

[mdr] : Une analyse préliminaire du rire chez des enfants de 18 à 36 mois

Christelle Dodane¹ Fabrice Hirsch² Jérémi Sauvage¹ Melissa Barkat-Defradas²

(1) Laboratoire DIPRALANG EA739 Université Montpellier 3

(2) Laboratoire PRAXILING UMR5237 CNRS & Université Montpellier 3

christelle.dodane@univ-montp3.fr, fabrice.hirsch@univ-montp3.fr,
melissa.barkat@univ-montp3.fr, jeremi.sauvage@univ-montp3.fr

RESUME

Le rire est une vocalisation non-verbale qui est universelle. Beaucoup de travaux lui ont été consacrés, notamment en biologie et en philosophie mais peu de recherches ont été menées sur ce sujet en phonétique. Il nous semble intéressant de tenter de relier ce comportement phonatoire à la parole en étudiant ses caractéristiques acoustiques et phonétiques. Plus spécifiquement, la problématique de cette recherche est de déterminer s'il existe une corrélation entre le développement de la parole chez l'enfant et l'évolution de son rire. Pour répondre à cette problématique, des analyses acoustiques ont été réalisées sur 120 rires produits par 3 enfants enregistrés en situation d'interaction naturelle avec leur entourage à l'âge de 18, 24, 30 et 36 mois. Parmi les 11 indices acoustiques étudiés, les résultats montrent que seule l'intensité relative augmente de façon significative avec l'âge et qu'il existe une très grande variabilité inter-individuelle. Par ailleurs, les rires étudiés se caractérisent par une grande majorité de contours montant-descendant et leur proportion augmente en fonction de l'âge.

ABSTRACT

[lol] : a preliminary study of laughter in 18- to 36- month old children

Laughter is a non-verbal vocal behavior that has been extensively studied in philosophy and biology, but researches investigating the phonetics of laughter are pretty rare. The aim of this study is to see whether there is any kind of correlation between child language development and the acoustic characteristics of their mirth. To answer this question, we analyzed 120 laughter samples spontaneously produced by three 18- to 36-month old children in natural conditions. Results show that among the 11 investigated acoustic cues, only the relative intensity increases significantly with age and that there is a great inter-individual variability between children. Moreover, laughs are characterized by a large majority of Rise-Fall contours and their amount increases with age.

MOTS-CLES : Rire, développement, enfant, analyse acoustique, prosodie.

KEYWORDS: Laughter, development, child, acoustic analysis, prosody.

1 Introduction

Le rire est un acte de communication universel que l'on retrouve dans toutes les cultures. Bien qu'il soit produit avec le même système physique que la parole et que sa

représentation acoustique soit proche de cette dernière, ces vocalisations non-verbales qui expriment généralement la gaieté n'ont donné lieu qu'à peu d'études en phonétique.

1.1 Aspects articulatoires et acoustiques du rire

L'une des premières recherches qui s'est intéressée à la manière dont le rire est produit (Habermann, 1955) décrivait ce phénomène à partir de données pneumographiques. Pour Habermann (1955), il s'agissait d'un phénomène-réflexe constitué de mouvements expiratoires interrompus par des impulsions inspiratoires. Les travaux de Luchsinger et Arnold (1965) complétaient cette définition, à l'aide de techniques d'imagerie ultrarapide, en indiquant que le rire se caractérisait par un larynx en position basse avec des cavités de résonances élargies. Par la suite, les études menées sur le sujet ont davantage œuvré à décrire le rire sur le plan acoustique. Trouvain (2003) définit ce phénomène comme « une alternance de patterns non-voisés et voisés assimilables à une structure syllabique consonne-voyelle ». En d'autres termes, le rire est souvent décrit dans la littérature sur deux niveaux segmentaux : un niveau inférieur, constitué d'unités pouvant être assimilées à des consonnes et à des voyelles et un niveau supérieur qui serait l'équivalent de la syllabe. C'est en utilisant ce procédé qu'un certain nombre de recherches ont eu pour objet la description acoustique du rire. Ainsi, l'étude de Bickley & Hunnicutt (1992), qui mettait déjà en avant le fait que le rire était constitué alternativement de segments voisés et non-voisés, a montré que les éléments non-voisés étaient plus longs que les segments voisés. En ce qui concerne la partie consonantique du rire, celle-ci a été décrite soit comme une aspiration (Rothgänger et al., 1998), soit comme une occlusive glottale (Apte, 1983). En outre, Bickley & Hunnicutt (1992) ont également montré que le rire était généralement constitué de 4 « syllabes » et que sa durée moyenne était de 204 ms. Les travaux de Provine (1993), qui portaient sur près de 1500 rires, ont complété cette recherche en indiquant que les « syllabes » /ha/ et /he/, d'une durée moyenne de 75 ms, étaient les plus fréquentes. Les voyelles qui constituent le rire seraient relativement homogènes dans la mesure où Provine (2003) n'a constaté que peu d'occurrences composées de différentes voyelles. Des travaux ont également porté sur la structure formantique du rire. Ainsi, Bickley et Hunnicutt (1992) décrivait le rire à l'aide de 3 formants, le premier se situant à 650 Hz, le deuxième à 1700 Hz et F3 à 2200 Hz. En ce qui concerne la fréquence fondamentale (désormais fo), Bickley et Hunnicutt (1992) ont montré qu'elle était comprise entre 100 Hz et 155 Hz pour les hommes et entre 161 Hz et 476 Hz pour les femmes. Les évaluations de fo proposées par Provine (2003) sont sensiblement plus élevées puisqu'il observe une fréquence de 276 Hz pour l'homme et de 502 Hz pour la femme lors de ces vocalisations non-verbales. Les valeurs de Savithri (2000) sont quant à elles plus basses avec une fo moyen de 199 Hz pour les hommes et de 219 Hz pour les femmes. Par ailleurs, la dernière étude mentionnée révèle que la fréquence est plus élevée pour le rire qu'en parole et que le contour intonatif du rire est généralement descendant. Ces observations avaient également été faites par Kori (1986) qui précisait que l'intensité était également plus élevée lors du rire. Enfin, signalons une donnée non négligeable : un certain nombre d'études portant sur le rire ont montré qu'il s'agit d'un phénomène soumis à une grande variabilité, à la fois inter-individuelle (Rothgänger et al., 1998) mais aussi intra-individuelle (Hirson, 1995). Pour résumer, si le nombre d'études portant sur le rire est limité, un certain nombre d'entre elles ont tout de même été menées sur l'aspect

acoustique du rire de l'adulte. En revanche, peu d'études (Nwokah et al., 1999 ; Tennis, 2009 par ex.) ont été réalisées sur celui de l'enfant alors que ce type de vocalisations apparait à l'âge de 4 mois environ, soit bien avant le babillage canonique (Sroufe & Waters, 1976).

1.2 Problématique et hypothèse

Dans le cadre de cette recherche, nous avons comme objectif de nous interroger sur les liens susceptibles d'exister entre le développement du langage oral de l'enfant et l'évolution acoustique du rire. La problématique de cette étude sera alors ainsi formulée : en quoi le niveau du développement du langage de l'enfant conditionne-t-il la structure acoustique du rire ? Pour répondre à ce questionnement, deux hypothèses seront éprouvées. Premièrement, nous pensons que la dynamique de l'évolution du langage conditionne la dynamique de l'évolution du rire. En considérant que la période entre 0 et 1 an correspond à une étape *pré-linguistique*, nous nous focaliserons sur l'évolution de l'étape *linguistique*, particulièrement entre 18 mois et 36 mois. C'est pourquoi nous avons choisi des âges d'observation traditionnellement reconnus comme déterminants dans le développement langagier : 18 mois, correspondant au début de l'explosion lexicale ; 24 mois, correspondant aux premières combinaisons de mots révélatrice de la phrase simple en français ; 30 et 36 mois, correspondant à la structuration syntaxique de plus en plus complexe de la parole des enfants. Deuxièmement, de même que la parole se développe et se structure au fil du temps jusqu'à se standardiser, nous pensons que les enfants standardisent leur rire. Cette structuration à la dynamique *normalisante* sera notamment caractérisée par plus de clarté, plus de structuration dans le rythme avec, par exemple, l'observation de patterns mélodiques typiques révélateurs d'une évolution se rapprochant de la structure intonative de la parole.

2 Méthodologie

2.1 Matériel, sujets, méthode

2.1.1 Corpus / Participants

Trois enfants francophones, Madeleine (MAD), Théophile (THE) et Antoine (ANT) ont été filmés à leur domicile tous les mois, en situation d'interaction naturelle avec leur entourage, entre l'âge de 12 et 36 mois. Ces enregistrements font partie du corpus de Paris¹, qui est disponible sur CHILDES². Une extraction automatique de la totalité des rires annotés dans les transcriptions a été réalisée avec le logiciel CLAN avant que les 10 premiers rires de chaque transcription soit exporté afin d'être analysés avec le logiciel PRAAT. Ces rires étaient spontanés et produits en isolation. Dans cet article, nous n'avons sélectionné que les enregistrements réalisés à 18, 24, 30 et 36 mois, soit 12 enregistrements.

¹ ANR « Acquisition du Langage et Grammaticalisation », n°JC0547273 (<http://anr-leonard.ens-lsh.fr>) – Porteuse de projet : Aliyah Morgenstern, ENS-LSH Lyon et ANR COLAJE.

² CHILDES : <http://childes.psy.cmu.edu/data/Romance/French/>

2.1.2 Analyses acoustiques

Les productions ont été échantillonnées à 44kHz, 16 bits, en mono. Le contour de *fo* a été extrait (100-1000 Hz), puis post-traité (suppression des sauts d'octave, lissage, interpolation). Chaque rire a été annoté à l'aide d'un fichier de segmentation à 4 niveaux, avec de haut en bas : 1) La segmentation du rire dans sa totalité, 2) sa segmentation en syllabes, 3) sa segmentation en phonèmes et 4) l'étiquetage des valeurs de *fo* (initiale, maximum, minimum et finale). Dans la parole de l'enfant, une suite de vocalisation est considérée comme un seul énoncé si elle ne contient aucune pause supérieure à 400 ms et dans le cas contraire, comme deux ou plusieurs énoncés (Konopczynski, 1990 : 201). Ce même critère de durée a été appliqué pour les rires. Une fois l'annotation réalisée, les 11 indices acoustiques suivants ont été extraits : la durée totale du rire (en ms), la proportion de voisement (en %), la *fo* moyenne (en Hertz), les deux points où la fréquence étaient la plus haute et la plus basse, ainsi que la fréquence fondamentale initiale et finale (en Hertz), l'intervalle entre la fréquence la plus haute et la plus basse (*fo* max- *fo* min) converti en demi-tons – en utilisant la formule de conversion suivante : $40 \cdot \log_{10}(F2/F1)$ –, le nombre de syllabes, le nombre de phonèmes et l'intensité relative (rapport de l'énergie RMS en dB par rapport au pic d'amplitude, cf. Shi & al., 1998 : 180). Enfin, le type de mélodie était codé en fonction de ses différentes inflexions (cf. Table 1, Savithri, 2000 : 234).

Montant (M)	<i>fo</i> montant du début à la fin
Descendant (D)	<i>fo</i> descendant du début à la fin
Montant-Descendant (MD)	Montée de <i>fo</i> , suivie d'une descente de <i>fo</i>
Descendant-Montant (DM)	Descente de <i>fo</i> , suivie d'une montée de <i>fo</i>
Montant-Descendant-Montant (MDM)	Montée de <i>fo</i> , suivie d'une descente de <i>fo</i> , suivie d'une montée de <i>fo</i>
Descendant-Montant-Descendant (DMD)	Descente de <i>fo</i> , suivie d'une montée de <i>fo</i> , suivie d'une descente de <i>fo</i>
Plat (P)	Pas de changement de <i>fo</i> en fonction du temps
Complexe	Plus de 3 inflexions de la courbe de <i>fo</i>

TABLE 1 – Codage du contour de *fo* (d'après Savithri, 2000 : 234).

2.1.3 Statistiques

Des analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées afin de déterminer l'effet de l'âge et du sujet sur chacun des 11 indices acoustiques étudiés. Des analyses de variance multivariée (MANOVA) ont été également menées afin d'étudier l'interaction entre les facteurs d'âge et de sujet. Dans un premier temps, nous présenterons les résultats qui varient significativement en fonction de l'âge et dans un second temps, les autres indices qui varient en fonction du sujet (regroupés par paramètres d'intensité de hauteur et de durée).

2.2 Résultats

2.2.1. Paramètres acoustiques variant avec l'âge

L'étude des contours mélodiques des rires des 3 enfants a révélé une majorité de contours MD quasiment à tous les âges (cf. Table n°2). En outre, le nombre de ces contours MD augmente avec l'âge, comme il est possible de le constater sur la figure 2. Les contours les plus fréquents après les contours MD sont les contours D (19 % de la totalité des contours produits), M (8 %), DM (4%), MDM (3%), DMD (1%) et complexes (5%) ; il n'y a pas d'occurrences de contours plats. On relève un effet significatif de l'âge sur les contours MD ($F(1,12) = 5,87 < 0,05$) et M ($F(1,12) = 0,00 = 0,05$), ce qui n'est pas le cas pour les autres contours.

		M	D	MD	DM	MDM	DMD	Plat	Complexe
MAD	18 mois	10	0	50	0	10	0	0	30
	24 mois	10	20	60	0	10	0	0	0
	30 mois	10	10	60	0	0	10	0	0
	36 mois	0	0	90	0	10	0	0	0
THE	18 mois	0	40	60	0	0	0	0	0
	24 mois	0	0	90	10	0	0	0	0
	30 mois	30	10	60	0	0	0	0	0
	36 mois	0	10	80	10	0	0	0	0
ANT	18 mois	10	10	50	20	10	0	0	0
	24 mois	0	60	40	0	0	0	0	0
	30 mois	0	50	30	10	0	0	0	10
	36 mois	20	20	40	0	0	0	0	20

TABLE 2 – Proportion de chaque type de contour (M, D, MD, DM, MDM, DMD, Plat, Complexe) chez chacun des trois enfants (en %).

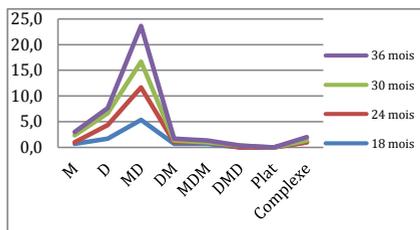


FIGURE 1 – Evolution de la proportion (en %) des types de contours de fo (M, D, MD, DM, MDM, DMD, Plat, Complexe) en fonction de l'âge chez tous les enfants.

Par ailleurs, les analyses statistiques menées ont montré un effet significatif de l'âge sur le paramètre de l'intensité relative ($F(1,118) = 2,78, p < 0,05$). Nous pouvons constater que l'intensité relative augmente en fonction de l'âge, chez les trois enfants. On relève une interaction significative entre les facteurs d'âge et de sujets ($F(1,118) = 3,97 p < 0,05$). Cet effet de l'âge est particulièrement marqué chez MAD ($F(1,40) = 9,29 < 0,05$). En effet, sur la figure n°3, nous pouvons observer une augmentation très forte de l'intensité relative de ses rires entre 18 et 30 mois, ce qui n'est pas le cas pour les deux garçons (THE : $F(1,40) = 0,54$) ; ANT : $F(1,40) = 1,21$), dont l'intensité des rires est déjà forte à 18 et 24 mois. On relève également une homogénéisation des valeurs de l'intensité relative à 30 et 36 mois pour les 3 enfants, ce qui traduit une réduction de la variabilité des rires en fonction de l'âge.

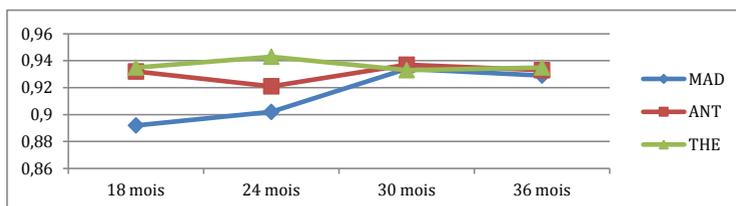


FIGURE 2 – Evolution de l'intensité relative en fonction de l'âge chez chacun des trois enfants.

2.2.2. Paramètres acoustiques variant en fonction des locuteurs

2.2.2.1. Indices relatifs à la fréquence fondamentale (*fo*) et au voisement

Bien que la *fo* moyenne générale ait tendance à baisser avec l'âge, en passant de 390 Hz à 18 mois à 364 Hz à 36 mois, cet abaissement n'est pas significatif. Il est à noter que la *fo* moyenne est plus élevée chez MAD (411 Hz) que chez THE (362 Hz) et ANT (395 Hz). En revanche, on relève une interaction significative entre l'âge et le sujet pour les indices suivants : *fo* bas ($F(1,118)=3,49, <0,05$) et *fo* initial ($F(1,118)=3,48, <0,05$). Il n'y a pas d'effet de l'âge sur les autres indices liés à la fréquence fondamentale (voisement, *fo* haut, intervalle *fomax-fomin*, *fo* final), mais on relève un effet significatif du sujet sur le *fo* moyen ($F(1,10)=2,11 <0,05$), le *fo* bas ($F(1,10)=6,18 <0,05$), le *fo* haut ($F(1,10)=6,77 <0,05$), l'intervalle *fomax-fomin* ($F(1,10)=4 <0,05$) et le *fo* final ($F(1,10)=5,32 <0,05$) ce qui indique une très grande variabilité inter-individuelle pour l'ensemble de ces indices. Ainsi, on peut noter que chez MAD et THE, l'intervalle *fomax-fomin* moyen est beaucoup plus grand que chez ANT (7,6 pour MAD, 7,4 pour THE et 4,1 pour ANT). Enfin, en ce qui concerne l'indice de voisement, le pourcentage moyen de segments non voisés est de 21 %, ce qui s'explique notamment par la présence de sons aspirés non voisés du type /h/ dans les rires (Provine et Yong, 1991).

2.2.2.2. Indices relatifs à la durée et aux segments (syllabes et phonèmes)

La durée moyenne des rires est de 844 ms et on ne relève pas d'effet significatif de l'âge et du sujet sur ses différentes valeurs. En revanche, on relève une interaction significative entre les facteurs d'âge et de sujet ($F(1,118)=2,35 <0,05$), MAD et ANT ayant tendance à produire des rires beaucoup plus long que THE (cf. Table 3). En ce qui concerne le nombre moyen de syllabes et de phonèmes, s'il a tendance à augmenter légèrement avec l'âge, cette différence n'est pas significative. Cependant, on relève un effet significatif du sujet pour chacun de ces deux indices (syllabes : $F(1,30)=5,38 <0,05$; phonèmes : $F(1,30)=4,3 <0,05$). Le nombre de syllabes est en moyenne beaucoup plus élevé chez MAD (5,6) que chez THE (2,7) et ANT (2,8) et le nombre de phonèmes, également beaucoup plus élevé chez MAD (8,3) que chez THE (4,5) et ANT (4,8).

	18 mois			24 mois			30 mois			36 mois		
	MAD	ANT	THE									
Intensité relative	0,892	0,932	0,935	0,902	0,921	0,943	0,934	0,937	0,933	0,929	0,933	0,935
Durée (ms)	1222	774	641	819	725	863	1228	1182	656	620	1267	656
fo moyen (Hz)	441	373	367	391	424	370	429	407	358	383	356	351
Voisement (%)	21,01	22,28	23,58	10,69	31,37	24,44	10,92	16,81	22,86	19,74	26,02	18,5
fo le plus bas (Hz)	343	334	283	303	356	299	370	341	272	309	274	289
fo le plus haut (Hz)	534	427	436	487	516	521	547	511	474	475	429	418
Intervalle (demi-tons)	7,6	4,19	7,44	8,43	6,31	8,67	6,86	7,04	8,62	7,27	7,95	6,13
fo initial (Hz)	383	388	370	378	459	339	409	429	329	377	400	369
fo final (Hz)	407	379	331	346	413	322	379	400	323	395	290	353
Nbre de syllabes	5,6	2,8	2,7	4,8	3,2	2,5	4,7	5,7	3,5	2,8	5,4	3,7
Nbre de phonèmes	8,3	4,8	4,5	7,4	5	5,2	6,4	7,8	6,4	3,6	7	7,2

TABLE 3 – Valeurs moyennes des 11 indices étudiés en fonction de l'âge (18, 24, 30 et 36 mois) chez chacun des trois enfants.

3. Discussion / Conclusions

Les résultats portant sur des rires spontanés, qui ont eu lieu dans un contexte d'interaction naturelle, révèlent plusieurs points intéressants. En premier lieu, on relève que l'intensité relative varie significativement en fonction de l'âge, résultat à mettre en parallèle avec l'étude de Kori (1986) qui montrait que l'intensité du rire adulte pouvait être très élevée. Il semblerait donc que ce paramètre s'élève à mesure que l'enfant grandisse. De même, les contours mélodiques des rires évoluent également avec l'âge de l'enfant, puisqu'on observe une majorité de contours MD, avec une augmentation de leur proportion en fonction de l'âge. Ces résultats sont intéressants car ils sont en contradiction avec les travaux de Savithri (2000), qui montrent que le contour mélodique le plus fréquent relevé dans le rire des adultes est le contour descendant. Notons encore qu'une baisse du *fo* moyen a été relevée en fonction de l'âge, mais cette différence n'est pas significative. Si l'on s'intéresse maintenant à la hauteur moyenne des rires, on relève une *fo* plus élevée chez MAD par rapport aux deux garçons de notre corpus, ce qui peut bien sûr s'expliquer par la différence de sexe. Ces résultats rejoignent ceux de Savithri (2000) qui avait également relevé une différence de *fo* entre le rire de l'homme et celui de la femme. Un autre point intéressant est qu'il existe une très grande variabilité inter-individuelle entre les trois enfants et que, si l'on se penche sur les analyses statistiques, on remarque que la plupart des indices acoustiques étudiés (8 indices sur 13) varient de façon significative en fonction du sujet. Cette variabilité inter-individuelle des rires a déjà été relevée chez l'adulte (Rothgänger, 1998). Hirson (1995), quant à lui, montrait que le rire se caractérisait par une tendance à l'individualisation et par une grande variabilité intra-individuelle. En raison de cette variabilité, il serait particulièrement judicieux d'augmenter le nombre de sujets étudiés, trop peu nombreux dans cette étude, ainsi que le nombre de rires analysés par enfant. Ce travail sera réalisé dans une prochaine étude, le présent article représentant une analyse préliminaire posant les bases d'une analyse à plus large échelle.

Références

- APTE, M.L. (1985). *Humor and Laughter. An Anthropological Approach*. Ithaca & London: Cornell University Press.
- BICKLEY, C. & HUNNICUTT, S. (1992). Acoustic analysis of laughter. Proc. ICSLP Banff (2), pages 927-930.
- HABERMANN (1955), cit. in Luchsinger, R.L. & Arnold, G.E., *Voice, Speech and Language*, Constable and Co. Ltd.
- HIRSON, A. (1995). Human laughter - A forensic phonetic perspective. In Braun, A. & Köster, J.P. (eds) *Studies in Forensic Phonetics*. Wissensch. Verlag Trier, pages 77-86.
- KONOPCZYNSKI, G. (1990). *Le Langage Émergent I: Caractéristiques Rythmiques*. Hambourg: Buske Verlag.
- KORI, S. (1989). Perceptual dimensions of laughter and their acoustic correlates. Proc. Intern. Confer. Phonetic Sciences Tallinn (4), pages 255-258.

- LUCHSINGER, R.L. et ARNOLD, G.E. (1965). *Voice, Speech and Language*. Constable and Co., Ltd.
- NWOKAH, E.E., HSU, H.-C., DAVIES, P. & FOGEL, A. (1999). The integration of laughter and speech in vocal communication: a dynamic systems perspective. In *J of Speech, Lang & Hearing Res*, 42, pages 880-894.
- PROVINE, R.R. (1993). Laughter punctuates speech: linguistic, social and gender contexts of laughter." In *Ethology*, 95, pages 291-298.
- PROVINE, R.R. (2003). *Le rire, sa vie, son œuvre*, Paris, Ed. Robert Laffont, 257 pages.
- PROVINE, R.R. & YONG, Y.L. (1991). Laughter: A stereotyped human vocalization. In *Ethology*, 89:115-124.
- ROTHGÄNGER, H., HAUSER, G., CAPPELLINI, A.C. & GUIDOTTI, A. (1998). Analysis of laughter and speech sounds in Italian and German students. In *Naturwissenschaften*, 85, pages 394-402.
- SROUFE, L.A. & WATERS, E. (1976). The ontogenesis of smiling and laughter : A perspective on the organization of development in infancy. *Psychological Review*, 83, pages 173-189.
- SAVITHRI, S.R. (2000). Journal of Acoustics of Laughter. *Journal of Acoustical Society of India*, vol. 28, pages 233-238.
- SHI, R., MORGAN, J. & ALLOPENNA, P. (1998). Phonological and acoustic bases for earliest grammatical category assignment: a cross-linguistic perspective. *Journal of Child Language*, 25, pages 169-201.
- TENNIS K. (2009). *The Acoustic Features of Children's Laughter*. Thèse soutenue à l'Université Vanderbilt (USA), 348 pages.
- TROUVAIN, J. (2003). Segmenting phonetic units in laughter. 15th ICPHS Barcelona.