

Prosodie et acquisition du langage chez les enfants implantés cochléaires

Marie-Thérèse Le Normand^{1,2} et Anne Lacheret³

¹Laboratoire de Psychologie et de Neurosciences Cognitives, UMR 8189, CNRS-INSERM, Université Paris Descartes

²Service d'audiophonologie et de neurologie pédiatrique, Hôpital Robert Debré, Paris

³Université Paris X, MODYCO, Institut Universitaire de France

ABSTRACT

Prosodic components of language acquisition were investigated, at six years post implantation, in five prelingual deaf speakers, implanted between 26 and 60 months. Spontaneous speech were compared in function of their implantation age in order to understand the mechanisms of cerebral plasticity for language acquisition. Recording took place in three implantation centers¹ (Paris, Montpellier and Toulouse). Results show more significantly persistent rhythmic perturbations in the group of children implanted 45 to 60 months than in the group of children implanted by 26, 27 and 37 months.

Key Words: cerebral plasticity, cochlear implant, prosody, rhythm, cognitive neurolinguistics.

1. INTRODUCTION

L'implant cochléaire s'est établi à l'échelle mondiale comme méthode de prédilection dans le traitement de la surdité infantile et celle des adultes. Ce dispositif électro-acoustique a pour objet de restituer la fonction auditive. En donnant à l'enfant sourd accès à la stimulation auditive, on lui permet d'entendre les sons de parole lors de périodes du développement qui sont cruciales pour l'acquisition du langage.

La précocité de l'implant apparaît dans la littérature comme un facteur déterminant pour le développement du langage, Fryauf-Bertschy et coll [3], Geers et coll [4], Tye-Murray et coll [18], Nikolopoulos et coll, [15], Nicholas and Geers, [14], Adi-Bensaid & Bat-el O [1], Molina et coll [13], Tomblin et coll [19].

Un consensus s'est actuellement instauré pour pratiquer l'implantation chez l'enfant jeune, avant 3 ans, voire même plus précocement Kileny et coll [7] Gillis et coll [5], Govaerts et coll [6]. En effet, un âge d'implantation plus précoce, avant 18 mois, voire même 12 mois apparaît comme un âge décisif pour l'acquisition du langage. Néanmoins, la question demeure de savoir sur quelle tranche d'âge s'étend la période « sensible » d'exposition à une langue.

Les enfants sourds implantés au-delà de deux ans commencent à recevoir de l'input auditif et linguistique

relativement tardivement et ne disposent pas du point de départ optimal servant à mettre en place les composantes de la prosodie. D'où la question suivante : la production verbale des enfants implantés, même ralentie, va-t-elle se situer dans des variations normales de développement et dans le cas où le processus est différent, à quel niveau les différences se situent ?

Une étude prosodique du langage des enfants implantés cochléaires est cruciale pour deux raisons : (1) elle intervient d'emblée (in utero) chez l'enfant entendant dans les processus perceptifs et communicationnels. Dès les premiers mois, une capacité perceptive des sons de la parole permet au bébé de reconnaître certains mots de sa langue par la prosodie avec ses aspects rythmiques et mélodiques, qui ont un impact significatif sur les premières productions de la parole spontanée, Behrens [2], Snow and Balog [16], Vihman et coll [20] (2) il s'agit d'un module transversal qui affecte tous les systèmes de traitement linguistique dans leurs aspects structuraux et fonctionnels. Dans ce travail, nous nous sommes focalisées sur les contraintes rythmiques sous-jacentes à la structuration prosodique. La question pour nous a été de voir si les contraintes de tempo (accélération, ralentissement) et d'équilibre rythmique (principe d'équivalence, de progression, de clash accentuel) qui conditionnent les productions prosodiques, Lacheret et Beaugendre [8] Padeloup [16] sont ou non altérées. Il s'est agi ensuite de caractériser formellement les schémas déviants et de voir dans quelle mesure les perturbations interagissent plus ou moins étroitement avec les constructions morphosyntaxiques.

Après une description des principes de l'implantation cochléaire (section 2.1), nous présentons le corpus d'étude et la méthodologie retenue pour la transcription (section 2.2, 2.3, 2.4). Les résultats commentés sont exposés dans la section 3: les observations qui émergent de l'ensemble des locuteurs étudiés (5 enfants implantés de 26 à 60 mois) nous ont conduites à réfléchir sur chaque locuteur individuellement pour essayer de mieux comprendre l'impact de l'âge d'implantation sur les erreurs prosodiques.

2. L'IMPLANTATION COCHLEAIRE PEDIATRIQUE

2.1. Principes de l'implant cochléaire

Le fonctionnement cochléaire et la physiopathologie des surdités profondes sont mal connus jusqu'en 1930, année durant laquelle il a été démontré que le rôle essentiel de la cochlée était de transformer une énergie

¹ Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un programme de recherche coordonné par le Centre Technique National d'Etude et de Recherche sur les Handicaps et les Inadaptations (CTNERHI) qui a reçu de la Direction des Affaires Sociales la mission de suivre une cohorte de 50 enfants sourds prélingaux implantés sur une période de 10 ans.

acoustique en énergie électrique. L'idée de stimuler directement les terminaisons nerveuses auditives restantes par un message électrique est apparue dans les années 50. Après une période de développement menée essentiellement chez l'adulte sourd profond, l'application de la technologie des implants cochléaires aux enfants n'a commencé réellement qu'au début des années 90. Depuis l'implant cochléaire pédiatrique est entrée dans le domaine "thérapeutique" à part entière. Les bénéfices de l'implantation cochléaire pédiatrique ne doivent pas masquer les variations individuelles. Ces variations dépendent de nombreux facteurs souvent intriqués les uns aux autres pour un même enfant. Parmi ceci, nous avons retenu l'âge d'implantation : la précocité de l'implantation cochléaire de l'enfant prélingual est l'un des facteurs prédictifs majeurs vis-à-vis des bénéfices perceptifs, expressifs et langagiers. Ce constat doit inciter à une politique de dépistage néonatal afin de permettre une prise en charge de la surdité la plus précoce possible. La prise en charge rééducative, qui constitue un coût social important, est considérée comme utile, mais les techniques utilisées souffrent d'une carence d'évaluation objective qui permettrait l'utilisation optimale de l'implant cochléaire.

2.2. Corpus d'étude

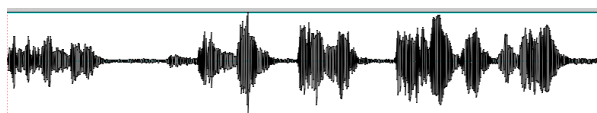
Cinq échantillons de parole naturelle ont été recueillis dans un contexte de livres d'images Mercier [12], Le Normand [9], Le Normand et coll [10] et analysés selon les conventions CLAN du CHILDES McWhinney [11]. Les 5 sujets observés ont été implantés respectivement à 26 et 27 mois (loc A & B), 37 mois, (loc C), 45 mois (loc D) et 60 mois (loc E).

2.3. Transcription et système d'annotation

La transcription a été effectuée sous PRAAT sur les bases de la perception des proéminences terminales de mots. Chaque transcription comprend 4 paliers:

- P1 : segmentation en groupes intonatifs (GI)
 - P2 : classification des événements prosodiques en groupes bien formés ou perturbés (voir section 2.4)
 - P3 : numéro du GI dans la séquence
 - P4 : nombre de syllabes par GI
- Soit pour illustration :

(...) le petit chien/ i cherche/ grenouille/dans le nid/ de abeilles/ (...)



le petit chien	i cherche	grenouille	dans le nid	de abeilles
AM	AM	OK	SA	OK
GI 69	GI 70	GI 71	GI 72	GI 73
4	2	2	3	3

Figure 1 : découpage en groupes intonatifs sous PRAAT. Sur l'axe des abscisses : le temps, sur l'axe

des ordonnées : les variations de la fréquence fondamentale

2.4. Diagnostic des erreurs

Différentes classes d'erreurs ont été répertoriées – segmentales vs suprasegmentales ainsi que des problèmes de qualité vocale, ces derniers étant très fréquents dans nos corpus. Pour ce qui est spécifiquement des erreurs prosodiques, notre objet d'étude ici, elles peuvent être de nature strictement phonologique ou interagir avec des contraintes morphosyntaxiques, voire pragmatiques. Pour illustration : 3 syllabes longues contiguës (*regarde grenouille*) entraînent une incongruité strictement formelle de nature phonologique. En revanche, la différence des proéminences dans (*le petit*) génère une incongruité clairement morphologique (*le* inaccentuable est accentué alors que *petit* accentogène ne l'est pas). De même, l'erreur perçue dans l'accentuation de la séquence dans le *nid des abeilles* (SW et non WS²) résulte du non alignement entre les frontières syntaxiques et l'accentuation. Enfin, le marquage des modalités épistémiques pose aussi souvent problème (ex. un contour de question associé à un énoncé assertif). Nous avons choisi pour cette communication de nous centrer exclusivement sur 3 types d'erreurs :

Les erreurs phonétiques qui génèrent des **allongements syllabiques** (AS) incongrus, *i.e.* des allongements de plus de 50% par rapport à la durée de référence, cette dernière étant calculée par rapport à la distribution de la syllabe en cours de traitement, finale ou interne de groupe (ex. dans *le chien*, la syllabe est accentuable, donc allongeable, cet allongement ne doit pas excéder 50% de la même syllabe en contexte inaccentué).

Les erreurs d'**accents morphologiques** (AM) associées à une construction erronée de pieds métriques (WS → SW) ; dans ces contextes, l'accent du mot accentogène est reporté sur son dépendant non accentuable (ex. dans *le chien cherche*, le déterminant reçoit un accent alors que le nom n'est pas proéminent).

Les erreurs **intonosyntaxiques** pour lesquelles les hiérarchies de frontières prosodiques et syntaxiques ne s'alignent pas et donnent lieu à une suraccentuation (SA). Cette dernière se caractérise par la réalisation d'un contour majeur à l'intérieur d'un syntagme (ex. *le chien surveille* ↑↑ *petite grenouille*).

RESULTATS ET DISCUSSION

La base de données (22 minutes de parole enregistrées) qui résulte de ce travail comprend au total 2106 mots, 623 groupes intonatifs (GI).

Pour ce qui est de l'analyse globale des productions, la figure 2 fait clairement émerger deux groupes de

² Où 'S' et 'W' désignent respectivement des syllabes fortes (strong) et faibles (weak).

locuteurs : les locuteurs A, B et C (âge d'implantation 26, 27 et 37 mois) avec un taux moyen de GI bien formés qui s'élève à 85% et de GI perturbés à 15%, et les locuteurs D et E (âge d'implantation 45 et 60 mois) chez qui le taux de GI bien formés n'est seulement que de 20% alors que le taux moyen de GI perturbé atteint 80%.

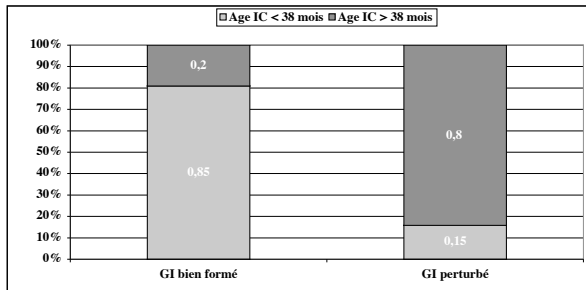


Figure 2. Taux des GI bien formés et perturbés des locuteurs implantés cochléaires en fonction de l'âge d'implantation < à 38 mois et > à 38 mois

Etant donné l'âge des locuteurs C et D qui différencie nettement les deux groupes, on peut poser l'hypothèse (H1) que l'âge pour une implantation optimale se situe entre 38 mois et 44 mois.

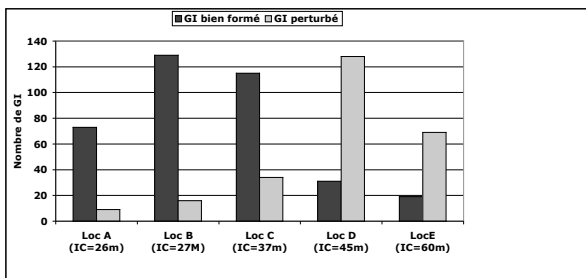


Figure 3. Distribution des GI bien formés et perturbés des cinq locuteurs implantés cochléaires en fonction de l'âge d'implantation

Concernant le type d'erreur diagnostiquée, d'une manière générale, un premier regard sur la figure 4 nous conduit également à faire émerger deux classes de locuteurs : A, B, C d'un côté et D, E de l'autre. Les erreurs intonosyntaxiques (SA), effectivement n'apparaissent que chez les locuteurs D et E, et les erreurs d'accent morphophonologiques (AM) sont clairement plus abondantes chez ces sujets. En revanche les incongruités d'allongement syllabique (AS) ne semblent pas être corrélées à l'âge d'implantation (voir la différence entre les locuteurs E et C). Ceci nous amène à formuler une seconde hypothèse (H2) selon laquelle l'âge d'implantation ne joue pas sur les erreurs purement phonétiques pour lesquelles des procédures de rééducation fonctionnelle pourront être mises en place afin de pallier ce type de déficience. En revanche, l'âge intervient de façon cruciale en ce qui concerne l'ensemble des erreurs fonctionnelles, i.e. les erreurs qui perturbent l'actualisation correcte de patrons syntaxiques et, par voie de conséquence, qui altèrent la fonction communicative.

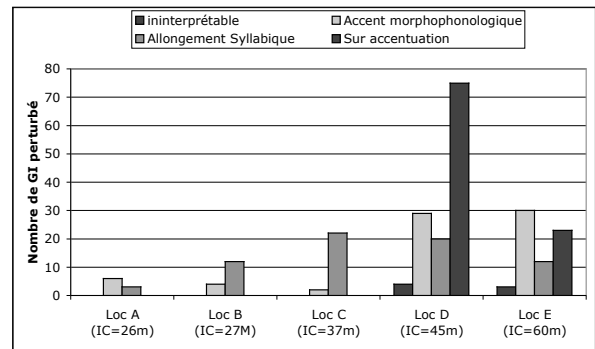


Figure 4. Distribution des erreurs prosodiques des cinq locuteurs implantés cochléaires en fonction de l'âge d'implantation

Qu'en est-il en pratique de ces constats et de l'hypothèse posée ? Dans quelle mesure les profils prosodiques détaillés de chaque enfant nous permettent de préciser nos hypothèses dans un sens ou dans un autre ? Une lecture plus approfondie de la figure 4 montre que si les profils prosodiques individuels des locuteurs A, B et C sont équivalents, ce n'est pas le cas chez les locuteurs D et E. Dans le premier groupe, ce sont les perturbations rythmiques : tempo ralenti avec des allongements excessifs de syllabes (la durée syllabique pouvant aller jusqu'à 500 ms.) qui dominent. A noter malgré tout, un trait particulier du locuteur C, qui milite en faveur de H2 : le tempo de ce sujet est accéléré lorsqu'il doit programmer des énoncés syntaxiquement complexes. Ce processus conduit à voir le locuteur C comme un sujet intermédiaire parmi les 4 autres locuteurs (A, B vs D, E) il préfigure les erreurs fonctionnelles graves que l'on pourra trouver chez les locuteurs implantés après 3 ans et demi et dont D et E témoignent. On trouve en effet chez ces derniers de nombreux contextes de clashes accentuels et de sursegmentation syntaxique (SA). Tout se passe comme si ces locuteurs implantés tardivement étaient passés à côté d'une période sensible pendant laquelle l'enfant fait l'apprentissage des contraintes syntaxiques qui pèsent sur la segmentation prosodique (en particulier les premiers assemblages de mots et l'alignement entre frontières fortes et faibles : *(le garçon et le chien)*.

L'âge d'implantation traduirait donc le degré d'organisation de la plasticité fonctionnelle du cortex auditif à travers des processus de traitement intonosyntaxique qui seraient plus rapides et plus plastiques quand l'enfant a été implanté durant la période d'acquisition naturelle du langage.

3. CONCLUSION

Cette étude montre les effets de l'âge d'implantation sur la production prosodique chez cinq locuteurs sourds profonds. Les résultats confirment un bon profil intonosyntaxique chez les locuteurs A, B, C, dont l'âge d'implantation varie de 26 à 37 mois, mais des perturbations persistantes chez les locuteurs D et E, dont l'âge d'implantation varie de 45 à 60 mois. En revanche les caractéristiques prosodiques au niveau phonétique et morphophonologique restent affectées à

des degrés divers pour l'ensemble des enfants. En pratique, les erreurs purement phonétiques (AS) sont à géométrie variable et touchent tous les sujets y compris les enfants implantés tôt. Les profils prosodiques des enfants implantés après 37 mois révèlent davantage d'anomalies structurales et fonctionnelles (anomalies morphophonologiques, suraccentuation syntaxique) que ceux des enfants implantés avant 37 mois à 6 ans post implant. Ces anomalies semblent être le résultat de perturbations locales très spécifiques et peu plastiques. Pour approfondir ce mécanisme de plasticité cérébrale de la prosodie des enfants implantés cochléaires en fonction de l'âge d'implantation que l'étude conduite ici nous a permis d'aborder, il conviendra de conduire des études sur de grandes cohortes d'enfants suivis à plus long terme.

4. BIBLIOGRAPHIE

- [1] L. Adi-Bensaid and O. Bat-el. The development of the prosodic word in the speech of a hearing-impaired child with a cochlear implant device, *Journal of Multilingual Communication Disorders*, 2: 187-206, 2002.
- [2] H. Behrens and U. Gut. The relationship between prosodic and syntactic organization in early multiword speech. *Journal of Child Language*, 32: 1-34, 2005.
- [3] H. Fryauf-Bertschy R. Tyler D. Kelsay B. Gantz and G. Woodworth. Cochlear implant use by prelingually deafened children: The influences of age at implant and length of device use. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40:183-199, 1997.
- [4] A. E. Geers J. G. Nicholas and A.L. Sedey. Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, 24 : 46S-58S, 2003.
- [5] S. Gillis K. Schauwers and P. Govaerts. Babbling milestones and beyond: early speech development in CI children, in *Language Acquisition In Young Children With a Cochlear Implant* (Vol. 102, pp. 23). Universiteit Antwerpen: Antwerp papers in Linguistics, 2002.
- [6] P.J. Govaerts C. De Beukemaer K. Daemers, G. De Ceulaer M. Yperman T. Somers L. Schatteman and F.E. Offeciers. Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology & Neurotology*, 23:885-890, 2002.
- [7] P. Kileny T. Zwolan and C. Ashbaugh. The influence of age at implantation on performance with a cochlear implant in children. *Otology & Neurotology*, 22:42-46, 2001.
- [8] A.Lacheret-Dujour and F. Beaugendre. *La prosodie du Français*, Paris, Editions du CNRS.1999.
- [9] M.T. Le Normand. Evaluation de la production spontanée du langage oral et de l'activité sémantique du récit chez l'enfant d'âge préscolaire, *Rééducation Orthophonique*, 231: 53-72, 2007.
- [10] M.T Le Normand C. Parisse and H. Cohen. Lexical diversity and productivity in French speaking children, *Clinical Linguistics and Phonetics*, 22:47-58, 2008.
- [11] B. Mc Whinney. *The Childes Project: Tools for Analyzing Talk*, Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey, 2000.
- [12] M. Mercier. *Frog where are you ?* New York, Dial Books, 1969.
- [13] M. Molina A. Huarte F. J. Cervera-Paz M. Manrique and R. Garcia-Tapia. Development of speech in 2-year-old children with cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47, 177-179, 1999.
- [14] J.G. Nicholas and A.E. Geers. Why they catch up ? the role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 50, 1048-1062, 2007.
- [15] T. P. Nikolopoulos G.M. O'Donoghue and S. Archbold. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope*, 109, 595-599, 1999.
- [16] V. Padeloup. *Modèle de règles rythmiques du français appliqué à la synthèse de la parole*, Thèse de doctorat, Université de Provence Aix-Marseille1, 1990.
- [17] D. Snow and H.L. Balog. Do children produce the melody before the words ? A review of developmental intonation research. *Lingua*, 112, 1025-1058, 2004.
- [18] N. Tye-Murray and L. Spencer and G. Woodworth. Acquisition of Speech by Children Who Have Prolonged Cochlear Implant Experience. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 327-337, 1995.
- [19] J.B. Tomblin B.A. Barker L.J. Spencer X. Zhang X and B.J. Gantz. The effect of age at cochlear implant initial stimulation on expressive language growth in infants and toddlers, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 48, 853-867. 2005.
- [20] M.M. Vihman R.A. DePaolis and B. L. Davis. Is there a "trochaic bias" in early word learning ? Evidence from infant production in English and French. *Child Development*, 69, 935-949, 1998.