazzi, Dilley, Jusczyk, Shattuck-Hufnagel & Jusczyk, 2005).

Concernant les autres langues à stress, on sait que la segmentation de mots monosyllabiques par les enfants germanophones émerge entre 6 et 8 mois (Höhle & Weissenborn, 2003). Des études plus récentes montrent l'existence d'un biais trochaïque en allemand: en effet, les enfants germanophones segmentent les mots trochaïques à 9 mois, mais toujours pas les mots iambiques à 11 mois (Höhle & Weissenborn, 2003). En néerlandais, les enfants commencent par segmenter les mots trochaïques entre 7.5 et 9 mois (Houston et al., 2000; Kuijpers, Coolen, Houston & Cutler, 1998); mais aucune étude comportementale (HPP) n'a étudié la segmentation de mots iambiques, condition pour laquelle un délai d'émergence est prédit par l'hypothèse rythmique. Toutefois, cette prédiction a été récemment évaluée en utilisant une méthode électrophysiologique (les potentiels évoqués, ou ERPs) qui fournit également des informations sur le décours temporel des processus cognitifs.

Etudes électrophysiologiques (ERP)

Des expériences ERPs (Kooijman, 2007; Kooijman, Hagoort & Cutler, 2005, 2009) ont été réalisées en néerlandais afin de déterminer si différents patterns de réponses électrophysiologiques sont trouvés suivant la structure accentuelle (trochaïque, iambique) des mots. Pour cela, les enfants ont entendu des séquences de 10 répétitions d'un mot isolé (trochaïque ou iambique), suivies de 10 phrases contenant soit le mot cible soit un mot contrôle. Pour les mots trochaïques, des différences de réponse ERPs pour les mots cibles versus contrôles sont observées dès 7 mois (alors que la segmentation n'est pas observée avant 9 mois avec HPP). Toutefois, les résultats sont plus robustes à 10 mois. A cet âge, les ERPs montrent une plus grande négativité pour les mots cibles que pour les mots contrôles, entre 350-500 ms après le début du mot, notamment sur les électrodes frontales et de l'hémisphère gauche. Ce pattern de réponse a été identifié comme un marqueur de la reconnaissance précoce des formes sonores de mots (Mills, Cofey-Corina & Neville, 1993; Thierry, Vihman & Roberts, 2003; Friedrich & Friederici, 2008). Les résultats de Kooijman et al. (2005) établissent donc la segmentation de mots trochaïques.

Des résultats différents ont été obtenus pour les mots iambiques, soulevant la question de savoir si les enfants néerlandophones de 10 mois segmentent le début des mots ou le début des unités trochaïques (Kooijman et al., 2009). En effet, alors qu'un effet de familiarité de polarité similaire à celle trouvée pour les mots trochaïques est trouvé, cet effet est synchronisé non pas au début de la syllabe initiale non-accentuée, mais au début de la syllabe finale accentuée. Ces résultats montrent donc que les enfants néerlandophones de 10 mois segmentent différemment les mots trochaïques et iambiques. Ces résultats sont conformes à l'hypothèse d'initialisation rythmique pour les langues à stress.

2.2. Segmentation de syllabes dans les langues syllabiques (français)

Etudes comportementales: premières données

Les résultats précédents sont compatibles avec la proposition que l'unité trochaïque est utilisée précocement par les enfants acquérant une langue à stress pour segmenter la parole continue en mots. Dans cette section, nous présentons des études explorant le rôle de l'unité syllabique dans le processus de segmentation précoce des enfants acquérant une langue syllabique: le français.

Une première étude de Gout (2001) a montré que les enfants parisiens segmentaient les mots monosyllabiques dès 7.5 mois, mais n'a pu montrer de segmentation de mots bisyllabiques entre 7.5 et 11 mois. Ces résultats pourraient refléter des effets de segmentation

syllabique précoce. Pour le vérifier directement, Nazzi, Iakimova, Bertoncini, Frédonie et Alcantara (2006) ont exploré comment les mots bisyllabiques, insérés dans des passages de parole continue, sont segmentés à 8, 12 et 16 mois. Plus précisément, ils ont évalué la prédiction que les mots bisyllabiques sont tout d'abord segmentés en syllabes indépendantes, puis en mots entiers. Pour cela, les enfants étaient familiarisés avec deux mots bisyllabiques (e.g., *putois* et *toucan*), leurs syllabes finales (e.g., *tois* et *can*) ou initiales (e.g., *pu* et *tou*), puis testés avec des passages contenant ou non ces mots cibles. A 8 mois, aucun effet de segmentation n'a pu être obtenu. A 12 mois, aucun effet de segmentation n'a été trouvé suite à la familiarisation avec le mot entier, alors qu'une segmentation est observée suite à la familiarisation avec les syllabes finale ou initiale. A 16 mois, une segmentation émerge après la familiarisation avec le mot entier, mais pas suite à la familiarisation avec les syllabes initiales ou finales. Ces résultats montrent donc qu'à 12 mois, les enfants francophones segmentent de façon indépendante les deux syllabes d'un mot bisyllabique, en dépit du fait que ces syllabes apparaissent toujours de façon consécutive dans le signal, tandis qu'à 16 mois, ces informations distributionnelles (et probablement aussi d'autres indices de segmentation) semblent être prises en compte.

Les données ci-dessus sont en accord avec les prédictions de l'hypothèse de segmentation rythmique précoce. Toutefois, l'absence de segmentation syllabique à 8 mois avec les mots bisyllabiques pose un problème pour l'hypothèse rythmique, qui prédit une segmentation syllabique au moment de l'émergence des capacités de segmentation. De ce fait, plusieurs études ont cherché à établir une segmentation rythmique précoce en français. Nous présentons tout d'abord des données obtenues en ERPs.

Etudes électrophysiologiques (ERPs)

Deux expériences ERPs (Goyet, de Schonen & Nazzi, 2010) ont été conduites en français afin d'explorer plus en détail les prédictions de l'hypothèse de segmentation rythmique précoce. Ces expériences ont aussi réévalué la question de la segmentation de mots entiers par les enfants francophones de 12 mois (âge auquel seul un effet de segmentation syllabique est observé en HPP). A ces fins, les enfants ont été familiarisés soit avec des mots bisyllabiques entiers, soit avec la syllabe finale de ces mots; ensuite, ils ont entendus des phrases contenant les mots bisyllabiques cibles ou des mots contrôles. Les résultats font apparaître une segmentation en mots entiers (Figure 1, gauche), tout en confirmant que les enfants francophones s'appuient sur les syllabes pour segmenter la parole (Figure 1, droite). Ces données suggèrent ainsi que les enfants francophones de 12 mois utilisent à la fois l'unité syllabique et les informations distributionnelles pour segmenter (voir aussi ci-dessous les données à 8 mois de Goyet, Nishibayashi & Nazzi, en préparation). Ils établissent également que la segmentation et la reconnaissance de mots/syllabes se produit dans les 500 millisecondes suivant leur début, comme en néerlandais (Kooijman et al., 2005).

Une étude ERPs ultérieure a recherché des effets similaires chez des enfants francophones plus jeunes, 8 mois, mais aucun effet de segmentation syllabique n'a pu être observé (Goyet, 2010). Donc ces données ERPs ne montrent pas d'effet de segmentation rythmique plus précoce qu'en HPP. Dans ce qui suit, nous présentons de nouvelles études HPP portant sur la segmentation syllabique à 8 mois. Ces dernières ont pu mettre en évidence des similitudes et des différences dans les processus de segmentation de deux dialectes du français : le français parisien d'une part, et le français québécois d'autre part.

Etudes comportementales (bis): syllabe précoce et différences dialectales

A ce stade, aucune étude n'a pu faire apparaître de segmentation syllabique chez des enfants francophones parisiens vers 8 mois, ce qui pose problème pour l'hypothèse rythmique. Toutefois, une étude HPP réalisée auprès d'enfants québécois de 8 mois a trouvé

un pattern de segmentation de mots bisyllabiques différent de celui des enfants parisiens (Sundara & Polka, sous presse). Ces enfants étaient familiarisés avec des mots (ou l'une ou l'autre de leurs syllabes) puis testés avec des passages contenant le mot cible ou un mot contrôle. Les stimuli étaient enregistrés par une locutrice québécoise. Les résultats montrent une segmentation des mots comme des unités à 8 mois (contre 16 mois chez les enfants parisiens).

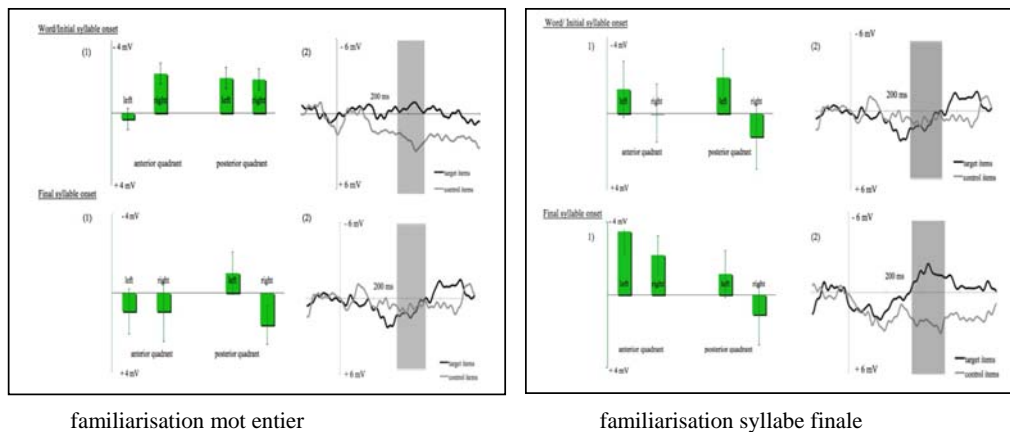


Figure 1. Résultats ERPs de segmentation suivant la condition de familiarisation. Pour chaque panneau : (1) moyenne (et erreur-type) de la différence d'amplitude (cible - contrôle) sur la fenêtre 350-500 ms, selon les 4 quadrants d'électrodes; (2) Grand-moyenne des ERPs pour l'électrode 58 [FC8] (quadrant antérieur droit) pour les mots cibles et contrôles; la zone grisée indique la fenêtre de 350-500 ms.

Cette segmentation de mots comme unité signifie t'elle que les enfants québécois n'utilisent pas l'unité syllabique pour initialiser ce processus de segmentation de la parole? Pour explorer cela, Sundara et Polka (sous presse) ont familiarisés les enfants avec les syllabes initiales ou finales des mots bisyllabiques. Des effets de segmentation syllabique ont été obtenus, mais il apparaît que la réponse diffère dans les conditions mots entiers (préférence pour les items familiers) et syllabes isolées (préférence pour les syllabes contrôle). Cette différence du sens de l'effet suggère que ces enfants segmentent les syllabes de la parole continue, mais sont par ailleurs sensibles au fait que dans le cas présent, ces syllabes ne constituent pas une unité lexicale en soi, mais une partie du mot cible. Nous reviendrons par la suite sur cette interprétation.

De plus, ces données suggèrent des différences de capacités de segmentation entre les enfants parisiens et québécois, lesquelles semblent émerger plus précocement chez les enfants québécois, d'autant que les enfants québécois de 8 mois peuvent également segmenter des stimuli parisiens en unités bisyllabiques. Toutefois, il faut noter que les stimuli québécois et parisiens utilisés dans l'étude de Sundara et Polka (sous presse) étaient différents de ceux utilisés par Nazzi et al. (2006). De façon importante, ces stimuli étaient prononcés dans un registre de parlé-bébé bien plus prononcé que les stimuli de Nazzi et al. (2006). Or, étant donné que le parlé-bébé est plus facile à segmenter (Thiessen et al., 2005), il se pourrait que les différences observés entre les deux populations d'enfants ne soient pas dues à des différences de capacités, mais à l'utilisation de stimuli plus ou moins faciles à segmenter.

Afin de tester ces hypothèses, une étude commune a été mise en place (Nazzi et al., en préparation), dans laquelle des enfants parisiens ont été testés avec les stimuli français parisiens et français québécois de Sundara et Polka (sous presse). Les premières expériences,

dans lesquelles les enfants ont été familiarisés avec les mots isolés, puis testés avec les passages (comme dans les études précédentes), n'ont pu déterminer de segmentation de mots bisyllabiques comme unité chez des enfants de 8 mois. Toutefois, lorsque l'on modifie le protocole expérimental (familiarisation avec passages, test avec mots isolés), les enfants parisiens de 8 mois segmentent les mots bisyllabiques comme unité (pour les stimuli parisiens, mais aussi québécois avec une familiarisation un peu plus longue). Cet effet peut s'expliquer par le fait que, dans cette condition, la familiarisation avec les passages permettrait aux enfants d'effectuer, suite à une segmentation syllabique initiale, une analyse distributionnelle de l'ordre d'occurrence des syllabes dans les passages, qui aurait fait apparaître la plus grande cohésion des syllabes constitutives des mots bisyllabiques cibles. Ainsi, les enfants parisiens francophones pourraient effectuer une segmentation syllabique dès 8 mois, et les syllabes consécutives pourraient être également traitées comme des unités bisyllabiques dans un contexte apportant suffisamment d'informations distributionnelles.

Cette interprétation a été évaluée dans une nouvelle étude HPP avec des enfants francophones parisiens de 8 mois (Goyet et al., en préparation). Les enfants étaient familiarisés avec deux passages, et les informations de PTs étaient manipulées. Dans une première condition, les enfants étaient familiarisés avec deux passages contenant chacun quatre répétitions de deux mots bisyllabiques différents partageant la même syllabe cible (e.g., di), en position initiale ("diva") ou finale ("radis"). Dans une deuxième condition, les enfants étaient familiarisés avec deux passages, contenant chacun huit mots différents qui partagent la même syllabe cible présente soit en position initiale ("dîner", "dizain", "divan", "ditto"), ou finale ("caddie", "bandit", "taudis", "radis"). Ensuite, les enfants étaient testés avec la syllabe cible ("di") et une syllabe contrôle (e.g., "po"). Une segmentation a été trouvée seulement quand les 8 mots différents étaient utilisés, c'est-à-dire dans la condition de moindre PTs. Ces résultats établissent donc clairement des capacités de segmentation syllabique chez des enfants francophones parisiens de 8 mois. De plus, associés aux résultats de Nazzi et al. (en préparation), ces résultats montrent qu'à 8 mois, ces unités syllabiques peuvent déjà être recombinaisonnées en unités bisyllabiques quand d'autres indices (comme les PTs) sont présents. Troisièmement, comme dans Sundara et Polka (sous presse), l'effet de segmentation observé est un effet de préférence pour les syllabes contrôle, alors que dans une expérience où les cibles sont des mots monosyllabiques, un effet classique de préférence pour les cibles est observé. Cette préférence pour les syllabes contrôles traduit probablement le fait que les enfants traitent différemment les syllabes suivant qu'elles correspondent à une unité lexicale ou pas. Dans la mesure où dans ces expériences, les PTs étaient neutralisées, cet effet pourrait être vraisemblablement dû aux indices de coarticulation, utilisés par les enfants anglophones au même âge (Johnson & Jusczyk, 2001).

En résumé, ces nouvelles études montrent que l'avantage de segmentation observé chez les enfants québécois par rapport aux enfants parisiens est moindre que ce qui était initialement observé (Sundara et Polka, sous presse ; Nazzi et al., 2006). Ainsi, on trouve des effets de segmentation syllabique et de segmentation de mots entiers dès 8 mois dans les deux populations. Ces données suggèrent que des procédures de segmentation équivalentes sont utilisées chez les enfants acquérant deux dialectes différents du français, reposant en partie sur l'unité syllabique, tout comme le prédit l'hypothèse d'initialisation rythmique précoce (Sundara & Polka, sous presse; Nazzi et al., en préparation). Toutefois, lorsque les enfants sont familiarisés avec des mots en isolation puis testés avec des passages, des différences de performance restent présentes entre les deux populations d'enfants. L'origine de ces différences reste encore inconnue, mais elles pourraient prendre origine dans les différences prosodiques fines qui existent entre le français parisien et québécois (Ménard, Ouelton & Dolbec, 1999), lesquelles pourraient fournir des indices de segmentation de poids différent dans les deux dialectes.

A ce stade, les résultats portant sur l'anglais, l'allemand, le néerlandais et le français montrent que les enfants utilisent les propriétés rythmiques de leur langue maternelle pour segmenter la parole continue au moment où ces capacités de segmentation émergent. Des études futures devront généraliser ce travail à d'autres langues de différentes classes rythmiques, incluant plus de langues syllabiques ainsi que des langues moraiques. Par ailleurs, nous avons aussi vu qu'en plus des indices rythmiques et de PTs, les enfants utilisent d'autres indices de segmentation, comme les indices allophoniques, phonotactiques et de coarticulation, ou la présence de mots connus (voir Tableau 1). C'est pourquoi dans ce qui suit, nous discutons de l'utilisation combinée de ces différents indices par les jeunes enfants.

3. Utilisation combinée des différents indices

Aucun indice de segmentation ne fournit de marquage systématique des frontières de mots; toutefois, leur utilisation combinée pourrait permettre aux enfants de segmenter correctement le flux de parole (Christiansen, Allen & Seidenberg, 1998). Plusieurs études ont exploré l'utilisation combinée des indices distributionnels et rythmiques lorsqu'ils sont en conflit. La première de ces études, utilisant un paradigme de langage artificiel, a trouvé une préférence des informations rythmiques sur celles distributionnelles (Johnson & Jusczyk, 2001). Cependant, cette conclusion a été remise en cause par Thiessen et Saffran (2003). Ces auteurs ont répliqué les résultats précédents à 9 mois, mais ont trouvé un pattern opposé à 7 mois, d'où leur conclusion que les informations distributionnelles sont utilisées avant les informations rythmiques. Toutefois, comme discuté précédemment, si les enfants peuvent utiliser les informations distributionnelles pour segmenter un langage artificiel très simplifié, reste à savoir s'ils pourraient utiliser cet indice dans un contexte de langage naturel constitué de milliers de mots au nombre de syllabe variable. Les études sur cette question ont fourni des éléments contradictoires, des données suggérant que cela pourrait être le cas (Pelucchi et al., 2009a, 2009b), et d'autres non (Johnson & Tyler, 2010; Mersad & Nazzi, en révision).

On notera qu'il existe également un grand nombre d'études qui ont cherché à établir comment les indices de segmentation sont utilisés de façon combinée à l'âge adulte (Mattys, White & Melhorn, 2005; Cunillera et al., 2008, 2010; Mersad & Nazzi, sous presse). De futures études devront poursuivre cet effort, chez l'enfant et l'adulte, et pourraient s'appuyer sur le modèle hiérarchique de segmentation de la parole proposé par Mattys et al. (2005). Ce modèle postule trois niveaux d'indices de segmentation. Le niveau 1 fait référence aux indices suprasegmentaux sous-lexicaux (pattern d'accentuation, ...), le niveau 2 aux indices segmentaux sous-lexicaux (indices phonotactiques, allophoniques, coarticulation, ...), et le niveau 3 aux indices lexicaux (informations sémantiques, syntaxiques et pragmatiques). Mattys et al. (2005) montrent que dans des conditions d'écoute optimales, les adultes s'appuient essentiellement sur le niveau lexical. Toutefois, lorsque le signal de parole est dégradé, ils s'appuient sur les informations segmentales et lorsque le signal de parole est encore plus sévèrement dégradé, ils s'appuient sur les informations de pattern d'accentuation. Ce modèle n'incorpore pas les informations distributionnelles, ni la prosodie de syntagme. Toutefois, la prosodie de syntagme pourrait se trouver au sommet de la hiérarchie, les frontières de syntagmes primant sur les informations lexicales chez les adultes (Christophe et al., 2004; Salverda et al., 2003). De même, les informations distributionnelles pourraient être incluses en bas du modèle, ces informations étant dominées par les autres indices à l'âge adulte (Shukla et al., 2007; Finn & Kam, 2008; Mersad et Nazzi, sous presse).

Concernant la segmentation précoce, les données suggèrent que les informations de niveau 1 (rythmiques) sont utilisées plus précocement que celles de niveau 2 (allophoniques et phonotactiques). C'est probablement aussi le cas de la prosodie de syntagme. Les informations de niveau 3 (lexicales), qui semblent utilisables dès l'âge de 6 mois pour un ensemble limité de mots très familiers, deviendraient plus importantes pour la segmentation

au fur et à mesure de l'augmentation de la taille du vocabulaire des enfants. Quand aux PTs, elles joueraient un rôle crucial dans l'enfance principalement lorsque les autres indices (langue-spécifiques) ne sont pas encore disponibles, puis leur poids diminueraient au cours du développement.

Conclusions

La revue des études présentées dans ce papier montre que les enfants commencent à découper, dès 8 mois, les énoncés en unités de taille plus petite, comme les syntagmes ou les mots, en s'appuyant sur différents indices présents dans leur langue maternelle. Certaines des procédures de segmentation s'appuient sur des indices universels, comme les probabilités de transition, ou les frontières d'unités prosodiques majeures. D'autres procédures diffèrent selon les langues: par exemple, les enfants anglophones et francophones utilisent différentes unités rythmiques (l'unité trochaïque et la syllabe respectivement) pour segmenter. Ces faits nous amènent à nous poser la question des mécanismes sous-jacents à la segmentation, des indices initiaux sur lesquels ils s'appuient et du poids relatif de ces différents indices au cours du développement et à l'âge adulte. La réponse à ces interrogations nécessitera la réalisation de plus d'études cross-linguistiques.

En effet, si les études sur l'anglais ont révélé que les enfants utilisent différents indices de segmentation (probabilités transitionnelles, unités rythmiques, indices allophoniques et phonotactiques...) dont le poids relatif change au cours du développement, il y a très peu d'études similaires dans d'autres langues, en dépit du fait que l'on prédise des différences de trajectoires développementales entre les langues, mais également entre les dialectes d'une même langue comme le montre nos études récentes (Nazzi et al., en préparation). Ces études futures, qui bénéficieront de l'utilisation de plusieurs techniques (comportementales, électrophysiologiques...), permettront d'une part de préciser les mécanismes sous-jacents à la segmentation précoce et adulte, et d'autre part de raffiner les modèles de segmentation tel celui proposé par Mattys et al. (2005). En dépit de ces questions qui restent en suspend, les études que nous avons présenté montrent que dès la première année, les enfants commencent à développer des capacités de segmentation de la parole continue en mots, ce qui constitue un pré-requis crucial pour l'acquisition lexicale, et cela, avant même qu'ils aient produit leurs premiers mots.

Références

- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh: University of Edinburgh Press.
- Bortfeld, H., Morgan, J.L., Golinkoff, R.M. & Rathbun, K. (2005). Mommy and me: familiar names help launch babies into speech-stream segmentation. *Psychological Science*, *16*, 298-304.
- Brent, M.R., & Cartwright, T.A. (1996). Distributional regularity and phonotactic constraints are useful for segmentation. *Cognition*, *61*, 93-125.
- Brent, M.R., & Siskind, J.M. (2001). The role of exposure to isolated words in early vocabulary development. *Cognition*, *81*, B33-B44.
- Christiansen, M.H., Allen, J., & Seidenberg, M.S. (1998). Learning to segment speech using multiple cues: A connectionist model. *Language and Cognitive Processes*, *13*, 221-268.
- Christophe, A., Peperkamp, S., Pallier, C., Block, E., & Mehler, J. (2004). Phonological phrase boundaries constrain lexical access: I. Adult data. *Journal of Memory and Language*, *51*, 523-547.
- Cunillera, T., Gomila, A., & Rodríguez-Fornells, A. (2008). Beneficial effects of word final stress in segmenting a new language: evidence from ERPs. *BMC Neuroscience*, *18*, 9-23.
- Cunillera, T., Toro, J.M., Sebastian-Galles, N., & Rodríguez-Fornells, A. (2006). The effects of stress and statistical cues on continuous speech segmentation: An event-related brain potential study. *Brain Research*, *1123*, 168–178.
- Curtin, S., Mintz, T.H., & Christiansen, M.H. (2005). Stress changes the representational landscape: evidence from word segmentation. *Cognition*, *96*, 233-262.
- Cutler, A. & Carter, D.M. (1987). The predominance of strong initial syllables in the English vocabulary. *Computer Speech and Language*, *2*, 133-142.
- Cutler, A., Mehler, J., Norris, D. G., & Segui, J. (1986). The syllable's differing role in the segmentation of French and English. *Journal of Memory and Language*, *25*, 385-400.
- Cutler, A. & Norris, D. (1988). The role of strong syllables in segmentation for lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *14*, 113-121.
- Finn, A.S. & Kam.C.L. (2008). The curse of knowledge: First language knowledge impairs adult learners' use of novel statistics for word segmentation. *Cognition*, *108*, 477-499
- Fiser, J., & Aslin, R.N. (2002). Statistical learning of higher-order temporal structure from visual shape-sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *28*, 458-467.
- Friedrich, M., Friederici, A.D., (2008). Neurophysiological correlates of online word learning in 14-month-old infants. *NeuroReport*, *19*, 1757–1761.
- Friederici, A.D., Friedrich, M., & Christophe, A. (2007). Language experience affects brain responses in 4-month-old infants. *Current Biology*, *17*, 1208–1211.
- Gout, A., (2001). *Etapes précoces de l'acquisition du lexique*. Unpublished Dissertation, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, France.
- Gout, A., Christophe, A., & Morgan, J.L. (2004). Phonological phrase boundaries constrain lexical access II. Infant data. *Journal of Memory and Language*, *51*, 548-567.
- Goyet, L. (2010). Développement des capacités de segmentation de la parole continue en mots, chez les enfants francophones: données électrophysiologiques et comportementales. Thèse de doctorat, Université Paris Descartes.
- Goyet, L., de Schonen, S. & Nazzi, T. (2010). Syllables in word segmentation by French-learning infants: an ERP study. *Brain Research*, *1332*, 75-89
- Goyet, L, Nishibayashi, L.-L. & Nazzi, T. (in preparation) Syllables in word segmentation by 8 month French-learning infants: a behavioural study.

- Graf Estes, K., Evans, J.L., Alibali, M.W. & Saffran, J.R. (2007). Can infants map meaning to newly segmented words? *Psychological Science*, 18, 254-260.
- Hallé, P., Durand, C., & de Boysson-Bardies, B. (2008). Do 11-month-old French infants process articles? *Language and Speech*, 51, 45-66.
- Hauser, M.D., Newport, E.L., & Aslin, R.N. (2001). Segmentation of the speech stream in a non-human primate: statistical learning in cotton-top tamarins. *Cognition*, 78, B53-B64.
- Hirsh-Pasek, K., Kemler Nelson, D. G., Jusczyk, P. W., Wright Cassidy, K., Druss, B., & Kennedy, L. (1987). Clauses are perceptual units for young infants. *Cognition*, 26, 269-286.
- Hockema, S.A. (2006). Finding Words in Speech: An Investigation of American English. *Language Learning and Development*, 2, 119-146.
- Höhle, B., Bijeljac-Babic, R., Herold, B., Weissenborn, J., & Nazzi, T. (2009). The development of language specific prosodic preferences during the first half year of life: evidence from German and French. *Infant Behavior and Development*, 32, 262-274.
- Höhle, B., & Weissenborn, J. (2003). German-learning infants' ability to detect unstressed closed-class elements in continuous speech. *Developmental Science*, 6, 122-127.
- Höhle, B., & Weissenborn, J. (2005). Word segmentation in German-learning infants. Paper presented at the International workshop "Early word segmentation: a crosslinguistic approach taking advantage of Europe's linguistic diversity," Paris, France, February 25-26.
- Houston, D.M., Jusczyk, P.W., Kuijpers, C., Coolen, R., Cutler, A. (2000). Cross-language word segmentation by 9-month-olds. *Psychonomics Bulletin & Review*, 7, 504-509.
- Houston, D.M., Santelmann, L.M., & Jusczyk, P.W. (2004). English-learning infants' segmentation of trisyllabic words from fluent speech. *Language and Cognitive Processes*, 19, 97-136.
- Johnson, E. K. (2008). Infants use prosodically conditioned acoustic-phonetic cues to extract words from speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, EL144-EL148.
- Johnson, E.K. & Jusczyk, P.W. (2001). Word segmentation by 8-month-olds: When speech cues count more than statistics. *Journal of Memory and Language*, 44, 1-20.
- Johnson, E.K., & Tyler, M. (2010). Testing the limits of statistical learning for word segmentation. *Developmental Science*, 13, 339-345.
- Jusczyk, P.W. & Aslin, R.N. (1995). Infants' detection of the sound patterns of words in fluent speech. *Cognitive Psychology*, 29 : 1-23.
- Jusczyk, P.W., Cutler, A. & Redanz, N. (1993a). Preference for the predominant stress patterns of English words. *Child Development*, 64, 675-687.
- Jusczyk, P.W., Hohne, E.A., & Bauman, A. (1999a). Infants' sensitivity to allophonic cues for word segmentation. *Perception & Psychophysics*, 62, 1465-1476.
- Jusczyk, P.W., Houston, D.M., & Newsome, M. (1999b). The beginning of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology*, 39, 159-207.
- Klatt, D.H. (1979). Speech perception: A model of acoustic-phonetic analysis and lexical access. *Journal of Phonetics*, 7, 279-312.
- Kooijman, V. (2007). Continuous-speech segmentation at the beginning of language acquisition: Electrophysiological evidence. PhD-Thesis. Radboud University, Nijmegen
- Kooijman, V., Hagoort, P., & Cutler, A. (2005). Electrophysiological evidence for prelinguistic infants' word recognition in continuous speech. *Cognitive Brain Research*, 24, 109-116.
- Kooijman, V., Hagoort, P., Cutler, A. (2009). Prosodic structure in early word segmentation: ERP evidence from Dutch ten-month-olds. *Infancy*, 6, 591-612.

- Kuijpers, C., Coolen, R., Houston, D., & Cutler, A. (1998). Using the head-turning technique to explore cross-linguistic performance differences. *Advances in Infancy Research (Vol. 12)*, (pp. 205-220). Stamford, CT: Ablex.
- Mattys, S., & Jusczyk, P.W. (2001a). Phonotactic cues for segmentation of fluent speech by infants. *Cognition*, 78, 91-121.
- Mattys, S., & Jusczyk, P.W. (2001b). Do infants segment words or recurring contiguous patterns? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 644-655.
- Mattys, S.L., White, L., Melhorn, J.F. (2005). Integration of Multiple Speech Segmentation Cues: A Hierarchical Framework. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 477-500.
- Mehler, J., Dommergues, J. Y., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 298-305.
- Ménard, L., Ouellon, C., & Dolbec, J. (1999). Prosodic markers of regional group membership: The case of French of Quebec versus France. In *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS99)*, San Francisco (pp. 1601-1604).
- Mersad, K., & Nazzi, T. (sous presse). Transitional probabilities and phonotactics in a hierarchical model of speech segmentation. *Memory & Cognition*.
- Mersad, K., & Nazzi, T. (en révision). When Mommy comes to the rescue of statistics. *Language Learning and Development*.
- Millotte, S., Morgan, J., Margules, S., Bernal, S., Dutat, M., & Christophe, A. (2010). Phrasal prosody constrains word segmentation in French 16-month-olds. *Journal of Portuguese Linguistics*.
- Mills, D.L., Coffey-Corina, S.A., Neville, H.J. (1993). Language acquisition and cerebral specialization in 20-month-old infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 317-334.
- Morgan, J.L. & Saffran, J.R. (1995). Emerging integration of sequential and suprasegmental information in preverbal speech segmentation. *Child Development*, 66, 911-936.
- Nazzi, T., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination by newborns: Towards an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24: 756-766.
- Nazzi, T., Dilley, L.C., Jusczyk, A.M., Shattuck-Hunagel, S., & Jusczyk, P.W. (2005). English-learning infants' segmentation of verbs from fluent speech. *Language and Speech*, 48, 279-298.
- Nazzi, T., Iakimova, I., Bertoncini, J., Frédonie, S., & Alcantara, C. (2006). Early segmentation of fluent speech by infants acquiring French: emerging evidence for crosslinguistic differences. *Journal of Memory and Language*, 54, 283-299.
- Nazzi, T., Iakimova, G., Bertoncini, J., Polka, L., Sundara, M., & Girard, S. (2006). The development of word segmentation in infants acquiring different dialects of French. Poster présenté à la *31st Annual Boston University Conference on Language Development*, Boston MA, USA, 3-5 novembre 2006.
- Nazzi, T., Jusczyk, P.W., & Johnson, E.K. (2000). Language discrimination by English learning 5-month-olds: Effects of rhythm and familiarity. *Journal of Memory and Language*, 43, 1-19.
- Nazzi, T., Mersad, K., Sundara, M. & Polka, L. (en préparation). Differences in the development of speech segmentation abilities in two French dialects.
- Newman, R., Bernstein Ratner, N., Jusczyk, A.M., Jusczyk, P.W., & Dow, K.A. (2006). Infants' early ability to segment the conversational speech signal predicts later language development: a retrospective analysis. *Developmental Psychology*, 42, 643-655.
- Otake, T., Hatano, G., Cutler, A., & Mehler, J. (1993). Mora or syllable? Speech segmentation in Japanese. *Journal of Memory and Language*, 32, 258-278.

- Pelucchi, B., Hay, J.F., & Saffran, J.R. (2009a), Statistical learning in a natural language by 8-month-old infants. *Child Development*, 80, 674-685.
- Pelucchi, B., Hay, J.F., Saffran, J.R. (2009b). Learning in reverse: Eight-month-old infants track backward transitional probabilities. *Cognition*, 113, 244-247.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998). PARSER: a model for word segmentation. *Journal of Memory and Language*, 39, 246-263.
- Pike, K. (1945). *The intonation of American English*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Ramus, F., Hauser, M. D., Miller, C., Morris, D., & Mehler, J. (2000). Language discrimination by human newborns and by cotton-top tamarin monkeys. *Science*, 288, 349-351.
- Saffran, J.R., Aslin, R.N. & Newport, E.L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274, 1926-1928.
- Saffran, J.R., Johnson, E., Aslin, R.N. & Newport, E.L. (1999). Statistical learning of tone sequences by human infants and adults. *Cognition*, 70, 27-52.
- Salverda, A. P., Dahan, D., & McQueen, J. (2003). The role of prosodic boundaries in the resolution of lexical embedding in speech comprehension. *Cognition*, 90, 51-89.
- Shi, R., Cutler, A., Werker, J., & Cruickshank, M. (2006). Frequency and form as determinants of functor sensitivity in English-acquiring infants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119, EL61-EL66.
- Shi, R., & Lepage, M. (2008). The effect of functional morphemes on word segmentation in preverbal infants. *Developmental Science*, 11, 407-413.
- Shukla, M., Nespor, M., and Mehler, J. (2007) An interaction between prosody and statistics in the segmentation of fluent speech. *Cognitive Psychology*, 54, 1-32.
- Sundara, M. & Polka, L. (sous presse). Word segmentation in monolingual infant learners of English and French. *Infancy*.
- Thierry, G., Vihman, M. & Roberts, M. (2003). Familiar words capture the attention of 11-month-olds in less than 250 ms. *Neuroreport*, 14, 2307-2310.
- Thiessen, E.D., Hill, E.A., & Saffran, J.R. (2005). Infant-directed speech facilitates word segmentation. *Infancy*, 7, 53-71.
- Thiessen, E.D. & Saffran, J.R. (2003). When cues collide: Use of stress and statistical cues to word boundaries by 7- to 9-month-old infants. *Developmental Psychology*, 39, 706-716.
- Vroomen, J., van Zon, M., & de Gelder, B. (1996). Metrical segmentation and inhibition in spoken word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 98-108.