

Université de Montréal

**Développement des habiletés linguistiques chez les
enfants porteurs d'un implant cochléaire**

par

Louise Duchesne

École d'orthophonie et d'audiologie

Faculté de médecine

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures

en vue de l'obtention du grade de Ph.D.

en Sciences biomédicales

option orthophonie

Décembre 2008

© Louise Duchesne, 2008

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Développement des habiletés linguistiques chez les enfants porteurs d'un implant
cochléaire

présentée par :
Louise Duchesne

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Yves Joanette, président-rapporteur
Ann Sutton, directrice de recherche
François Bergeron, co-directeur
Phaedra Royle, membre du jury
Alice Eriks-Brophy, examinatrice externe
Louise Getty, représentante du doyen de la FES

Résumé

Cette thèse examine le développement du langage des enfants sourds qui ont reçu un implant cochléaire (IC) en bas âge. Une première étude rapporte une revue systématique qui avait pour but d'évaluer les connaissances actuelles concernant le développement du vocabulaire et de la grammaire chez les enfants qui ont reçu un IC avant l'âge de trois ans. Vingt-huit études ont été sélectionnées; une analyse descriptive de même qu'une méta-analyse ont été effectuées séparément pour chaque aspect du langage évalué (vocabulaire et grammaire, aspect réceptif et expressif). Au résultat, en dépit de la variabilité observée dans les études, il appert que l'implant cochléaire influence positivement le développement langagier; toutefois, seule une minorité de participants aux études a atteint des niveaux de langage comparables à ceux d'enfants entendants de même âge chronologique. La majorité des enfants continuent de présenter divers degrés de retard de langage, tant au plan réceptif qu'expressif, et ce, après jusqu'à cinq années de port de l'appareil. Les résultats suggèrent aussi, malgré la variabilité observée dans les études, que les bénéficiaires langagiers sont influencés par le fait de recevoir l'implant à deux ans plutôt qu'à trois ans.

À partir des tendances retrouvées dans la littérature, les habiletés de vocabulaire et de grammaire chez 27 enfants qui ont reçu l'implant cochléaire en bas âge (entre 8 et 28 mois) ont été comparées avec celles d'un groupe d'enfants entendants, en utilisant des outils d'évaluation standardisés. Alors que les résultats de groupe montrent que les enfants qui reçoivent un IC autour de l'âge de deux ans atteignent des niveaux de langage dans les limites de la normale, les résultats individuels d'un sous-groupe formé de enfants les plus âgés font état de quatre profils de développement, soit des niveaux de langage dans les limites de la normale pour l'ensemble des composantes, un retard généralisé à l'ensemble des composantes, des habiletés lexicales dans la norme assorti d'un retard morphosyntaxique et enfin un profil atypique montrant des disparités importantes à travers les composantes du langage. Dans trois des quatre profils, la compréhension des phrases

était particulièrement faible. Ces résultats suggèrent que le fait de recevoir un implant cochléaire entre l'âge d'un et deux ans ne garantit pas l'atteinte de niveaux de langage dans les limites de la normale malgré une expérience de port de l'appareil d'une durée appréciable.

Une étape antérieure du développement linguistique a été examinée de plus près dans la troisième étude. La taille et la composition du vocabulaire expressif de onze enfants ayant reçu un IC à un âge moyen de 15 mois ont été comparées à celles de l'échantillon d'enfants entendants ayant servi à établir les normes en français québécois pour le questionnaire Mots et énoncés des *Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication* (IMBDC). Les scores d'âge équivalent selon la taille totale du vocabulaire des enfants avec IC étaient supérieurs à l'âge auditif (correspondant à la durée de port de l'appareil) mais inférieurs à l'âge chronologique. La représentation grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire des enfants avec IC suit la tendance observée dans la norme. Ces résultats suggèrent que le profil lexical des enfants avec implant est très similaire à celui des enfants entendants lorsque le nombre total de mots acquis est le même.

Les résultats de cette thèse suggèrent que l'implant peut, de manière générale, avoir un effet « normalisant » sur le langage ; toutefois, il semble que l'amélioration de l'accès auditif ne suffise pas pour rattraper à coup sûr le niveau de langage des pairs entendants dans l'ensemble des composantes du langage. Alors que les habiletés lexicales se rapprochent du profil typique, les habiletés de compréhension morphosyntaxique sont fortement atteintes chez une majorité d'enfants, suggérant un profil apparenté à un trouble de langage.

Mots-clés : acquisition du langage, développement lexical, développement morphosyntaxique, implant cochléaire, déficience auditive, enfants d'âge préscolaire et scolaire, revue systématique, méta-analyse

Abstract

This dissertation examines language development in children who received a cochlear implant (CI) at a young age. A systematic review studied the main outcomes reported in the literature concerning vocabulary and grammar development of profoundly deaf children who received a CI before the age of 3 years. A total of 28 studies met inclusion criteria. Studies varied widely in participant characteristics, assessment tools, study designs, and overall methodological quality. A descriptive synthesis and a meta-analysis were completed separately for each language domain (receptive and expressive vocabulary and grammar). Results showed a positive impact of cochlear implantation on language development, but only a minority of children achieved language levels on par with their hearing age-mates. The majority of the children involved in the primary studies continued to exhibit varying levels of delay in receptive and expressive vocabulary and grammar after up to 5 years of cochlear implant use. Results showed that the minority of children who achieved language levels on par with hearing children were likely to have received their implant by the age of two, thus suggesting that age at implantation influences language achievement.

A second study examined receptive and expressive vocabulary and grammar achievement of 27 French-speaking children who received a CI between the age of 8 and 28 months. Standardized measures were administered and the language levels attained by children with CIs were compared with those of the normative sample of same-age hearing peers for each measure. As a group, children exhibited language levels within normal limits on all standardized language measures. Examination of individual patterns in a subgroup of children revealed 4 different language profiles: a) normal language levels in all domains, b) general language delay, c) vocabulary within the norm with morphosyntactic delay, and d) an atypical profile (discrepancies across language domains). In three of these profiles, comprehension of sentences was impaired. Findings suggest that receiving a cochlear

implant between the age of 1 and 2 years does not ensure that language abilities will be within normal limits after up to 6 years of experience with the implant.

An earlier stage of formal language was examined in the third study. Vocabulary size and grammatical composition in 11 children who received their CI at a mean age of 15 months were compared to that of the Quebec French normative sample for the Words and Sentences questionnaire of the *MacArthur-Bates Communicative Development Inventories* (MBCDI). Results showed that age equivalent scores according to total vocabulary size were superior to hearing age (equivalent to the duration of device use) but inferior to chronological age. Distribution of grammatical categories according to vocabulary size followed the same pattern as in the normative sample. These results suggest that the lexical profile of children with implants was very similar to that of normally-hearing children who had the same number of words.

Taken together, results of this dissertation suggest that the cochlear implant can have a “normalizing” effect on language. However, they also suggest that improved access to auditory input does not seem sufficient to allow children to attain language levels within normal limits in all components. Whereas early lexical abilities were comparable to typical development, receptive morphosyntactic abilities remain severely impaired in a majority of children.

Keywords: language acquisition, lexical development, morphosyntactic development, cochlear implant, hearing impairment, preschool and school-aged children, systematic review, meta-analysis

Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Table des matières.....	vii
Liste des tableaux.....	xii
Liste des figures.....	xiv
Liste des sigles, acronymes et abréviations.....	xvi
Remerciements.....	xix
Chapitre 1 : Introduction.....	1
1.1 L’impact de la déficience auditive sur l’acquisition du langage.....	2
1.2 L’implant cochléaire : un outil de « remplacement » du mécanisme auditif.....	3
1.3 Les perspectives théoriques sur le développement du langage chez les enfants qui présentent une surdité.....	7
1.4 L’état de la situation concernant le développement du langage chez les enfants porteurs d’un implant cochléaire.....	13
1.5 Une analyse en trois volets du développement linguistique des enfants porteurs d’un implant cochléaire.....	15
1.5.1 Les tendances du développement linguistique telles que rapportées dans la littérature à ce jour.....	17
1.5.2 Les tendances du développement linguistique telles que montrées par un groupe d’enfants ayant reçu un implant en bas âge.....	19
1.5.3 L’exploration de l’entrée dans le système linguistique formel : l’acquisition du vocabulaire.....	21
Chapitre 2: Language Development in Young Children who Received Cochlear Implants: A Systematic Review.....	23
2.1 Abstract.....	25
2.2 Introduction.....	26

2.10 Conclusion	90
2.11 Acknowledgments.....	91
2.12 References	91
Appendix A	106
Appendix B	108
Appendix C	113
Appendix D	124
Chapitre 3: Language Achievement in Children who Received a Cochlear Implant between One and Two Years of Age: Group Trends and Individual Patterns	129
3.1 Abstract	131
3.2 Introduction	132
3.3 The current study	135
3.4 Method	137
3.4.1 Participants.....	137
3.4.2 Language measures	143
3.4.3 Additional variables: social functioning, auditory and speech assessment.....	145
3.4.4 Procedures	147
3.4.5 Data analysis	147
3.5 Results	149
3.5.1 Comparisons with the normative sample	149
3.5.1.1 Group results	149
3.5.1.2 Individual patterns.....	151
3.5.2 Variables associated with language outcomes	155
3.5.3 Individual performance: validation of group trends and developmental profiles	160
3.6 Discussion	161
3.7 Clinical implications	169
3.8 Limitations of the study and future research directions	169

3.9	References	171
3.10	Author Note.....	180
3.11	Funding	181
Chapitre 4 : Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire		182
4.1	Résumé.....	184
4.2	Introduction	185
4.2.1	Développement typique du vocabulaire.....	187
4.2.2	Aspects méthodologiques et cliniques	190
4.3	Objectifs et hypothèses	192
4.4	Méthodologie	194
4.4.1	Participants.....	194
4.4.2	Instrument de mesure du vocabulaire	197
4.4.3	Procédures.....	197
4.4.4	Traitement des données.....	198
4.4.5	Analyse des données	198
4.5	Résultats	200
4.5.1	Comparaison avec la norme – âge équivalent à la taille du vocabulaire	200
4.5.2	Analyse quantitative de la distribution grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire	202
4.5.3	Analyse qualitative de la distribution grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire	206
4.5.4	Lien entre la taille du vocabulaire et les variables reliées à l'âge à l'activation et au degré d'habiletés auditives	211
4.6	Discussion	212
4.7	Implications cliniques	221
4.8	Limites de l'étude et pistes de recherche	221
4.9	Références	223

4.10 Note de l'auteur.....	233
Chapitre 5 : Discussion générale.....	234
5.1 Les questions importantes de l'acquisition	234
5.2 Discussion	236
5.2.1 Vulnérabilité de la morphosyntaxe	241
5.2.2 Explications possibles des difficultés morphosyntaxiques	243
5.2.3 La période critique pour l'acquisition	246
5.2.4 Le rôle de l'input et de l'apprentissage explicite	249
5.3 Limites de la recherche	252
5.4 Pistes de recherche à développer.....	253
Bibliographie.....	257
Annexe : Lettre de recrutement, feuillet d'information, formulaire de consentement.....	I

Liste des tableaux

Chapitre 2: Language Development in Children who Received Cochlear Implants: A Systematic Review

Table I. Selection Criteria for Inclusion/Exclusion of Articles.....	39
Table II. Characteristics of the studies: designs, languages, assessment and scores (number of studies).....	42
Table III. Evidence Table for Receptive Vocabulary	47
Table IV. Evidence Table for Receptive Language	53
Table V. Evidence Table for Expressive Vocabulary	58
Table VI. Evidence Table for Expressive Grammar	64
Table VII. Evidence Table for Expressive Language	69
Table VIII. Evidence Table for Overall Language Assessment	75
Table IX. Number of studies and total number of participants included in the meta-analysis, and mean effect size value (g) and its interpretation for each language domain.	80

Chapitre 3: Language Achievement in Children who Received a Cochlear Implant between the age of 8 and 28 months: Group Trends and Individual Patterns

Table I. Characteristics of the Participants in the Study ($n = 27$)	138
Table II. Mean, Standard Deviation, and Range for Age-related Variables in Groups A and B	141
Table III. Language, Social, Auditory and Speech Scores for Group A (3-4 years), Group B (5-8 years), and Total Group (Percentiles, Standard Scores, or Percent Correct)	150
Table IV. Correlations (Spearman) Between Receptive and Expressive General Language Measure (RDLS) and Variables Related to Age, Functional Use of the Implant and Social Skills (r_s coefficients).....	156
Table V. Correlations (Spearman) Between Standardized Language Measures and Variables Related Functional Use of the Implant (auditory and speech skills) and Social Skills (r_s coefficients).....	158

Table VI. Correlations (Spearman) Between Standardized Language Measures in Group B	159
--	-----

Chapitre 4 : Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire

Tableau I. Participants : sexe, marque d'implant et stratégie de codage, âge à l'activation, âge chronologique, durée de port ; scores au MAIS et au IMBDC ($n = 11$)	201
Tableau II. Proportion de mots dans chaque catégorie grammaticale en fonction des premiers mots acquis.....	204
Tableau III. Mots constituant les 189 premiers mots acquis par les enfants avec implant et les 216 premiers mots acquis chez les enfants entendants.....	207
Tableau IV. Verbes acquis chez les enfants avec implant faisant partie des 155 premiers mots chez les entendants	211

Liste des figures

Chapitre 1 : Introduction

Figure 1. Le fonctionnement d'un implant cochléaire	4
Figure 2. Situation des théories de l'acquisition sur le continuum biologie/environnement (phénotype) et le continuum cognitif (domaine spécifique/général)	12

Chapitre 2: Language Development in Children who Received Cochlear Implants: A Systematic Review

Figure 1. Screening and Selection Process of Retrieved References	37
---	----

Chapitre 3: Language Achievement in Children who Received a Cochlear Implant between the age of 8 and 28 months: Group Trends and Individual Patterns

Figure 1. Individual results 3 and 4 year old subgroup – standardized receptive vocabulary assessment (EVIP)	152
Figure 2. Individual results 5 to 8 years-old subgroup – standardized receptive vocabulary assessment (EVIP)	152
Figure 3. Individual results 5 to 8 years-old subgroup – standardized expressive vocabulary assessment (EOWPVT-R).....	153
Figure 4. Individual results Group B (5 to 8 years) – standardized receptive grammar assessment (comprehension of concepts (TACL-R WC); comprehension of morphemes (TACL-R GM); comprehension of syntactic constructions (TACL-R ES)	154

Chapitre 4 : Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire

Figure 1. Nombre de mots produits en fonction de l'âge chronologique et auditif ($n = 11$)	200
Figure 2. Composition grammaticale du lexique en fonction de sa taille ($n = 11+$ ensemble du questionnaire).....	203

Figure 3. Pourcentage de mots acquis dans chacune des catégories grammaticales dans les
189 premiers mots des enfants avec implant et les 155 premiers mots et 216 premiers
mots chez les enfants entendants 206

Liste des sigles, acronymes et abréviations

ASHA: *American Speech-Language-Hearing Association*

CHU : Centre hospitalier universitaire

CHUQ : Centre hospitalier universitaire de Québec

CI: *Cochlear implant*

CSBS: *Communicative and Symbolic Behavior Scales*

EOWPVT-R: *Expressive One-Word Picture Vocabulary Test – Revised*

EVIP : Échelle de vocabulaire en images de Peabody

GU : Grammaire universelle

IC : implant cochléaire

IMBDC : Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication

IQ: *Intellectual quotient*

IRD PQ : Institut de réadaptation en déficience physique de Québec

IT-MAIS: *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*

K: *Kindergarten*

M: *Mean*

MAIS: *Meaningful Auditory Integration Scale*

MBCDI: *MacArthur-Bates Communicative Development Inventories*

MLU: *Mean Length of Utterances*

MUSS: *Meaningful Use of Speech Scale*

PPVT: *Peabody Picture Vocabulary Test*

RDLS: *Reynell Developmental Language Scales*

SD: *Standard deviation*

SLI: *Specific language impairment*

TACL-R: *Test for Auditory Comprehension of Language-Revised*

WC: *Word classes*

GM: *Grammatical morphemes*

ES: *Elaborated sentences*

VABS: *Vineland Adaptive Behavior Scale*

« *Your tale, sir, would cure deafness* »
(Shakespeare, *The Tempest*, acte 1, scène 2)

Remerciements

J'aimerais en tout premier lieu remercier les parents qui ont accepté avec empressement de participer à cette recherche et leurs enfants qui ont patiemment accepté de faire des jeux un peu « plates » avec moi.

De sincères remerciements vont :

À Ann Sutton, ma directrice de recherche, pour sa disponibilité, son écoute et sa générosité (et aussi pour son rôle dans l'amélioration de mon anglais ...)

À François Bergeron, mon co-directeur, pour ses commentaires toujours judicieux ;

Aux intervenants du programme déficience auditive et implant cochléaire de l'IRD PQ, pour le support lors du recrutement ;

À l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRD PQ), pour le soutien financier (mais aussi pour tellement plus : pouvoir dormir tranquille à l'abri des soucis financiers et professionnels durant la majeure partie de ses études, ça n'a pas de prix).

Et aussi :

Aux filles du CIGI, le centre de documentation de l'IRD PQ, pour leur célérité ;

Aux consœurs et confrères du séminaire ORA-7010/7020 (Josée, Brigitte et les autres, cette bande de cliniciens aguerris qui retournaient sur les bancs de l'école...un véritable groupe de soutien, parfois même de thérapie...), pour l'écoute et l'amitié ;

À Bernadette Ska, pour les conseils ;

Au Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH) et au Fonds de recherche sur la société et la culture (FQRSC) pour le support financier (et pour le *boost* de confiance en soi) ;

Au Centre de recherche du CHU Sainte-Justine, pour le premier « encouragement comptable » ;

Sans oublier :

À mon grand ami Jean-François, pour le second chez-moi à Montréal et pour l'appui enthousiaste et inconditionnel (et aussi pour les *pep-talk* de cuisine) ;

À mes amis, pour m'avoir écoutée me plaindre de mes échecs et me vanter de mes réussites ;

Et enfin,

à Bernard O., pour m'avoir « endurée » durant les quatre dernières années mais surtout, pour avoir toujours cru en moi, souvent beaucoup plus que moi-même.

Chapitre 1 : Introduction

Pour les enfants qui naissent avec une surdité grave, l'acquisition du langage représente un défi de taille. Pour les parents et les intervenants tels que les orthophonistes, audiologistes, éducateurs et enseignants, cette question se situe au premier plan des préoccupations. La perte auditive grave est le plus souvent une déficience sensorielle, qui entraîne une incapacité sur le plan de la détection des sons. Cette incapacité que l'on peut qualifier de « primaire », parce qu'elle touche l'intégrité d'un système organique – l'audition – implique une cascade d'autres incapacités, qui, pour être « secondaires », n'en demeurent pas moins source importante de difficultés dans la réalisation des habitudes de vie qui concernent la communication et de ce fait, font obstacle à une pleine participation sociale. Cette cascade d'incapacités touche la perception et la production des sons de la parole, le langage, la communication, de même que la socialisation. Dans une perspective plus large, l'incapacité touche également la scolarisation et la réussite scolaire et ultimement, les perspectives d'emploi et l'inclusion sociale.

Un enfant qui présente une surdité a ainsi besoin d'intervention précoce, afin d'atténuer, dans la mesure du possible, la cascade de difficultés qui découle de la déficience auditive. L'implant cochléaire s'est avéré à ce jour une solution performante d'amélioration de l'audition pour les personnes qui présentent une surdité sévère à profonde. Ce type d'aide auditive est utilisé auprès d'adultes qui deviennent sourds mais aussi avec de très jeunes enfants qui présentent une surdité de naissance. Traditionnellement, les recherches sur l'implant cochléaire se sont surtout appliquées à décrire le gain auditif et l'amélioration des habiletés de parole (Allen, Nikolopoulos & O'Donoghue, 1998; Anderson et al., 2004; Baumgartner et al., 2002; Miyamoto, Svirsky & Robbins, 1997; Robbins, Green & Waltzman, 2004; Serry & Blamey, 1999; Spencer, Barker & Tomblin, 2003; Spencer, Tye-Murray & Tomblin, 1998; Tyler et al., 1997). L'amélioration des habiletés de langage est également vue comme un but important de l'implantation cochléaire. Le développement du langage est maintenant un aspect essentiel de l'évaluation des bénéfices offerts par l'implant (Fink et al., 2007).

1.1 L'impact de la déficience auditive sur l'acquisition du langage

Les difficultés de langage rencontrées par les enfants qui présentent une surdité sévère à profonde sont principalement causées par l'incapacité auditive et perceptuelle. L'accès et la perception des stimuli acoustiques de la parole sont entravés, totalement ou en grande partie; de plus, plusieurs distinctions phonétiques ne sont pas accessibles via les indices visuels qui accompagnent la parole (mouvements des lèvres). Cette privation sensorielle a pour résultat de restreindre l'interaction linguistique et les occasions pour communiquer. Une expérience linguistique précoce, que l'on peut qualifier d'inadéquate parce qu'entravée du fait de la privation auditive, mène à une situation de privation linguistique (Bench, 1992). En effet, pour les enfants sourds qui naissent dans des familles entendantes, comme dans approximativement 90% des cas, l'accès auditif au langage parlé est limité, voire inexistant avant que la surdité soit dépistée (Spencer & Lederberg, 1997). De plus, il est rare que les parents entendants maîtrisent la langue des signes ; le modèle gestuel fourni par les parents entendants constitue en effet rarement un système linguistique élaboré, en contraste avec celui des parents sourds (Lederberg & Spencer, 2005). Ces conditions contribuent à l'émergence d'un retard dans l'acquisition du langage.

La recherche auprès d'enfants qui présentent divers degrés de perte auditive semble suggérer que plusieurs composantes du langage, notamment le vocabulaire (Davis, Elfenbein, Schum & Bentler, 1986; Gilbertson & Kamhi, 1995; Stelmachowicz, Pittman, Hoover & Lewis, 2004) et la morphologie et syntaxe (Bishop, 1983; Brown, 1984; Delage & Tuller, 2007; Norbury, Bishop & Briscoe, 2001) seraient vulnérables à un délai dans l'exposition au langage, et ce, même pour des pertes auditives de degré léger. Dans le cas de surdités profondes congénitales ou prélinguistiques (c'est-à-dire acquises avant l'apparition des premiers mots, habituellement autour de l'âge d'un an), la recherche a montré que les enfants présentaient des retards importants dans tous les aspects du

développement du langage soit le vocabulaire (Gregory & Mogford, 1981), la grammaire (Geers & Moog, 1994) et aussi la pragmatique (Schirmer, 1985). Des chercheurs ont aussi suggéré que certains aspects du langage, notamment la morphologie, se développaient de manière atypique, suggérant la présence d'un trouble de langage (Bishop, 1983; Osberger, 1986; voir Mogford, 1993, pour un tour d'horizon des recherches menées dans les années 1970 autour du concept de retard par rapport à trouble). Il apparaît donc que le vocabulaire et les habiletés grammaticales devraient faire partie de toute étude approfondie sur le langage des enfants qui reçoivent un implant.

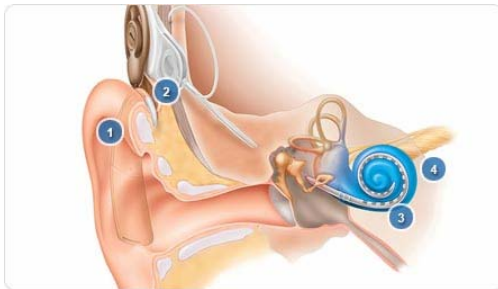
En somme, il ressort des recherches que la déficience auditive cause des retards importants dans l'acquisition du langage; les recherches suggèrent également que certaines composantes du langage pourraient être davantage affectées que d'autres. Certains évoquent la possibilité d'un trouble de langage, du fait d'un développement atypique.

1.2 L'implant cochléaire : un outil de « remplacement » du mécanisme auditif

À la différence d'une prothèse auditive traditionnelle qui amplifie les sons ambiants, l'implant cochléaire est un neurostimulateur qui remplit la fonction du mécanisme défectueux de transduction mécanique/électrique de la cochlée (voir Figure 1; pour une description de la technologie, voir Grayden & Clark, 2006 et Wilson, 2000). L'appareil capte les sons et les convertit en impulsions électriques codées qui stimulent directement les fibres nerveuses périphériques responsables de l'audition. Il est composé d'une partie implantée chirurgicalement à l'intérieur de la cochlée et d'une autre partie, externe, portée derrière l'oreille ou dans un boîtier. L'implant cochléaire fait l'objet d'améliorations technologiques continues et les critères d'admissibilité ont tendance à s'élargir, notamment en ce qui a trait aux indications d'ordre audiolinguistique, ce qui signifie que des personnes avec des niveaux toujours plus élevés de compréhension auditive sans recours à

des indices visuels deviennent des candidats à l'implantation cochléaire. Au résultat, tous les porteurs d'implant, adultes ou enfants, ont un audiogramme post-appareillage relativement similaire (selon la marque de leur implant) mais tous ne peuvent pas comprendre une conversation sans l'aide de la lecture labiale ou communiquer au téléphone. La réussite de l'implantation cochléaire n'est pas uniquement liée à des facteurs techniques tels l'insertion de toutes les électrodes dans la cochlée durant la chirurgie, la programmation de l'appareil et l'obtention de seuils de détection peu élevés. D'autres facteurs, comme la durée de la surdité avant de recevoir l'implant et le fait d'avoir accès à un programme de réadaptation post-implant, sont aussi des éléments qui influencent une utilisation réelle et efficace de l'implant cochléaire dans la vie quotidienne.

Figure 1. Le fonctionnement d'un implant cochléaire (image : © Cochlear Corp.)



1. Processeur vocal: Le processeur vocal externe capte le son et le convertit en signaux numériques.
2. Signaux numériques: Le processeur transmet par radio-fréquences, les signaux numériques à la partie interne.
3. Électrodes: La partie interne convertit les signaux en énergie électrique et les envoie aux électrodes, à l'intérieur de la cochlée.
4. Nerf auditif: Les électrodes stimulent le nerf auditif en contournant les cellules ciliées endommagées et le cerveau perçoit les signaux comme un son.

Il est reconnu que l'implant ne rend pas une audition normale. Les personnes qui ont déjà entendu normalement et qui reçoivent un implant indiquent que l'audition « électronique » offerte par l'implant ne ressemble pas à une audition normale. Les

personnes qui reçoivent un implant cochléaire doivent réapprendre ou, dans le cas des enfants qui ont une surdité congénitale ou apparue en très bas âge, apprendre à interpréter l'information auditive offerte par cet appareil.

Les implants cochléaires contemporains sont généralement composés de 12 à 24 électrodes qui sont placées chirurgicalement le long de l'axe tonotopique de la cochlée. Chaque électrode est conçue pour stimuler une région neurale circonscrite qui constitue une reproduction grossière de l'activation neurale, très spécifique en termes de représentation fréquentielle, de la cochlée normale.

Les implants ont une capacité limitée à encoder de manière précise les traits spectraux et temporels du signal acoustique ; de tels traits sont omniprésents dans la parole naturelle (Nie, Barco, & Zeng, 2006). La quantité d'information spectrale et temporelle qui peut être transmise via l'implant cochléaire est limitée par un ensemble de facteurs physiques et physiologiques, notamment la distance entre les électrodes et les fibres nerveuses (Nie et al., 2006). Par conséquent, les usagers d'implant ont généralement des difficultés de perception de la tonalité (*pitch* ; Garnham, O'Driscoll, Ramsden, & Saeed, 2002) et des difficultés importantes de perception de la parole en présence de bruit compétitif (Shannon, 2007).

Les enfants porteurs d'un implant ont de la difficulté à percevoir, à encoder et à discriminer les fins détails phonétiques dans des mots isolés présentés en choix fermé de deux (tests de paires minimales ; Pisoni, 2005). Les traits phonétiques touchent le mode d'articulation et le voisement de consonnes, de même que le lieu d'articulation des consonnes et voyelles. Bien que les enfants qui se développent bien avec l'implant (souvent appelés « étoiles ») peuvent percevoir des différences de mode d'articulation après un an de port et s'améliorent au fil du temps en ce qui a trait au voisement, ils continuent néanmoins de montrer d'importantes difficultés à différencier deux lieux d'articulation après cinq ans

de port de l'appareil (Pisoni, Svirsky, Kirk, & Miyamoto, 1997 ; Pisoni, 2005). De plus, les enfants qui ont un bas niveau de fonctionnement avec l'implant ont de grandes difficultés à différencier le trait de voisement et deux lieux d'articulation après 5 ou 6 ans de port (Pisoni, 2005). De tels résultats ont mené les chercheurs à suggérer que tous les enfants, peu importe leur niveau de fonctionnement général avec l'implant, encodent la parole à partir de représentations phonologiques plutôt rudimentaires. Les représentations phonologiques des enfants avec implant semblent contenir des éléments acoustico-phonétiques moins bien définis que celles des enfants entendants (Pisoni, 2005).

En somme, le processeur d'un implant cochléaire traite une certaine quantité de l'information acoustique des sons. Cet input sensoriel peut être qualifié de « dégradé » ou d'« altéré » en ce sens que le signal n'est pas aussi riche ni complet que celui transmis par un système auditif normal (Pisoni, 2000). Par conséquent, certaines incapacités auditives demeurent.

Les bénéfices de l'implant cochléaire, comme ceux de la prothèse auditive, sont principalement évalués en termes de perception auditive et d'impact sur la production des sons de la parole. La recherche menée jusqu'à présent a donné lieu à un consensus quant au fait que l'implant cochléaire chez les enfants favorise le développement des habiletés de perception et de production de la parole (Anderson et al., 2004; Baumgartner et al., 2002; Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, Gantz, & Woodworth, 1997; Miyamoto et al., 1997; Robbins et al., 2004; Serry & Blamey, 1999; Tyler et al., 1997). Ces habiletés apparaissent de manière manifeste durant les premiers 3 à 12 mois de port de l'implant et continuent de se développer avec l'expérience du port régulier (Allen et al., 1998; Miyamoto et al., 1997; Spencer, Tye-Murray & Tomblin, 1998; Spencer, Barker & Tomblin, 2003), et ce, malgré des différences individuelles notables (Tye-Murray, Spencer & Woodworth, 1995; Fryauf-Bertschy et al., 1997). Le fait que les enfants avec un implant réussissent bien dans des tâches de perception et de production des sons de la parole est bien documenté,

particulièrement lorsque ceux-ci sont comparés à des enfants qui ont des pertes auditives de degré semblable et qui portent des prothèses auditives conventionnelles (voir Kirk, 2000, pour un tour d'horizon en la matière).

Alors que la mesure de la performance en perception et en production de la parole permet d'obtenir des données importantes sur l'efficacité de l'implant, le développement du langage est depuis récemment considéré comme une importante mesure de réussite avec cette technologie (Fink et al., 2007). Le développement des habiletés auditives, de la parole et du langage correspond d'ailleurs aux trois principaux aspects qui composent les programmes de réadaptation pour les jeunes enfants qui reçoivent un implant (McConkey-Robbins, 2000b). Bien que les bénéfices de l'implant sur le langage puissent être vus comme des effets secondaires de l'implantation cochléaire, un nombre grandissant de cliniciens et de chercheurs soulignent que l'amélioration des habiletés de langage devrait être vue comme le but ultime de l'implantation cochléaire (Miyamoto et al., 1997; McConkey-Robbins, 2000b). De fait, non seulement les habiletés de langage influencent les performances en perception (Sarant, Blamey, Cowan, & Clark, 1997; Blamey et al., 2001) mais sont essentielles à la réussite scolaire et à la participation sociale (Tomblin, Spencer, Flock, Tyler, & Gantz, 1999).

1.3 Les perspectives théoriques sur le développement du langage chez les enfants qui présentent une surdité

Généralement, les modèles théoriques (par exemple la grammaire générative, les modèles connexionnistes ou les théories socio-cognitives) cherchent à expliquer le développement typique. Or, hormis un courant important de recherches sur le développement des langues signées chez les enfants et adultes sourds dont la langue maternelle est signée (Marschark, Schick, & Spencer, 2006), la problématique particulière de la surdité dans le contexte de l'implant cochléaire n'est pas directement abordée par ces

théories dans la littérature scientifique actuelle. Pourtant, les modèles théoriques en acquisition devraient aider à prédire le développement des habiletés linguistiques non seulement chez l'enfant qui se développe normalement mais aussi chez l'enfant qui présente une déficience – quelle qu'elle soit – susceptible d'entraver le développement normal du langage.

Ferdinand de Saussure disait que le langage « est un système où tout se tient » (Cours de linguistique générale, 1915/1969). Ce système est composé d'habiletés phonologiques et de production des sons, d'habiletés lexico-sémantiques et grammaticales et enfin, d'habiletés pragmatiques, qui se développent toutes de manière interreliée. L'observation clinique des enfants sourds révèle un retard le plus souvent généralisé à l'ensemble des habiletés de langage et plus particulièrement les habiletés qui concernent la forme et le contenu du langage, c'est-à-dire la production des sons, la morphosyntaxe (grammaire) et les habiletés lexico-sémantiques (vocabulaire).

La perception des sons, la capacité à organiser ces sons et à maîtriser les règles de leur combinaison pour former les mots (phonologie), de même que les gestes moteurs pour le contrôle de la parole (phonétique) sont reconnues comme étant largement tributaires de la quantité et de la qualité de l'audition disponible ; dans le domaine de l'implant cochléaire, il y a par contre un fort consensus à l'effet que la maîtrise des aspects reliés à la phonologie et la parole ne va pas nécessairement de pair avec la compétence langagière (Robbins, Svirsky, & Kirk, 1997). Kuhl et ses collaborateurs (Kuhl, Conboy, Padden, Nelson, & Pruitt, 2005) ont proposé un modèle théorique explicatif du lien entre la perception et le développement du langage après avoir trouvé une association entre la perception de contrastes phonétiques dans la langue maternelle et le développement ultérieur du langage. Brièvement, quatre facteurs entreraient en jeu pour lier perception et langage. De meilleures capacités de perception des contrastes phonétiques permettraient d'abord aux jeunes enfants de détecter plus facilement les schémas phonotactiques (c'est-à-

dire les séquences possibles de sons) qui sont permis dans leur langue en particulier; deuxièmement de favoriser la détection des propriétés distributionnelles des sons (c'est-à-dire les contextes phonétiques dans lesquels les sons apparaissent); troisièmement de rendre plus facile la segmentation du flot de parole et en dernier lieu de faciliter l'association de patrons sonores à des objets précis, donc à apprendre les mots (Kuhl et al., 2005). L'enfant fait son entrée dans le langage formel.

Les théories s'articulent traditionnellement autour de deux grandes perspectives. Certaines théories postulent que le langage est inné (par exemple, Pinker, 1994) et d'autres au contraire, proposent que le langage s'acquiert par des processus d'apprentissage (par exemple, Bates & MacWhinney, 1989). Ces dernières théories se déclinent en plusieurs courants, allant de l'apprentissage associatif (voir Rumelhart & McClelland, 1986) à la contribution des habiletés sociales et cognitives (par exemple, Snow, 1999). On peut voir les diverses perspectives théoriques comme s'organisant dans un continuum entre l'apport des composantes biologiques innées et l'apport de l'environnement et dans un second continuum selon que le langage s'acquiert grâce à des systèmes cognitifs spécialisés (du domaine spécifique) ou des processus cognitifs qui s'appliquent au langage autant qu'à d'autres domaines d'apprentissage (du domaine général).

Ainsi, plusieurs théories ont postulé l'existence d'une faculté de langage innée. Selon ces approches théoriques, dont la plus connue est la Grammaire Universelle (GU), élaborée par Chomsky, un enfant dispose dès sa naissance d'un ensemble de connaissances innées pour la construction du langage (Chomsky, 1980 ; Pinker, 1994); au fil du développement, certains paramètres précis de la grammaire seront réglés selon la langue à laquelle l'enfant est exposé (Russell, 2004). L'environnement linguistique sert en quelque sorte de déclencheur à l'activation de mécanismes universels qui permettent l'acquisition de la langue environnante. L'argument le plus souvent invoqué pour soutenir que le langage est inné est celui de la « pauvreté du stimulus » (Pinker, 1994). En effet, les enfants

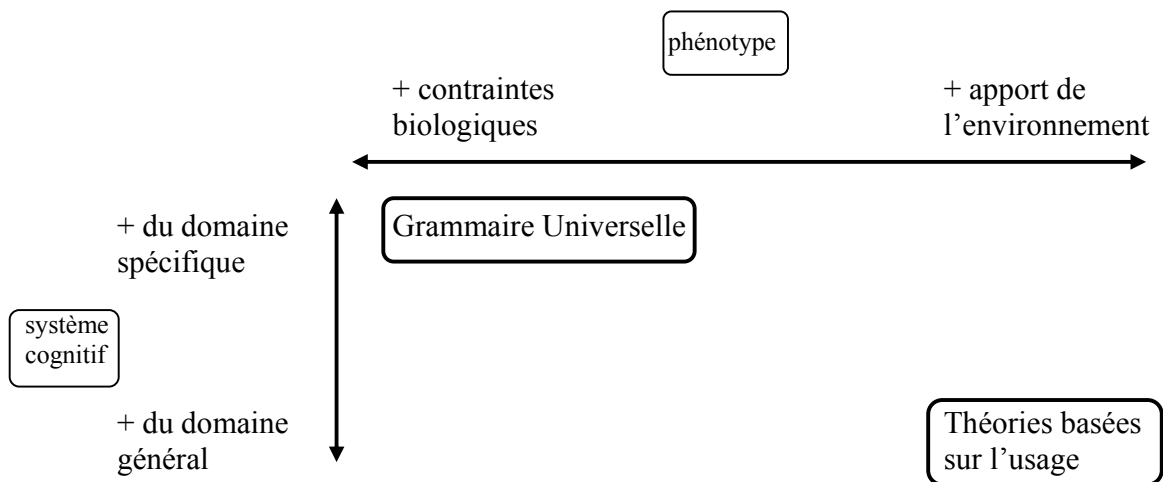
apprennent à maîtriser des formes linguistiques complexes en dépit du fait qu'il soient exposés, dans la conversation adulte, à des phrases incomplètes, remplies d'hésitations, à des mots et des sons qui se chevauchent, à des phrases mal construites. Par conséquent, il est peu probable que les enfants déduisent le fonctionnement de la langue sur la seule base d'un tel input : c'est pourquoi il doit y avoir des dispositions innées. Cette notion d'ailleurs est à la base de certains travaux portant sur des enfants sourds profonds qui sont parvenus à développer des « signes-maison » (c'est-à-dire un système de signes et de gestes idiosyncrasiques) sans avoir reçu de stimulation en ce sens (Goldin-Meadow, 2003). Les recherches issues de la GU postulent également la modularité du langage : le langage est une faculté autonome, un module spécialisé distinct du reste de la cognition humaine. Dans cette conception, c'est par le biais de la grammaire (morphologie et syntaxe) que s'effectue la mise en rapport de la forme et de la signification. La connaissance des règles de grammaire reste relativement indépendante des autres connaissances linguistiques – phonologiques ou lexicales – puisque ces autres connaissances appartiennent à des modules différents.

L'autre approche théorique est plutôt basée sur l'apport de l'environnement ainsi que des habiletés d'apprentissage: l'enfant apprend des formes linguistiques par une exposition répétée à diverses structures dans des contextes d'interaction sociale variés. L'apprentissage repose en grande partie sur la perception auditive et sur certaines habiletés cognitives qui permettent à l'enfant de faire correspondre les sons et les significations (*mapping*). Selon cette perspective, le processus d'apprentissage est étroitement relié à l'input reçu par l'enfant. Plusieurs de ces théories, lorsqu'appliquées à l'acquisition, sont dites *basées sur l'usage* (*usage-based theories*; Tomasello, 2003). Selon ce point de vue, le langage implique la maîtrise d'un inventaire structuré de constructions linguistiques qui ont une signification, selon un continuum qui va du morphème au mot, au syntagme et à la phrase. Le langage n'est pas étudié comme une composante autonome, mais est plutôt considéré comme l'une des activités cognitives humaines qui implique l'interaction de

mécanismes cognitifs reliés à des capacités non-linguistiques, dites du *domaine général*, c'est-à-dire de capacités qui ne permettent pas seulement la communication linguistique mais participent aussi au développement d'autres habiletés cognitives. Cette théorie postule que les enfants apprennent en imitant des constructions linguistiques provenant de l'input qu'ils entendent et – en faisant usage d'habiletés cognitives et sociales – catégorisent, schématisent et étendent à de nouveaux contextes de communication ces constructions, apprises une à une, pour atteindre ultimement une compétence linguistique complète.

Selon cette dernière approche, l'inventaire de constructions linguistiques se développe graduellement à partir des régularités retrouvées dans la langue ambiante, selon la fréquence d'apparition. Ainsi, les premiers énoncés sont souvent la reproduction d'unités linguistiques spécifiques qui proviennent de l'input (Tomasello, 2003). Cette théorie prévoit que les items linguistiques qui sont peu proéminents sur le plan phonologique (perceptuel) et sémantique (comme les déterminants, conjonctions ou auxiliaires), ont de grandes chances de ne pas figurer dans l'inventaire de base de l'enfant. En somme, l'enfant débute sa production linguistique en utilisant des « morceaux » spécifiques de langage déjà entendu. La figure 2, à la page suivante, offre un coup d'œil sur la situation de ces deux principales approches théoriques.

Figure 2. Situation des théories de l'acquisition sur le continuum biologie/environnement (phénotype) et le continuum cognitif (domaine spécifique/général)



En somme, alors que dans le cas des théories issues de la GU, on affirme que le rôle de l'input est celui d'un déclencheur à l'acquisition des règles de la langue ambiante, les théories basées sur l'apprentissage soutiennent que la quantité et la nature de l'input ont un lien avec le niveau de langage qu'un enfant peut atteindre. Bien que ces perspectives théoriques expriment des points de vue différents, elles peuvent offrir des éléments de réponse pertinents à l'observation et à l'étude de l'acquisition du langage chez les enfants sourds. L'existence de prédispositions innées n'exclut pas nécessairement l'apport de la stimulation linguistique reçue, ni l'influence possible des capacités d'apprentissage requises pour récupérer des éléments précis du flot de parole. Comme c'est souvent le cas dans les problématiques complexes, il est rare qu'une seule théorie puisse à elle seule fournir toutes les explications et répondre à toutes les questions qui procèdent de l'étude du développement du langage chez les enfants qui présentent une surdité profonde.

En fait, l'étude des populations cliniques qui développent leur langage dans des « circonstances exceptionnelles¹ » permet d'apporter un éclairage sur les relations entre les habiletés perceptuelles, cognitives et linguistiques. Par ailleurs, les données recueillies dans de telles recherches contribuent au questionnement autour de la nature des retards et des troubles de langage et fournissent des indications sur les meilleures façons de les conceptualiser, au plan théorique.

1.4 L'état de la situation concernant le développement du langage chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire

Bien que l'implant cochléaire constitue la meilleure solution technique disponible pour améliorer l'audition en fournissant une entrée qui augmente considérablement l'accès auditif au langage oral, celui-ci n'offre pas un signal aussi riche et complet qu'une audition normale (Geers, 2006; Lederberg & Spencer, 2005; Le Normand, Ouellet, & Cohen, 2003; Svirsky, Teoh, & Neuburger, 2004 ; Szagun, 1997, 2000). Néanmoins, la recherche souligne que l'implant favorise le développement du langage. Alors que les études plus anciennes se sont appliquées à comparer le développement langagier chez des enfants sourds profonds avec implant cochléaire et avec prothèses auditives conventionnelles (par exemple Dawson, Blamey, Dettman, Barker, & Clark, 1995; Geers & Moog, 1994), depuis quelques années, la démonstration de l'avantage de l'implant – dans les cas de surdité profonde – ne fait plus de doute : les données de groupe démontrent que les enfants qui reçoivent un implant montrent de meilleures habiletés de langage que les enfants qui continuent le port des prothèses auditives conventionnelles (Geers & Moog, 1994 ; Robbins et al., 1997 ; Tomblin et al., 1999 ; Tomblin, Spencer, & Gantz, 2000). De plus, l'implant est maintenant attribué à des enfants qui sont de plus en plus jeunes.

¹ De l'expression "exceptional circumstances" que nous nous permettons d'emprunter à Mogford et Bishop dans le titre de leur ouvrage de 1993.

La *Food and Drug Administration* des États-Unis a, ces dernières années, approuvé l'implantation cochléaire pour des enfants de 12 mois (Colletti et al. 2005; Tomblin, Barker, Spencer, Zhang & Gantz, 2005); quelques enfants de moins de 6 mois ont déjà reçu un implant à travers le monde (Bégin et al. 2001; Colletti et al. 2005; Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew, & Svirsky, 2003; Schauwers et al. 2004). Ces deux éléments combinés aux améliorations technologiques constantes dont fait l'objet cette aide auditive, ont permis de viser l'atteinte de niveaux de langage dans les limites de la normale en fonction de l'âge chronologique. Le standard actuel en recherche est donc tourné vers la comparaison du développement du langage entre les enfants avec implant et les enfants qui ont une audition normale. En effet, plusieurs études menées auprès d'enfants ayant reçu un implant avant l'âge de trois ans ont montré que le rythme d'acquisition du langage avait tendance à s'accélérer jusqu'à leur permettre de combler le retard par rapport à l'âge (Connor, Craig, Raudenbush, Heavner, & Zwolan, 2006; Geers, Nicholas & Sedey, 2003). Sur la base de tels résultats, des chercheurs ont présumé que recevoir un implant autour de l'âge de deux ans pourrait permettre aux enfants de voir leur langage se situer à l'intérieur des limites de la normale autour de l'âge de six ans (Svirsky et al., 2004), voire avant l'entrée à la maternelle (Nicholas & Geers, 2007).

Toutefois, l'examen approfondi des résultats de recherche révèle une absence de consensus, voire des résultats divergents, quant aux niveaux de langage que les jeunes enfants, une fois l'implant cochléaire mis en place, peuvent atteindre. En effet, plusieurs enfants montrent des retards de langage persistants (Bollard, Chute, Popp, & Parisier, 1999; Connor, Hieber, Arts & Zwolan, 2000; Robbins, Bollard & Green, 1999; Spencer, 2004). Cette situation apparaît en grande partie attribuable aux devis expérimentaux variés, aux groupes de participants très hétérogènes, notamment en ce qui a trait à l'âge au moment de recevoir l'implant, où plusieurs autres variables, par exemple le niveau cognitif, ne sont pas contrôlées. De plus, on note qu'il est relativement rare que plusieurs composantes du langage soient évaluées de concert, sans compter les diverses façons dont sont recueillies et

analysées les données. De plus, la définition même du terme « langage » peut varier grandement d'une étude à l'autre. Au bout du compte, il subsiste un certain manque de clarté dans les résultats de recherche à ce jour ; la variabilité dans les devis et méthodes de recherche se traduit souvent par une variabilité dans les résultats, faisant en sorte que les grandes tendances du développement des habiletés linguistiques chez les enfants qui ont reçu un implant cochléaire en bas âge ne sont pas nettement ressorties jusqu'ici.

Par ailleurs, pour mieux comprendre jusqu'à quel point les enfants qui reçoivent un implant cochléaire réussissent à développer leur langage, il importe de scruter plus particulièrement les composantes du langage présentées plus haut comme étant plus vulnérables à un délai dans l'exposition, soit le vocabulaire et la grammaire (morphologie et syntaxe). Qui plus est, ces aspects sont considérés comme des indicateurs fiables du niveau de développement linguistique (Szagun, 2000, 2001; Nikolopoulos, Dyar, Archbold, & O'Donoghue, 2004). De ce fait, un examen approfondi de ces composantes permettrait d'obtenir un portrait plus complet et mieux défini qui viendrait enrichir la compréhension du développement du langage chez ces enfants.

1.5 Une analyse en trois volets du développement linguistique des enfants porteurs d'un implant cochléaire

La présente thèse contribue au courant de recherches sur l'impact de l'implant cochléaire sur le développement du langage en s'intéressant aux conséquences linguistiques de la perte auditive en lien avec la pose d'un implant cochléaire, pour investiguer les habiletés linguistiques d'un groupe d'enfants qui ont reçu un implant. L'objectif central de cette thèse est d'examiner plus particulièrement le développement du vocabulaire et la grammaire des enfants qui ont reçu un implant cochléaire en bas âge en le comparant au développement typique. Cet objectif général se décline en trois volets, chacun d'entre eux faisant l'objet d'un article.

Les travaux de cette thèse permettront de répondre à des questions importantes de l'acquisition du langage chez cette population clinique. Les trois articles s'emploient à comprendre les questions du quoi, du comment et du pourquoi de l'acquisition chez les enfants porteurs d'un implant. Plus particulièrement, il s'agira de présenter le développement des enfants porteurs d'un implant en faisant ressortir les similitudes et les différences dans le développement langagier des enfants avec implant par rapport au développement typique (à quoi ressemble le développement) et en constatant l'impact de l'implant sur diverses composantes du langage. Ces travaux permettront aussi de mieux circonscrire les difficultés de ces enfants pour mieux comprendre la façon dont les enfants avec implant apprennent langage (comment) et de ce fait, de contribuer au questionnement sur les concepts de retard et de trouble de langage. Enfin, la mise en rapport des résultats des études proposées dans cette thèse avec deux grandes perspectives théoriques du développement du langage permettra d'offrir des éléments d'explication (pourquoi) aux processus d'acquisition chez les enfants sourds porteurs d'un implant, mais aussi de comprendre davantage les conditions favorables au développement normal du langage.

Dans une optique clinique, ces trois articles sont proposés pour répondre au besoin de connaissances de tous les intervenants impliqués auprès des enfants qui ont reçu un implant, tant en réadaptation que dans les milieux scolaires, en plus d'offrir des données sur le développement du langage basées sur des faits scientifiques. Cette thèse apporte une contribution qui permettra aux professionnels de la communication et de ses troubles d'ajuster leurs protocoles d'évaluation et d'enrichir leur intervention, en plus d'aider les parents à cheminer de manière réaliste aux côtés de leur enfant sourd qui développe son langage.

1.5.1 Les tendances du développement linguistique telles que rapportées dans la littérature à ce jour

Le premier article de cette thèse rapporte une revue systématique de la recherche à ce jour, qui a pour but de circonscrire la direction ou la tendance générale du développement linguistique chez les enfants porteurs d'un implant, tel qu'appuyé par la littérature, d'observer l'uniformité des gains rapportés à travers les diverses composantes du langage et enfin, de dégager les variables pouvant expliquer la divergence des résultats de recherche. Il s'agit donc d'établir si les enfants qui reçoivent l'implant en bas âge peuvent en effet montrer des niveaux de langage qui se comparent à ceux des enfants entendants après une certaine expérience avec l'appareil, ou encore s'ils montrent des retards de langage persistants.

Pour répondre à cette question, nous avons eu recours à des méthodes reconnues pour l'élaboration d'une revue systématique de la recherche. Dans les revues de littérature dites « traditionnelles », un échantillon de convenance d'études publiées est recueilli, une description des études est fournie et la synthèse des résultats consiste souvent en la compilation du nombre d'études qui obtiennent tel résultat par rapport à celles qui obtiennent tel autre résultat (« comptage des votes »). Ce type de revue de littérature est très sensible aux biais (Littel, Corcoran, & Pillai, 2008). La revue systématique utilise les principes de base de toute recherche en employant des procédures transparentes, rigoureuses et « répliquables » afin de réduire les biais ; ces procédures incluent : (a) la formulation de critères explicites d'inclusion et d'exclusion des études, (b) des stratégies de recherche documentaire systématiques, (c) un accord inter-juge sur les étapes-clés du processus, (d) une évaluation de la qualité des études et (e) une méta-analyse, lorsque c'est possible (Littel et al., 2008 ; Petticrew et Roberts, 2006).

Suivant ces principes, nous avons d'abord formulé une question de recherche précise et avons mené une large stratégie de recherche documentaire à partir de mots-clés provenant des termes de cette question. La sélection des études s'est par la suite effectuée en deux étapes successives, chacune d'entre elles menant à l'exclusion des articles qui ne correspondaient pas aux critères prédéterminés d'inclusion des études. Un sous-ensemble d'articles a été analysé par deux évaluateurs et un taux d'accord inter-évaluateur a été obtenu. La phase d'extraction des données des articles retenus pour la revue systématique a également été effectuée de manière séparée par deux évaluateurs pour en assurer la validité, en utilisant une grille conçue pour l'évaluation de la recherche en troubles de la communication (Schiavetti & Metz, 2005). Enfin, l'évaluation de la qualité de chaque étude a été réalisée selon les balises de l'échelle *Oxford Centre for Evidence-based Medicine Levels of Evidence* (Phillips et al., 2001) mais en tenant aussi compte de la conduite adéquate des études, et non en se fiant uniquement sur la valeur intrinsèque du devis expérimental; en effet, des problématiques cliniques particulières qui ne rejoignent pas entièrement les préoccupations de la recherche épidémiologique peuvent nécessiter une approche évaluative « construite sur mesure » (Glasziou, Vandenbroucke, & Chalmers, 2004). Par la suite, chaque aspect du langage a été analysé séparément (vocabulaire et grammaire, dans leur volet réceptif et expressif).

Bien que les revues systématiques de la recherche consistent souvent en une synthèse descriptive sans méta-analyse (Glasziou et al., 2004), nous avons complété les deux types d'analyse systématique afin de valider les résultats de la synthèse descriptive par la synthèse quantitative (statistique) des résultats de plusieurs études. Enfin, la revue systématique inclut une discussion autour des facteurs invoqués dans la littérature afin d'expliquer les résultats de recherche et leur variabilité. Deux séries de variables ont été discutées soit les facteurs liés à l'âge, à la durée d'expérience avec l'appareil, et les facteurs liés à l'environnement de l'enfant.

Les résultats de la revue systématique, en fournissant des données sur la tendance du développement observé chez les enfants ayant reçu l'implant avant l'âge de trois ans dans plus d'une composante du langage et en dégagant les facteurs proposés par les chercheurs pour expliquer la variabilité des bénéfices de l'implant sur le langage, permettront d'établir le cadre méthodologique des deux études subséquentes, en plus d'orienter l'analyse des données qui seront recueillies.

1.5.2 Les tendances du développement linguistique telles que montrées par un groupe d'enfants ayant reçu un implant en bas âge

La deuxième étude a pour but de valider et de préciser les résultats obtenus dans la revue systématique et de circonscrire la tendance générale du développement linguistique à partir de données recueillies auprès d'enfants québécois francophones qui ont reçu un implant cochléaire en bas âge. Cette étude a également pour but, dans la continuité de la revue systématique, d'observer l'uniformité des gains à travers les diverses composantes du langage et enfin, d'explorer les variables associées au développement du langage, en faisant ressortir les tendances de groupe et les performances individuelles. Plus particulièrement, il s'agit d'examiner les tendances de groupe et les profils individuels du développement du vocabulaire et des habiletés morphosyntaxiques chez les enfants avec implant. Le cas échéant, les résultats de cette étude mettront en évidence les composantes du langage qui sont les plus atteintes et celles qui sont les mieux préservées dans cette population.

Les devis quasi-expérimentaux qui incluent un groupe de comparaison issu d'un large échantillon normatif sont souvent employés lorsque les populations à l'étude sont restreintes et que l'assignation des participants au hasard dans un groupe qui reçoit ou non un traitement est impossible : dans le cas de l'implant cochléaire, il serait éthiquement injustifiable de ne pas fournir d'implant à un jeune enfant qui est candidat pour cette technologie. Ce type d'études de groupe est répandu dans le domaine de la recherche sur

l'acquisition du langage chez les porteurs d'un implant. Or, la recherche à ce jour sur le développement du langage des enfants ayant reçu un implant a montré beaucoup de variabilité inter-individuelle (Moog & Geers, 2003; Spencer et al., 2003; Schauwers, Gillis, & Govaerts, 2005). Il se pourrait donc que les résultats de groupe ne reflètent pas toujours le fonctionnement de chaque individu qui compose le groupe. Par contre, ce type d'étude permet d'examiner les associations entre des variables en utilisant des méthodes d'analyse statistique. Au contraire, d'autres chercheurs privilégient les études de cas, uniques ou multiples, permettant la description détaillée de problématiques cliniques rares ou complexes, mais ayant un pouvoir de généralisation très limité. Une alternative est l'utilisation de deux niveaux d'analyse, soit l'étude des données de groupe et l'examen des performances individuelles. L'utilisation de deux niveaux d'analyse marie la force scientifique des études de groupe avec la pertinence clinique de l'analyse de résultats individuels; ce type d'approche s'avère souvent utile dans le cas de populations cliniques où on observe une forte variabilité (Olsson, 2005).

Dans le cas de l'évaluation des habiletés de langage l'utilisation d'épreuves standardisées permet de comparer la performance langagière d'une population clinique en particulier à celle d'un large groupe d'enfants du même âge ayant un développement typique (McCauley, 2001). De plus, l'obtention d'un portrait bien circonscrit du développement langagier exige l'évaluation de plus d'une composante du langage. Le fait d'évaluer plusieurs aspects du développement linguistique permet ainsi de dégager les zones de force et de faiblesse qui sont propres aux enfants porteurs d'un implant. Le deuxième article de la thèse rapporte ainsi une étude avec un groupe d'enfants ayant reçu un implant, qui a été évalué à l'aide d'une série d'outils standardisés de mesure du vocabulaire réceptif et expressif et de la grammaire réceptive. Les scores obtenus par le groupe d'enfants ont été comparés à ceux des enfants entendants d'âge comparable ayant servi à établir les normes de ces épreuves d'évaluation. De plus, les résultats individuels ont été examinés dans le but d'établir des profils de développement langagier. Ces deux

niveaux d'analyse ont permis de constater si les gains sont uniformes à travers les différents aspects du langage. Enfin, nous avons exploré les associations entre le niveau de développement du langage et des mesures d'habiletés auditives, d'utilisation de la parole et de fonctionnement social pour, en somme, obtenir un portrait fidèle de la population qui reçoit un implant cochléaire en bas âge dans le contexte actuel de réadaptation auprès de l'ensemble des enfants qui présentent déficience auditive.

1.5.3 L'exploration de l'entrée dans le système linguistique formel : l'acquisition du vocabulaire

L'apparition des premiers mots de vocabulaire est un jalon important du développement linguistique. Le but de la troisième étude est d'approfondir cette étape du développement lexical, qui représente un niveau antérieur à celui évalué dans les deux premières études. Plus précisément, l'apparition des premiers mots de vocabulaire chez les enfants ayant reçu un implant cochléaire est explorée et ensuite comparée au développement typique.

Chez les enfants sourds, l'apparition des premiers mots peut être repoussée dans le temps en raison de l'exposition retardée au langage qui découle de la privation sensorielle (et linguistique). On peut concevoir le vocabulaire précoce comme la porte d'entrée dans le langage formel : le vocabulaire est interrelié au développement linguistique ultérieur comme le montrent les fortes associations trouvées entre la taille du vocabulaire et l'apparition des combinaisons de mots (Bates & Goodman, 1997). L'étude du développement du vocabulaire chez les jeunes enfants porteurs d'un implant, en le comparant avec le développement typique, permet d'explorer – par un processus inductif – certains facteurs sous-jacents à l'acquisition du vocabulaire, par exemple les facteurs reliés à l'input auditif, l'existence de composantes langagières innées ou le rôle de l'intervention.

Par ailleurs, l'un des problèmes auquel les cliniciens et les chercheurs font face lorsqu'ils cherchent à évaluer de jeunes enfants qui présentent de surcroît un retard de langage est la manière de recueillir des données d'évaluation fiables et valides. Le troisième article de la présente thèse rapporte une étude explorant le développement du vocabulaire expressif chez un petit groupe d'enfants qui ont reçu un implant cochléaire. Pour ce faire, nous avons employé les données normatives maintenant disponibles pour le français québécois du questionnaire Mots et énoncés des *Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication* (IMBDC), un questionnaire rempli par les parents, dont la fiabilité et la validité ont été démontrées (Boudreault, Cabirol, Trudeau, Poulin-Dubois, & Sutton, 2007). La taille du vocabulaire des enfants sourds avec implant a ainsi été comparée à celle de l'échantillon d'enfants entendants ayant servi à établir les normes, selon l'âge chronologique et l'âge correspondant à la durée d'expérience avec l'implant. De plus, la composition du vocabulaire (en termes de catégories grammaticales) des enfants sourds porteurs d'un implant et celle des enfants entendants qui ont acquis le même nombre de mots ont été comparées, dans le but d'observer les similitudes et les différences sur le plan du contenu du vocabulaire entre les enfants avec implant et la norme des enfants entendants. Enfin, les variables associées à la taille du vocabulaire expressif, soit l'âge à l'activation, l'âge chronologique, la durée de port de l'appareil et le degré d'habiletés auditives ont été examinées.

Chapitre 2: Language Development in Young Children who Received Cochlear Implants: A Systematic Review

**Language Development in Children who Received
Cochlear Implants: A Systematic Review**

Louise Duchesne, M. O. A., François Bergeron, Ph.D., et Ann Sutton, Ph.D.
Université de Montréal, Institut de réadaptation en déficience physique de Québec et
Université Laval

Article paru dans :

Communicative Disorders Review, 2(2), 33-78.

Adresse de correspondance :

Louise Duchesne, M.O.A., Institut de réadaptation en déficience physique de Québec,
525, boul. Wilfrid-Hamel, Québec, QC, Canada, G1M 2S8; Tél: 418-529-9141, ext. 6119;
Télécopieur: 418-529-3548; Courriel: louise.duchesne@umontreal.ca

2.1 Abstract

This systematic review examined the main outcomes reported in the literature concerning vocabulary and grammar development of profoundly deaf children who received a cochlear implant (CI) before the age of 3. A total of 28 studies were selected. Studies varied widely in participant characteristics, languages examined, and assessment tools, as well as in designs and overall methodological quality, and results reflected this heterogeneity. A descriptive synthesis and a meta-analysis (when possible) were completed for each language domain (receptive and expressive vocabulary and grammar) separately. A positive impact on language development was found, but only a minority of children achieved language levels on par with hearing-age mates. The majority of the children involved in the primary studies continued to exhibit receptive and expressive vocabulary and grammar delays of various levels after up to 5 years of CI use.

2.2 Introduction

Cochlear implants are currently recognized as a reliable option in the management of severe to profound hearing impairment in young children. Unlike conventional hearing aids, which amplify ambient sounds, the cochlear implant (CI) operates as a sensory aid that bypasses dysfunctional hair cells of the cochlea. The device converts sounds into electrical energy to stimulate the auditory nerve fibers directly (for a description of implant technology, see Grayden & Clark, 2006, and Wilson, 2000). Initially used for adults with acquired deafness, cochlear implants have become, in the last 20 years, an important part of early intervention programs for children with a profound hearing loss. Despite similarities between hearing aids and cochlear implants (e.g., background noise is problematic, individual variability in performance), important differences exist: Cochlear implants provide an easier detection, better perception of high-frequency sounds than do hearing aids, and the potential for incidental learning through natural environmental conditions is greater with CIs than with hearing aids (McConkey-Robbins, 2000). Within the past few years, the United States Food and Drug Administration approved cochlear implantation for 12-month-old children (Tomblin, Barker, Spencer, Zhang, & Gantz, 2005). In some countries, cochlear implants are currently used with children as young as 6 months of age (Bégin et al., 2001; Coletti et al., 2005; Schauwers et al., 2004).

2.2.1 Primary Benefits of Cochlear Implants

Because cochlear implants are auditory prostheses, benefits are primarily evaluated in terms of auditory perception and speech production. A large body of recent research has led to a consensus that CIs indeed provide measurable auditory perception and speech production benefits in children with severe and profound hearing impairments (Anderson et al., 2004; Baumgartner et al., 2002; Robbins, Green, & Waltzman, 2004; Serry & Blamey, 1999; Tyler et al., 1997). Both of these types of skills improve over the first year post-

implantation, and continue to improve with experience with the device (Allen, Nikolopoulos, & O'Donoghue, 1998; Miyamoto, Svirsky, & Robbins, 1997; Spencer, Barker, & Tomblin, 2003; Spencer, Tye-Murray, & Tomblin, 1998), although there are considerable inter-individual differences (Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, Gantz, & Woodworth, 1997; Tye-Murray, Spencer, & Woodworth, 1995). It is well documented that children with CIs perform well in speech perception and production tasks, especially when compared with children with equivalent unaided hearing levels who are using hearing aids (see Kirk, 2000, for a review).

Many factors are known to influence a child's performance with a CI: for instance, the presence of residual hearing prior to implantation, a supportive family, the communication mode used, and cognitive abilities (Molina, Huarte, Cervera-Paz, Manrique, & Garcia-Tapia, 1999). Evolution of CI technology, device adjustments (e.g., number of electrodes activated, accuracy of the mapping), and duration of implant use are also often cited as sources of variability in outcomes (Geers, Nicholas, & Moog, 2007). One factor, age at implantation (that is length of deafness in this population), has received considerable interest from researchers, and is viewed as a relatively accurate predictor of abilities in speech perception and production in congenitally deaf children. For example, Hassanzadeh, Farhadi, Daneshi, and Emamdjomeh (2002) found that, 2 years post-implantation, children who received a CI between 0 and 3 years of age had better auditory perception than those receiving their implant at older ages. Govaerts et al. (2002) suggested that auditory outcomes decreased with age at implantation, although all the children in their study, who had a CI before the age of 6, showed improvement on Categories of Auditory Performance (CAP) scores.² Miyamoto and colleagues (1997) found that children receiving a CI prior to age 3 had higher spoken word recognition abilities than did those who

² The Categories of Auditory Performance (CAP) measure allows assessment of auditory perception benefits that the cochlear implant may give to individual children. Parents or teachers are asked to rate the child's performance on an eight-point scale, with statements such as "Not aware of environmental sounds" to "Uses the telephone with a known speaker" (Archbold, Lutman, & Marshall, 1995).

received their implant later. In a large prospective study, Nikolopoulos, O'Donoghue, and Archbold (1999) found that outcome measures of speech intelligibility and speech perception were highly correlated with age at implantation when measured 36 and 48 months after the activation of the device. Thus, the age at which children are provided with a CI appears to be an important variable that influences speech perception and production performance. However, as Nicholas and Geers (2007) accurately pointed out, in most of the research the influence of age at implantation is confounded with the influence of the length of experience with the implant. As a consequence, results of many studies require cautious interpretation.

The issue of the optimal period for cochlear implantation has not been definitively resolved, but research trends nonetheless tend to confirm the benefits of a cochlear implantation at younger ages. As a consequence, there is a strong tendency in cochlear implant teams to lower the age at implantation (Coletti et al., 2005; Nicholas & Geers, 2007; Svirsky, Teoh, & Neuburger, 2004). As an example, in Quebec City, where the largest CI program is located for French-speaking people outside Europe, the mean age at implantation in children dropped from 3.5 years (between 1994 and 2000) to 2.3 years in 2001. From 2004 to 2007, 55% of children receiving an implant before the age of 5 years were below the age of 2 years. The mean age at implantation during this period ranged from 2.1 to 2.4 years-old (Centre hospitalier universitaire de Québec [CHUQ], 2007). Recent data from a survey of Canadian paediatric cochlear implant centres (Fitzpatrick & Brewster, 2008) shows a definite trend toward “implantation at earlier ages including an increasing number of children under age 12 months” (p. 34) over the past few years.

2.2.2 Language Benefits of Cochlear Implants

Although speech perception and production achievement offer very valuable information about the efficacy of cochlear implants, language development is also viewed

as an important measure of success with the implant (Fink et al., 2007). Auditory skills, speech, and language are the three principal aspects of CI rehabilitation for young children (McConkey-Robbins, 2000). Oral language acquisition is dependent on what a child can actually hear; nevertheless, language is a concept that extends further than speech perception and production. The devastating linguistic consequences of hearing impairment are indeed primarily due to an auditory perceptual deficit, but diminished sensory input results in diminished linguistic interactions and opportunities to communicate. Inadequate linguistic experience leads to linguistic deprivation (Bench, 1992). The vast majority of profoundly deaf children are born to families with no history of hearing impairment. Because hearing parents are rarely fluent in sign language, these children have very little, if any, exposure to the language in use in the Deaf community. By the time they receive the CI, they will not have developed functional language, and will therefore show a delay in the acquisition of a first language, regardless of the modality.

Language is a means to comprehend the world, and requires knowledge about the meaning of words as well as the capacity to organize words into sentences to form coherent discourse. Although language gains can be viewed as a “secondary effect” of cochlear implantation, a growing number of clinicians and researchers argue that improvement of language skills should be considered as the ultimate goal of cochlear implantation (Miyamoto et al., 1997; McConkey-Robbins, 2000). Language knowledge not only has an influence on speech perception performance (Blamey et al., 2001; Blamey & Sarant, 2002) but it is an essential part of academic achievement and social participation (Tomblin, Spencer, Flock, Tyler, & Gantz, 1999). Therefore, the monitoring of CI benefits should include language assessment, in order to provide a thorough understanding of the effects of this treatment on linguistic development.

Although cochlear implants provide auditory information that is not as rich and complex when compared to normal hearing (Geers, 2006; Lederberg & Spencer, 2005), CIs

nonetheless appear to lead to improved language development. Early studies were interested in comparing language development in children with and without CIs (e.g., Dawson, Blamey, Dettman, Barker, & Clark, 1995; Geers & Moog, 1994). By the end of the 1990s, data were conclusive that, as a group, children with CIs demonstrated better language performance than did children without a CI who were using hearing aids (or tactile aids). With an increasing number of children receiving the implant at very young ages, the current standard in research is now set toward comparisons between children with CI and children with normal hearing; development of age-appropriate language skills has thus become a desirable outcome of cochlear implantation. Recent studies on language development in profoundly deaf children with CIs have demonstrated significant language gains, particularly in the rate of language growth. Some children appear to learn language at a near-normal rate, although a delay persists in terms of language age (Bollard, Chute, Popp, & Parisier, 1999; Robbins, Bollard, & Green, 1999; Svirsky et al., 2004). Other studies have shown that a certain proportion of children with CIs may learn language at a faster rate than normal and even catch up with their peers after several years (Geers, Nicholas, & Sedey, 2003). Other investigators have reported rates of 45% to 67% of the normal growth rate (Blamey et al., 2001; Connor, Hieber, Arts, & Zwolan, 2000). All studies reported wide inter-individual variability.

Given that speech performance appears to be related to the age at which children received the implant, researchers have examined whether age at implantation is related to language acquisition as well. In contrast to speech perception and production outcomes, however, conclusions concerning language outcomes for children with CIs do not seem as definitive. Many studies have shown that children implanted at younger ages were likely to develop better both receptive and expressive language skills than children implanted at older ages (Connor et al., 2000; Kirk, Miyamoto, Lento, et al., 2002; Manrique, Cervera-Paz, Huarte, & Molina, 2004a, 2004b; Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew, & Svirsky, 2003; Nikolopoulos et al., 2004; Svirsky et al., 2004; Tomblin et al., 2005). A recent study by

Hay-McCutcheon, Pisoni, Kirk, & Miyamoto (2006) found that the only factor that had a significant effect on language outcomes was the age at implantation. The other factors that were considered in the statistical analyses (e.g., duration of use, communication mode, number of electrodes inserted in the cochlea) did not result in significant differences in language development. On the other hand, Geers and colleagues (Geers, 2002, 2004; Geers et al., 2002; Geers et al., 2003) suggested that age at implantation was a poor predictor of language outcomes in prelingually deafened children, at least when outcomes were measured after 4 to 6 years of use.

The main theoretical rationale for early language intervention in general, and for cochlear implantation in profoundly deaf children more specifically, is based on work by Eric Lenneberg, first published in 1967. Lenneberg proposed there was a critical (or sensitive) period for first language acquisition, referring to a specific period of time in childhood during which a child is biologically and neurologically receptive to linguistic input (Lenneberg, 1967; Locke, 1997; Ruben, 1997). Lenneberg proposed that the critical period for language acquisition extends until puberty, but more recent evidence suggests that a system as complex as language may be affected by different critical periods for different language components (Bortfeld & Whitehurst, 2001). Moreover, studies involving deaf populations and individuals with CIs suggest that the upper age limit for a critical period is likely around 5 or 6 years rather than around 13 years (Manrique et al., 1999; Robinson, 1998). Studies with deaf individuals show that this concept of a critical period applies to signed as well as to spoken language (Boudreault & Mayberry, 2006; Mayberry & Eichen, 1991; Newman, Bavelier, Corina, Jezzard, & Neville, 2002). Numerous studies on acquisition of American Sign Language (ASL) have documented long-term effects of early linguistic privation. The question of the upper limit for a critical period in first language acquisition, whether it is spoken or signed, is still under debate in the literature.

The question of how well, or to what extent, do children receiving a CI acquire and construct their linguistic knowledge raises the issue of which language domains should be scrutinized in order to obtain a comprehensive and accurate understanding of language development in these children. Previous research in children with various degrees of hearing impairment has suggested that specific language components are likely to be *vulnerable* even when only a mild hearing loss is present. These components are vocabulary (Davis, Elfenbein, Schum, & Bentler, 1986; Gilbertson & Kamhi, 1995; Stelmachowicz, Pittman, Hoover, & Lewis, 2004), morphology, and syntax (Bishop, 1983; Brown, 1984; Delage & Tuller, 2007; Norbury, Bishop, & Briscoe, 2001). Studies of cerebral imagery with deaf individuals show that grammatical processing (i.e., morphology and syntax) appears particularly vulnerable to delays in language experience (Neville & Mills, 1997). In a recent review, Lederberg and Spencer (2005) suggested that some aspects of semantic development may also be vulnerable in deaf individuals when language exposure is delayed. Thus, vocabulary and grammar abilities should be an essential part of the study of language achievement in children with cochlear implants. These aspects are viewed as reliable indicators of linguistic development (Szagun, 2000, 2001; Nikolopoulos, Dyar, Archbold, & O'Donoghue, 2004) and are often examined in the paediatric CI literature on language development.

Some of the difficulty in obtaining a clear picture from the literature regarding language outcomes may be related to several conceptual as well as methodological issues. First, a vast majority of studies fail to define in a clear fashion what is meant by "language". Researchers from the cochlear implant field tend to use this term in reference to a very large variety of abilities, including turn-taking in play, phoneme production accuracy, metalinguistic skills, conversational skills, and so forth. Thus, it is difficult to reach a consensus about what is considered to be language by these researchers. Linguists and communication disorders specialists agree that language includes a semantic and lexical dimension as well as morphological and syntactic, phonological, and pragmatic

aspects. This lack of a clear definition of language in the literature on CIs is reflected in the methods employed and on the interpretation of the results. Therefore, in many studies, there is confusion not only between receptive language achievement, phonological development and speech perception performance, but also between expressive language abilities and speech intelligibility. Moreover, many studies focus solely on vocabulary whereas others evaluate only syntactic abilities. As a consequence, available language results concerning children with CIs often appear incomplete and are difficult to interpret.

Second, a wide inter-individual variability is found in language outcomes and conclusions of the studies might appear to be contradictory. A very common limitation (and one possible explanation for variability) of studies is large differences in age at implantation, either among the participants or within subgroups of participants. For example, children may have been “less than 7 years old at the time of implantation” (Nikolopoulos et al., 2004, p. 629), or have been aged up to 11.6 years of age when grouped by age at implantation (before and after 5 years of age; El-Hakim et al., 2001). In addition, the length of use of the implant, and consequently, the length of linguistic experience afforded by the implant, is not always controlled for in a large number of studies and therefore, age at implantation might not be the only factor contributing to language achievement and to the attainment of language levels on par with hearing age-mates. Finally, given the demonstration of the primary benefits of a cochlear implantation before the age of 3 years compared with later implantation, a growing number of studies have documented language development in deaf children who received their CI by the age of 3. Some researchers argue that the age of 3 might be the turning point dividing good and poor language outcomes (Kirk, 2000; Kirk, Miyamoto, Lento, et al., 2002; Miyamoto, Kirk, Svirsky, & Seghal, 1999). Nevertheless, literature focusing exclusively on language development in children with early cochlear implantation remains scarce.

In summary, current research provides apparently conflicting answers concerning the extent to which children with a CI achieve age-appropriate language levels, and concerning which components of language to include when assessing of language gains (vocabulary and grammar; receptive and expressive language). Moreover, many factors appear to influence language outcomes (see Geers et al., 2007, for a review). Research designs, age at implantation, duration of use, language assessment tools, data analysis techniques, and personal characteristics, such as cognitive status of children enrolled in studies, are either extremely variable, or unreported.

2.3 Purposes of the Study

The general purpose of this systematic review is to examine the main outcomes reported in the literature in vocabulary and grammar of profoundly deaf children who received a CI before the age of 3 years. Because research results appear to be inconsistent, the aim of the systematic review is to detect main trends in linguistic outcomes in order to address three questions:

1. Some research suggests an accelerated development of receptive and expressive vocabulary and grammar after the activation of the CI. When compared to the language acquisition rate found in typically developing children, the rate of language growth in children with CIs is often described as near-normal to above normal. The first question therefore asks whether, according to the literature, children who received a CI before their third birthday (a) develop language at rates equal or surpassing normally hearing children, and ultimately attain language levels comparable to their hearing age-mates after a certain duration of implant use, or (b) demonstrate a language delay, with the attained language level comparable to hearing age (i.e., duration of CI use) rather than to chronological age.

2. Moreover, as receptive and expressive vocabulary and grammar are infrequently assessed at the same time in primary studies, the second question addresses the comparison of the magnitude of gains across language domains.

3. Last, research to date indeed provides insights into language development, but explanations for the outcomes offered by many researchers remain evasive (Fink et al., 2007). The third question addresses the variables that authors invoke to explain their results. As discussed above, many factors are considered as possible predictors of language outcomes, thus complicating the task of explaining results observed.

2.4 Methods

2.4.1 Search Strategy

According to general principles used for systematic reviews, the following research question was formulated to guide the search: “What is the impact of receiving a cochlear implant before the age of 3 in children congenitally or prelinguistically deafened (before the age of 18 months), on receptive and expressive grammar and vocabulary, in terms of level of language attained, compared with the normally hearing population?” The search strategy was thus based on the terms used in the research question.

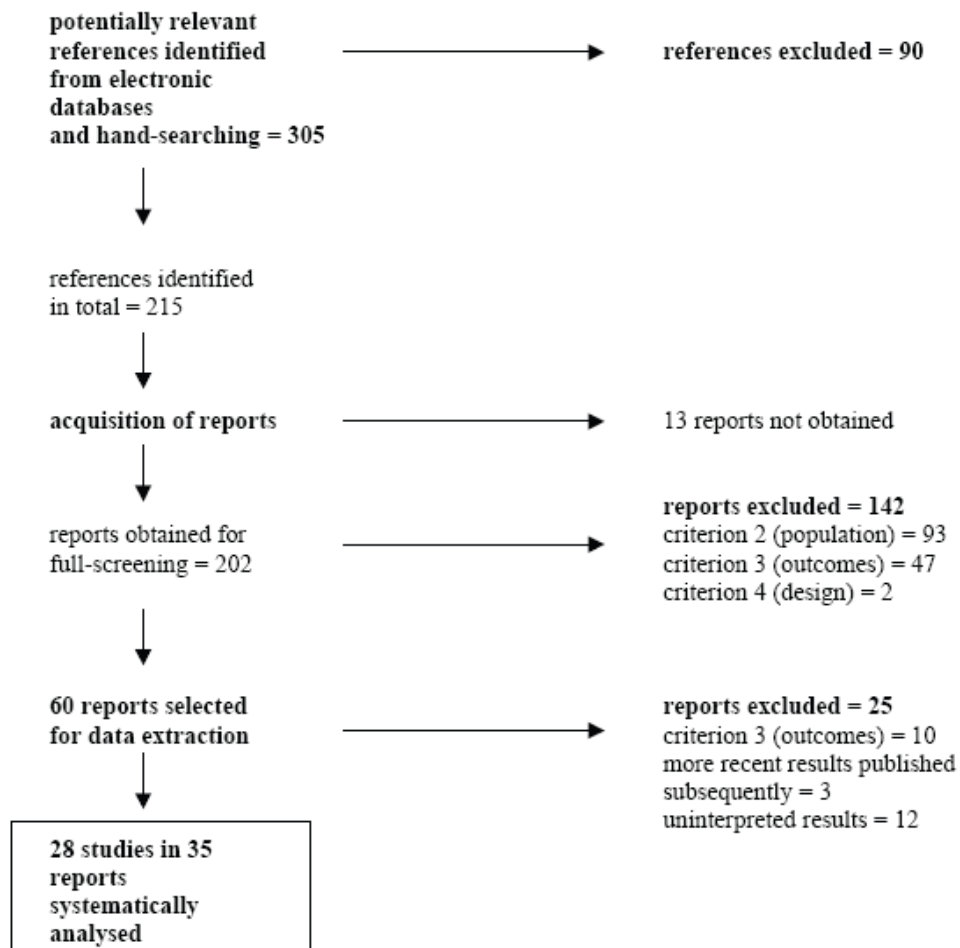
To identify all eligible studies, we used variations on the terms “cochlear implant,” “child/children,” “language/language development/language acquisition,” in English and French, with no restriction on year of publication. Reference lists of all articles found to be eligible to the systematic review were also hand-searched. The major databases in the rehabilitation field, including journals in biomedical sciences, audiology, and communication disorders (that also may include psychology, education, and linguistics) were searched. The search focused on articles published in English and French but no

restriction was applied to the language of the participants in the studies. The following databases were searched: PubMed, EMBASE, CINAHL, PsychInfo, and ProQuest Database of Dissertations and Theses. The Cochrane Library was also searched. Finally, an Internet search was conducted using Google Scholar. The search log is presented in Appendix A. We did not restrict on year of publication because we excluded all studies that were not reporting on multichannel cochlear implants: therefore, many studies from the 80's and early 90's were eliminated. The most recently published article was from 2007.

2.4.2 Search Results

The search query yielded 305 abstracts (Figure 1). The initial screening eliminated 90 references, most of which were duplicates, involved adults or did not report a research study (i.e., literature review, human interest article). A total of 215 abstracts were eligible for full-document screening. Thirteen of these could not be obtained, despite personal contact with the authors. Some authors did not respond to our query, whereas others were unable to provide the report requested (e.g., a conference presentation or an unpublished paper).

Figure 1. Screening and Selection Process of Retrieved References



The second screening stage involved reviewing full-length articles and led to the exclusion of 142 documents. The most common reason for exclusion was that the population under study included children who received their CI after the age of 3 years; some studies included children implanted before age 3 in their sample but reported no specific results for this age range (i.e., results were reported for all children in the sample). For example, a study that included children who received a CI between the age of 1 and 7 and reported results for the whole group according to mean age at implantation was

excluded because no results were specifically reported for children who received a CI before the age of 3. Ninety-three studies were excluded on this basis.

The second main reason for exclusion was that the outcome of the study did not involve vocabulary or grammatical abilities and rather reported speech perception or production data. Forty-seven studies were excluded on this basis. Finally, two other studies were excluded because they were not reporting a research.

2.4.3 Study Selection

Retrieved references were reviewed for eligibility by a single investigator (master's student), following the inclusion criteria listed in Table 1. At the stage of total obtained reports for full-screening ($n = 202$), two investigators separately assessed eligibility of a subset of 55 studies ($55/202 = 27\%$) in order to obtain an inter-investigator agreement rate. Agreement rate between the two investigators was 93%. All disagreements were resolved by reaching a consensus.

Of the 60 reports selected for data extraction (Figure 1), 25 were excluded at this stage, after attentive reading, for three different reasons: (a) the outcome reported did not involve vocabulary or grammar abilities (10 studies), (b) more recent results were published subsequently (3 studies), or (c) results were incomplete or un-interpretable : for example, numerical data were not presented and results were summarized in a statement such as “normally-hearing children performed better than children with a CI” (12 studies).

Table I: Selection Criteria for Inclusion/Exclusion of Articles

Selection Criterion	Inclusion	Exclusion
Population	congenitally deaf children; prelingually deafened children (18 months old or younger)	children deafened after the age of 18 months; children with cognitive/intellectual impairment
Intervention	to have received a cochlear implant at 3 years old ¹ (36 months) or younger	to have received a cochlear implant after the age of 3 (36 months)
Outcomes	language development: receptive and/or expressive vocabulary and grammar	speech perception; speech production (intelligibility, articulation, voice, fluency); phonological awareness; literacy; reading abilities; phonological processing; babbling; prelexical abilities; pragmatics; narrative abilities; communicative strategies
Type of design	analytic and observational designs: cohort studies (prospective and retrospective); case-control studies; case-studies/case-series; cross-sectional studies; qualitative research	personal stories/accounts; literature review letter to the editor/commentary; expert opinion
Publication language	English and French	other languages
Language studied	all	none
Type of implant	multichannel cochlear implants	single-channel cochlear implants

¹Any study in which at least one participant was implanted before the age of three was eligible, even if other participants of the study did not meet this criterion; in addition, results had to be specifically presented for these specific participants.

2.4.4 Data Extraction and Quality Assessment

Data from eligible articles were extracted and each study was assessed for quality. Twenty-one of the total of 35 articles (60%), reporting 28 different studies included in the review were analyzed independently by two investigators. The quality judgment for these 21 articles was based on agreement between the two investigators. For the 14 remaining articles, data extraction and quality judgment was subsequently handled by one single investigator (first author).

Extracted data included general information (e.g., country where the study was conducted) as well as specific information on the demographics of the study participants (gender, age, and so forth), research design, language measures, analyses, and results. A qualitative evaluation checklist was also completed. Petticrew and Roberts (2006) noted that investigators should be cautious with the use of checklists designed for a different purpose, and from a different domain of research. Consequently, we chose a validity checklist designed to evaluate research in communication disorders (Schiavetti & Metz, 2005). Checklists for the *methods*, *results*, and *discussion* sections of each study were integrated to the data extraction form (Appendix B presents a sample extraction form).

Finally, a level of evidence score was attributed to each study, according to the *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine Levels of Evidence* (Phillips et al., 2001). There are a number of systems for grading evidence. The Oxford system was designed to respond to a need for assessment of evidence in a larger scope than treatment effectiveness and to be used by clinicians in practice (Atkins et al., 2004); thus, it covers different aspects of evidence-based practice, such as diagnosis, prognosis, and intervention (Law & Plunkett, 2006). The levels of evidence are attributed according to research design, from the strongest (e.g., systematic review of randomized controlled trials) to the weakest (e.g., expert opinion). Levels of evidence classify studies based on the type of research design:

the quality of each individual study still needs to be assessed using a critical appraisal. In the present systematic review, quality assessment and grading of the studies relied more on carefully conducted studies than on the intrinsic value of the research design. As Glasziou, Vandembroucke, and Chalmers (2004) suggested, some dimensions are more important for particular clinical problems and outcomes than for others, “which necessitates a tailored approach to appraising evidence” (p. 40). Prospective randomized controlled trials (RCTs) with children with CIs would be suitable under certain circumstances, but the length and costs of such trials pose several dilemmas (Summerfield & Marshall, 1999), in addition to potential ethical issues. No RCT have been conducted to date on language development in children receiving a cochlear implant. Thus, 24 studies selected for this systematic review displayed relatively low levels of evidence (level 3 and 4) according to the standards of epidemiological research (e.g., case series, cross-sectional studies with small samples).

2.5 Results

2.5.1 Characteristics of the Studies

Twenty-eight studies were finally selected for the systematic review. These studies varied widely at the clinical level (participant characteristics, languages examined, assessment tools), as well as at the methodological level (designs, overall methodological quality). Study results reflected this heterogeneity.

The studies were published between 1995 and 2007. Sample sizes ranged from 1 to 94, and participants ranged in age from 6 to 38 months at the time of cochlear implantation. Twelve studies were single or multiple case studies, whereas 16 involved groups of participants. Twenty-one studies employed a longitudinal or a pre-post design, six presented cross-sectional data, and one was a retrospective study.

The majority of the studies were based on comparative research designs, the comparison group being either children who received a CI when they were older, or normally hearing children (case or group matched for chronological age, gender, or language level). However, when a comparative group of normally hearing children was involved, it was usually the normative sample of the language test used in that particular study. A second group of studies employed observational (descriptive) designs. Research designs are presented in Table II.

Table II: Characteristics of the studies: designs, languages, assessment and scores (number of studies)

Characteristics of the studies	Number of studies *
Type of design	
Observational (no comparison group)	11
Comparative group:	
later implanted children	6
matched comparative group of normally hearing children	3
normative (normally-hearing) sample of the language test	8
Language studied	
English	22
English as first language in bilinguals	1
German	2
Dutch	1
French	1
Spanish	1
Language domain assessed	
receptive vocabulary	13
global measure on receptive language	10

Table II: (continued)

Language domain assessed	
receptive grammar	1
expressive vocabulary	10
expressive grammar	9
global measure of expressive language	13
overall language (receptive and expressive)	4
Type of score	
standard score	7
age equivalent	7
percentile	1
language quotient (age equivalent \div chronological age)	6
description	9
other measures	4

*Number of studies for each characteristic exceeds the total number of studies included in the review because studies which are assessing more than one aspect of language, or with more than a single measure or score were counted more than once.

Not surprisingly, the development of the English language was the most frequently studied. However, a few other languages were examined as well. Table II shows the language distribution among studies. Even though some of these languages are related (e.g., Dutch and German with English; Spanish with French), it should be kept in mind that these different languages demonstrate different grammatical organization.

In general, conclusions drawn from the selected studies referred to language as unitary concept. However, the vast majority of the results reported in the studies relied on a single measure of language development (e.g., receptive vocabulary), rather than on a set of measures assessing both receptive and expressive aspects of the various language domains. Table II shows language domains assessed in the studies. Many studies made an exclusive

use of standardized language tests, whereas others collected spontaneous language samples as well. Only one study relied exclusively on the analysis of language samples (Szagun, 1997). The PPVT (Dunn & Dunn, 1997; 12 studies), the Reynell Developmental Language Scales (RDLS, Reynell & Gruber, 1990; 11 studies), and the MacArthur Communicative Development Inventory (MCDI; Fenson et al., 1993; 7 studies) were the most frequently used standardized measures. Detailed characteristics of the language measures used in the primary studies are presented in Appendix D.

There was considerable variability in the type of scores used to express main outcomes. A majority of studies provided developmental scores. The classic age-equivalent and language quotient (age-equivalent divided by chronological age) scores were the two types of developmental scores used in nearly half of the studies. Other studies relied on standardized scores or descriptive analyses. Table II shows the various scores used to address outcomes.

Each language domain was analyzed separately. Appendix C provides a detailed description of each study selected for the review, including an overview of language outcomes for assessed components, and general comments on quality. A descriptive synthesis as well as a meta-analysis of some results of the primary studies was completed. A meta-analysis is a statistical technique often used in systematic reviews that amalgamates quantitative results to answer a research question. As Petticrew and Roberts (2006) pointed out, conducting a meta-analysis does not preclude elaborating a descriptive synthesis, called a *narrative synthesis*. Although systematic reviews do not necessarily involve quantitative pooling (Glasziou et al., 2004), studies presenting standard scores, percentiles or age-equivalent scores were eligible for inclusion in a meta-analysis. Meta-analysis reports findings in terms of effect sizes. The effect size provides information about how much change is evident across studies. In the present review, the meta-analysis was

conducted to quantify the size of the differences between language levels in children with CIs compared to normally-hearing children of the same age.

To perform meta-analyses, we used the *Effect Size Calculator*. R. Bernard and P. Abrami (Bernard, Abrami, & Wade, 2007) from Concordia University, Montreal, Canada, designed this statistical tool that generates summary statistics from pooled data. Equations in the calculator are extracted from Hedges and Olkin, 1985 (Bernard & Abrami, 2007; Turner & Bernard, 2006). The numerical value of the generated effect size can be either positive or negative. A positive value indicates that the experimental group outperformed the control group on the outcome measure. Conversely, a negative value indicates that the control group performed better than the experimental group. Bernard and Abrami used Cohen's criteria (Cohen, 1988), to characterize the effect size from low to high. In order to include a study in the effect-size computation, the following descriptive data were required: sample size, and mean scores and standard deviations for both experimental and control groups. In many of the studies selected for the systematic review, it was not possible to retrieve these statistics. In order to increase the power of the statistical demonstration because few descriptive data was available from the selected studies, data from two additional studies reporting receptive vocabulary scores with means and standard deviations were entered in the calculator. These two studies were previously excluded from the descriptive analysis because language development was not the main issue of the study; furthermore, language scores were not interpreted by the authors. One study was about speech intelligibility and the other reported on theory of mind: receptive vocabulary scores were used as variables in statistical analyses (Flipsen & Colvard, 2005; Macauley & Ford, 2006). In these two studies, receptive vocabulary data were not discussed. Receptive vocabulary was the only domain in which we added data from studies previously excluded from the narrative synthesis.

2.5.2 Analyses

Tables III to VIII present the outcome data for each language domain assessed in the primary studies. Information on the sample and the language measures, as well as the main results and final interpretation of the outcomes are presented. Changes in language status over time required careful interpretation because of the different ways of reporting language data: difference (or proportion) between language age and chronological age, rate of growth over time, or developmental trajectory. Moreover, various types of scores were employed in the primary studies: Whereas a steady standard score over time suggested a sustained rate of acquisition, an unchanged age-equivalent score would rather imply absence of progress. Furthermore, when language quotients were used, a quotient below 1 (or 100 if multiplied by 100) would demonstrate some progress over time but a below-normal rate of acquisition (a quotient of 1 would express a normal developmental rate).

The results are classified as representing one of three possible final outcomes: (a) A delay still present after 1 year and up to 5 years of CI use, from which we can infer a rate of acquisition either below, equal, or surpassing the normal rate, (b) a decrease in the magnitude of the delay after 2 to 3 years of CI use, thus indicating an accelerated rate of acquisition, or (c) a rate of language acquisition (as soon as a few months and up to a 5 years period of CI use) such that children do catch-up with their hearing peers, obtaining results within normal limits according to chronological age. Depending on the study purposes and design, rates of language growth were not always presented by the authors and thus could not be systematically reported in the analyses. Studies for which it is impossible to draw a final interpretation are marked.

2.5.2.1 Receptive Vocabulary

Thirteen studies examined receptive vocabulary. Twelve studies used the PPVT and two of these also used the MCDI. One study conducted an experimental fast-mapping task (Houston, Carter, Pisoni, Kirk, & Ying, 2005). Table III summarizes the principal findings.

Table III: Evidence Table for Receptive Vocabulary

Table III: Evidence Table for Receptive Vocabulary

Author	n = CI < 3y /total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures*	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Brackett & Zara (1998)	17/33	2 – 3 years	up to 36 months	PPVT-R	11 months gain on the first 12 months; 10 months gain between 12 and 24 months; 14 months gain between 24 and 36 months of CI use; stable 12 months delay between chronological age and receptive vocabulary age at each data point up to 36 months; acquisition rate quite similar to hearing children;	4	↔
Connor, Craig, Heavner, Raudenbush & Zwolan (2006)	21/100	12 – 30 months	more than 1 year	PPVT-R or PPVT-III	adjusted growth curves indicate a receptive vocabulary development within normal limits for this subgroup; combined effects of length of use and early burst of growth in the first 3 years following implantation would predict a catch-up at age 6;	4	↑
Cowan, Dowell & Hollow (1995)	1/3	2;6 years	3;2 years	PPVT-R	pre-implant, PPVT age is 0; post-3 years, at chronological age 5;8 years, the PPVT age is 4;5 years; the vocabulary /chronological age gap is narrowing over time;	4	↗
Ertmer & Mellon (2001); Ertmer, Mellon & Sadagopan (2003)	1/1	20 months	up to 42 months	- MCIDI - PPVT-III	MCIDI: receptive vocabulary increases from 178 to 250 words between 8 and 14 months of CI use; PPVT: age-equivalent scores and standard scores correspond to the duration of use instead of chronological age (although standard score at 30 months of use is within 1 standard deviation below the mean according to chronological age); a relatively stable 20 months delay is found after 36 and 42 months of CI use; (the delay was equivalent to 13 months after 30 months of use)	4	↔

Table III: (continued)

Fenander & Redmond (2006)	6/6	12 – 24 months	3 to 5 years	alternate form of PPVT-III	2 of the 6 children show age-equivalent scores corresponding to their “hearing age” (duration of CI use) after 3 to 5 years of use, whereas the 4 other children show age-equivalent scores congruent with chronological age;	4	4/6 $\hat{\uparrow}$ 2/6 \leftrightarrow
Houston, Carter, Pisoni, Kirk & Ying (2005)	12/24	10 – 34 months	1 – 3 years	experimental fast-mapping task	CI children performed more poorly than normally hearing peers on the receptive task; authors conclude that deaf children have linguistic acquisition difficulties (difficulty in their ability to learn words quickly after a few exposures), even after cochlear implantation	3	x
Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew & Zuganelis (2002)	14/106	before age 2	2.2 to 2.5 years (average)	PPVT-III	average PPVT Language Quotient (LQ = age-equivalent score divided by chronological age) are below 1 (indicating a delayed receptive vocabulary) but LQ increased with the length of device use;	4	$\hat{\uparrow}$
Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina (2004a ; 2004b)	94/182 (< 3 y) 36 (< 2 y)	before age 3	up to 5 years	PPVT (Spanish version)	children who received a CI before age 2 were reducing the gap between receptive vocabulary age and chronological age after an average duration of use of 2.2 to 2.5 years (faster rates of growth than children implanted later) despite a relatively linear receptive vocabulary development, children implanted before 3 years of age show a delay of approximately 2 years between PPVT age and chronological age – however, when the larger group is subdivided, near normal acquisition of receptive vocabulary takes place (when examining children implanted exclusively before the age of 2 years old);	4	< 3 y \leftrightarrow < 2 y $\hat{\uparrow}$

Table III: (continued)

Miyamoto, Kirk, Svirsky & Seghal (1999)	14/33	before age 3	2.3 years (average)	PPVT-R	average LQ for this subgroup is approximately 0,6 (oral communication mode) and 0,7 (total communication mode) after 2 years of device use; children implanted before 3 years old showed a receptive vocabulary delay equivalent to 16 to 21 months (computed from language quotients);	3	↔
Seung, Holmes & Colburn (2005)	1/1	20 months	19 months	- MCDI - PPVT-III	at 20 months of age (pre-CI), case understands 54 words, whereas control understands 118 words; 19 months later (chronological age: 39 months), PPVT standard scores are within normal limits for both case and control (PPVT standard scores respectively 90 and 100); at the time of implantation, CI child showed a significant delay compared to her twin sister; she caught up the average level for hearing children after 19 months of device use;	3	↑
Spencer (2004)	13/13	13 – 38 months	21 – 81 months	PPVT (n = 11)	standard scores are well below average, even if the test is administered in a sign-plus-speech mode, for 11 congenitally deaf children; children showed a severe vocabulary delay after at least 2 years of CI use;	4	↔
Young & Killen (2002)	3/7	27 – 37 months	5 years	PPVT-R	standard scores are well below average (respectively 45, 62, and 58) after 5 years of CI use (chronological age 7:11 to 8:5 years) children showed important vocabulary delay after 5 years of device use;	4	↔
Zable (2001)	1/14	18,9 and 27,5 months	4 – 9 years	PPVT-R	PPVT Developmental Quotient (DQ) was calculated for one subject at 3 data points and yielded .83 (we recomputed DQ including all data points and obtained .41)	4	✘
TOTAL	198	10 – 38	1 – 9				

Table III: (continued)

	months	years
* PPVT: Peabody Picture Vocabulary Test ; MCDI: MacArthur Communicative Development Inventories		
<i>Note.</i>		
⇔ Outcome 1: a noticeable vocabulary delay is still present after a certain length of CI use		
↗ Outcome 2: the vocabulary /chronological age gap is narrowing over time		
↑ Outcome 3: vocabulary catch-up		
✖ Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude		

The majority of studies (representing over 100 children with a CI) suggested that a receptive vocabulary delay remains present despite an accelerated rate of acquisition over a 3-year period (Brackett & Zara, 1998; Manrique et al., 2004a), or a decreasing delay over time, after an average length of use of 2 to 3 years (Cowan et al., 1995; Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew, & Zuganelis, 2002). Two studies indicated receptive vocabulary development within normal limits, according to raw scores (Connor, Craig, Raudenbush, Heavner, & Zwolan, 2006; Manrique et al., 2004b), after 3 years of implant use. It is important to note that the children who participated in these two last studies were provided with a CI before the age of 30 months, and represented 30% of the total number of children assessed with PPVT ($n = 57$ of a total $n = 186$).

The meta-analysis of receptive vocabulary included four studies. Two of the studies were part of the systematic analysis (Spencer, 2004; Young & Killen, 2002), and the two others were previously excluded studies in which results for the PPVT and the British Vocabulary Picture Scale (BVPS, Dunn, Dunn, Whetton, & Pintilie, 1982) were reported (Flipsen & Colvard, 2005; Macauley & Ford, 2006). Effect size was computed for a total of 25 children receiving an implant before the age of 3 years old, and yielded a value of -1.57 . According to Cohen's criteria, this effect size is low to medium. Receptive vocabulary level was thus somewhat lower in children with CIs than in children with normal hearing. Given the small subsample (representing 12% of the total sample) and the fact that the length of CI use was variable within the sample, the power of the demonstration is considered weak.

2.5.2.2 Receptive Language

Ten studies examined receptive language (e.g., a global measure of vocabulary and grammar). Nine studies used the receptive part of the RDLS, and one study employed the Clinical Evaluation of Language Fundamentals (CELF-3; Semel, Wiig, & Secord, 1995). Two of the nine RDLS studies also used the Preschool Language Scale (PLS-3; Zimmerman, Steiner, & Pond, 1992), the Vineland Adaptive Behavior Scale (VABS;

Sparrow, Balla, & Cicchetti, 1984), and the Oral and Written Language Scale (OWLS; Carrow-Woolfolk, 1995). One last study (Nott et al., 2003) administered the RDLS but results were not reported, and thus are not included in the analysis. According to these authors, too many children in this study were unable to perform the test, after 12 months of CI use. Table IV summarizes the principal findings.

Table IV: Evidence Table for Receptive Language

Table IV: Evidence Table for Receptive Language

Author	n = CI < 3y / total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures ¹	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Kane, Schopmeyer, Mellon, Wang & Niparko (2004)	18/18	9 – 36 months	up to 20 months	RDLS	mean standard score = 66; investigators suggest wide variability; however, the mean is lowered by 13 participants who obtained very low scores (less than 65); 5 children showed scores within normal limits (standard score between 85 and 105); two developmental profiles but a majority are language delayed;	4	13/18 ⇔ 5/18 ↑
Kirk, Miyamoto, Lento, Ying, O'Neill, Fears (2002)	41/73	before age 3	up to 4 years	RDLS	significant augmentation of receptive abilities (oral and total communication) over time: as a consequence, Language Quotients increase over time: around 0,6 after 2 years of CI use, around 0,8 after 3 years, and 0,9 after 4 years; according to the evolution of Language Quotients over time, we can hypothesize a narrowing receptive language delay;	4	↗
Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew & Zuganelis (2002)	14/106	before age 2	2 years	RDLS	children implanted before age 2 had the lowest Language Quotient (LQ) at the beginning of the study (0,4) but showed a significantly faster LQ growth rate; LQ is around 0,55 after 2 years of CI use; on average, linguistic age remains below chronological age (LQ less than 1); significant gains in growth rate suggest that children who received a CI before age 2 were reducing the gap over time;	4	↗

¹ RDLS: Reynell Developmental Language Scales ; PLS-3: Preschool Language Assessment ; VABS: Vineland Adaptative Behavior Scales; CELF-3: Clinical Evaluation of Language Fundamentals;

Table IV: (continued)

Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina (2004a)	94/182 (< 3 y)	before age 3	up to 5 years	RDLs (Spanish version)	despite a relatively linear receptive development, children implanted before 3 years of age show an average 2 years delay between receptive RDLs age and chronological age: the gap widens when children are 7 to 9 years of chronological age;	4	↔
Miyamoto, Kirk, Svirsky & Seghal (1999)	14/33	before age 3	2.3 years (average)	RDLs	average LQ for this subgroup is approximately 0,65 (oral communication mode) and 0,6 (total communication mode) after 2 years of device use; children implanted before 3 years old showed a receptive vocabulary delay equivalent to 20 months (derived from LQs)	3	↔
Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew & Svirsky (2003)	1 case (+ 10 controls < 3 y)	case : 6 months control: before age 3	case: 12 months control: average 3 years	RDLs	the case obtained an age equivalent score practically equivalent to chronological age; the child who had received CI at 6 months appear to develop receptive language normally; the control group of children implanted before age 3 show a delay (LQ = 0,6);	3	↔
Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, De Ceulaer, Yperman & Govaerts (2004)	1/1	6 months (second CI at 15 months)	up to 4 years	RDLs (Dutch version)	child had been tested with RDLs at 2,3, and 4 years of CI use; percentile over 50 (up to 70) after 2 years of device use; after 2 years up to 4 years post-implantation, this child demonstrates a normal level of receptive language;	4	↑
Waltzman, Robbins, Green & Cohen (2003); Robbins, Green & Waltzman (2004)	10/18 & 2/12	6 months - 2;11 years	10 months to 12 years	RDLs (< 3 y old) OWLS (> 4 y old)	standard scores are slightly below average for 4/9 participants; the other 5 have average standard scores (RDLs or OWLS) (Waltzman et al.); taken as a group, children demonstrate a language level comparable to hearing	4	↑

Table IV: (continued)

Wright, Purell & Reed (2002)	2/3	12 and 15 months	12 months	RDL S PLS-3 VABS	children; after 12 months of CI use, one subject is on par with chronological age whereas the other is on par with the duration of use (12 months) VABS age-equivalent scores are much higher than RDL S and PLS-3	4	1 $\hat{\uparrow}$ 1 \leftrightarrow
Young & Killen (2002)	3/7	27 – 37 months	5 years	CELF-3	standard scores are well below average (respectively 72, 80, and 69 - 2 SD below the mean) after 5 years of CI use (chronological age 7:11 to 8:5 years); important receptive language delay;	4	\leftrightarrow
TOTAL	210	6 – 37 months	10 months – 12 years				

Note.

\leftrightarrow Outcome 1: a noticeable receptive language delay is still present after a certain length of CI use

$\hat{\uparrow}$ Outcome 2: the language /chronological age gap is narrowing over time

$\hat{\uparrow}$ Outcome 3: receptive catch-up

\times Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude

Studies that examined vocabulary and grammar in a single receptive language measure showed different results than when vocabulary was the main focus. Only two studies suggested an absence of receptive language delay in their participants. These were case studies in which the implant was activated when the child was 6 months of age. In four other studies, a proportion of the total number of participants did not demonstrate a language delay: 5 of 18 in Kane, Schopmeyer, Mellon, Wang, and Niparko (2004) after 20 months of use, 1 of 2 in Wright, Purcell, and Reed (2002) after 12 months of use, and 5 of 9 in Waltzman, Robbins, Green, and Cohen (2003), and Robbins et al. (2004). The length of CI use varied widely in these last two reports (from 1 to 12 years of use). Of a total sample of 210 participants, only 13 children did not demonstrate a receptive language delay. On the other hand, for 55 participants enrolled in the two longitudinal studies by Kirk and her collaborators, the gap between language age and chronological age appeared to be narrowing, as expressed by rates of language improvement over a 2-year period of CI use (Kirk, Miyamoto, Lento, et al., 2002; Kirk, Miyamoto, Ying, et al., 2002). The majority of children involved in the studies showed a persistent receptive language delay, after up to 5 years of CI use.

The meta-analysis included two studies from three different reports (Robbins et al., 2004; Waltzman et al., 2003; Young & Killen, 2002) for a total of 12 children. Descriptive statistics were from RDLS, CELF-3, and OWLS. The obtained value of -0.56 corresponded to a low to medium effect size (according to Cohen's criteria), meaning that overall receptive language level was somewhat lower in children with CIs than in children with normal hearing. Again, this is not a strong demonstration, given the very small sample size and the highly variable length of use of the CI in these children.

2.5.2.3 Receptive Grammar

One single study examined receptive grammar specifically. Ertmer, Strong, and Sadagopan (2003) administered the Assessment of Children's Language Comprehension (ACLC; Foster, Giddan, & Stark, 1973) to a single child who had a CI at 20 months of age. The test involves comprehension of utterances containing 2, 3, and 4 elements, and was administered at 30, 36, and 42 months of CI use. The child obtained 70% to 100% correct responses on this task depending on the number of elements, after 42 months of use. According to the authors, this specific ability was above average compared to the level attained by normally hearing children. The fact that a single task was used to assess one single child limits the conclusion that can be drawn concerning outcomes in receptive grammar.

2.5.2.4 Expressive Vocabulary

Ten studies examined expressive vocabulary. Five studies used the MCDI, two studies used the EOWPVT (Gardner, 1985), two collected a language sample, and one used a parental diary and the Rossetti Infant-Toddler Language Scale (RITLS; Rossetti, 1990). One study employed the Expressive Vocabulary Test (EVT; Williams, 1997) and one other a subtest of the Test of Word Knowledge (TOWK; Wiig & Secord, 1992). One last study used an experimental fast-mapping task (Houston et al., 2005). Table V summarizes the principal findings of these studies.

Table V: Evidence Table for Expressive Vocabulary

Table V: Evidence Table for Expressive Vocabulary

Author	n = CI < 3y /total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures ¹	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Brackett & Zara (1998)	17/33	2 – 3 years	up to 36 months	EOWPVT-R	age-equivalent scores went from 18 months (default score allowed at the beginning of the study) to 32, 51, and 71 months (years 1, 2, and 3 of use); total gain: 53 months in 36 months time; expressive vocabulary delay no longer exists after 36 months of CI use;	4	↑
Ertmer & Mellon (2001); Ertmer, Mellon & Sadagopan (2003)	1/1	20 months	up to 42 months	- MCDI - type-token ratio from language sample	MCDI: vocabulary increases from 27 to 122 words between 8 and 14 months of CI use (first word after 3 months of use); type/token ratio: between 0,43 and 0,48 (19 – 30 months of use); 36 months : 0,59; 42 months: 0,49; according to the authors, type/token ratio is on average compared to hearing peers but child produced fewer different words than the normative sample; expressive vocabulary develops more rapidly than in hearing children at younger ages (holophrastic stage);	4	↑ ↔ number of different words
Houston, Carter, Pisoni, Kirk & Ying (2005)	12/24	10 – 34 months	1 – 3 years	experimental fast-mapping task	CI children performed more poorly than normally hearing peers on the expressive task; wide individual variability, in both control and experimental groups; authors conclude that deaf children have	3	✘

¹ EOWPVT: Expressive One-Word Picture Vocabulary Test ; MCDI: MacArthur Communicative Development Inventories ; EVT: Expressive Vocabulary Test ; TOWK: Test of Word Knowledge

Table V: (continued)

Nicholas & Geers (2007);	76/76	12 – 38 months	7 – 45 months	- total number of words - number of different root words (from language samples)	in CI children, mean total number of words went from 421 to 588 between the age of 3,5 and 4,5 years old; hearing children in the 3,5 years old group had a mean of 762 words; hearing children in the 4,5 years old group had a mean of 850 words; marked differences in the mean number of root words were also found;	2	✘
Witkin (2005)	(72 from the 76)						
Nott, Cowan, Brown & Wigglesworth (2003);	9/9	16 – 29 months	2 years	MCDI; parental diary (Di-EL);	after 12 months of use, the number of words went from 0 to above 100; 8/9 children attained 100 words in 2 years of CI use;	4	✘
Nott, Brown, Cowan & Wigglesworth (2005)	(3/3)				individual variability could reflect the variability found in normally-hearing children; authors did not report specific comparisons on a lexical level with hearing children of the same chronological age but according to the Rossetti ITLS, the global level mastered never surpassed 18-21 months after 12 months of CI use;		
Ouellet, Le Normand & Cohen (2001)	1/5	28 months	18 months	number of words (from language samples)	child began to produce words at 12 months of use; child produced 20-25 words after 18 months of device use (child had 4 years old), which is well below the norms (from a normative study by Le Normand (1996);	4	↔
Schauwers, Gillis, Daemers,	1/1	6 months (second	18 first months of	MCDI (Dutch version)	percentile at age 12 = 3 (after 6 months of use);	4	↔

Table V: (continued)

De Beukelaer, De Ceulaer, Yperman & Govaerts (2004)	1/1	20 months	CI at 15 months	use	19 months	- MCDI - EVT	percentile at age 18 = 30-35 (after 12 months of use); percentile at age 24 = 5-10 (after 18 months of use); the lexicon has developed slowly in the first 18 months of use;	3	↔
Seung, Holmes & Colburn (2005)	1/1	20 months	19 months	- MCDI - EVT	MCDI: prior to implantation, the difference in the number of words between the deaf child and her twin sister was small but 12 months later, the implanted child produced half the words of her twin (140 vs 334); EVT at 19 months of use: standard score = 75 (below the mean; the hearing child obtained 105)				↔
Szagan (2001)	19/22	14 – 36 months	up to 18,5 months (3 data points)	MCDI (n = 19)	as a group, children with CI acquire vocabulary more slowly than normally hearing children matched for linguistic level at the beginning of the study; hearing children are therefore younger than the CI children (the number of words in CI children is approximately half of the number of words in hearing children, at each data point) the difference in number of words at 13,5 months is statistically significant;			2	↔
Young & Killen (2002)	3/7	27 – 37 months	5 years	vocabulary sub- test from TOWK	standard scores are within normal limits after 5 years of CI use (chronological age 7:11 to 8:5 years); expressive vocabulary is a particular area of strength;			4	↑
Zable (2001)	1/14	27,5 months	4 – 9 years	EOWPVT	a Developmental Quotient (DQ) was calculated on 3 data points (at 101, 123, and 135 months of age) and yielded .42;			4	✘

Table V: (continued)

TOTAL	6 – 37 months	7 months – 9 years
-------	---------------	--------------------

Note.

- ⇔ Outcome 1: a noticeable vocabulary delay is still present after a certain length of CI use
- ↗ Outcome 2: the vocabulary /chronological age gap is narrowing over time
- ↑ Outcome 3: vocabulary catch-up
- ✖ Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude

For a number of reasons, it is difficult to draw conclusions about the outcomes in expressive vocabulary. Many of the studies that examined this language component were either case studies or case series using very small samples. As a consequence, the total sample is only 67 children. (A large and rigorous study by Nicholas and Geers, 2006, involving 76 children had to be excluded from the systematic analysis because language results in children with CI were not compared to a normally hearing population but instead to a sample of children who wore conventional hearing aids. These investigators administered the MCDI and collected language samples when children were 3.5 years old. Raw scores on all lexical measures were systematically higher in children with cochlear implants than in 3 years old hearing aids users). Furthermore, different tools and techniques were used to assess vocabulary. The EVT and EOWPVT are picture-naming tests administered by a professional, and the MCDI is an inventory completed by a parent or a caregiver. Other investigators collected language samples in semistructured play sessions or asked the parent to keep a diary.

Of a total of 67 children, 20 exhibited expressive vocabulary levels (naming test scores) within normal limits after 3 to 5 years of CI use ($n = 17$ in Brackett and Zara, 1998, and $n = 3$ in Young and Killen, 2002; see Table 5). The single case reported in Ertmer and Mellon (2001) and Ertmer et al. (2003) showed a type/token ratio on average comparable with that of hearing peers but the child produced fewer different words after 36 to 42 months of use. A longitudinal group study with a group of hearing children matched for linguistic level at the beginning of the study (Szagun, 2001) showed that 20 children with normal hearing (of younger chronological age) had significantly larger vocabularies than 19 children with CIs after 18.5 months of device use ($p < 0.05$). This last study provided the strongest evidence regarding expressive vocabulary acquisition.

The meta-analysis of expressive vocabulary included two studies (Szagun, 2001; Young & Killen, 2002) for a total of 22 children. Descriptive statistics came from the

naming subtest of the TOWK and from the MCDI. A value of -3.24 was obtained, indicating a low to medium effect size, and thus suggesting that expressive vocabulary levels in children with CIs are somewhat lower than in children with normal hearing.

2.5.2.5 Expressive Grammar

Nine studies focused on expressive grammar. The majority of the studies reported the Mean Length of Utterance (MLU) calculated in morphemes (six studies) or in words (one study). In the two remaining studies, one used the Language Assessment, Remediation and Screening Procedure (LARSP; Crystal, Fletcher, & Garman, 1981) analysis, and the other employed a custom-designed scale (Language Rating; Brackett & Zara, 1998). Only three studies reported group data. All other studies were single or multiple cases. Table VI summarizes the principal findings.

Table VI: Evidence Table for Expressive Grammar

Table VI: Evidence Table for Expressive Grammar

Author	n = CI < 3y /total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures ¹	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Brackett & Zara (1998)	17/33	2 – 3 years	up to 36 months	Language Rating (scale from 1 to 8)	despite a rapid increase in length and complexity of utterances over the first 2 years (Stage 6 (3-word combinations and emerging grammatical morphemes) after 24 months), after 36 months of use, children remained at Stage 6; at 5 – 6 years of age, Stage 6 demonstrates a considerable delay;	4	↗
Ertmer & Mellon (2001) ; Ertmer, Mellon & Sadagopan (2003)	1/1	20 months	up to 42 months	- types of utterances - MLU	MLU progressed but remains considerably delayed after 42 months of CI use (MLU = 2.57); 45% of total correct word combinations at 42 months of use (approximately on average);	4	↗
Fenander & Redmond (2006)	6/6	12 – 24 months	3 – 5 years	MLU (from language samples)	despite intervention on grammar, 3/6 did not improve their MLU over the 8-month period; 3/6 even showed a MLU regression; at best, MLU is consistent with hearing age;	4	↔
Nicholas & Geers (2007)	76/76	12 – 38 months	7 – 32 months	- MLU - number of bound morphemes - number of	actual outcome scores are different in CI children and hearing children: scores are higher for hearing children; according to a hierarchical linear model,	2	✘

¹ MLU: Mean Length of Utterance ; LARSP: Language Assessment, Remediation, and Screening Procedure

Table VI: (continued)

				different bound morphemes (from language samples)	predicted scores on grammatical measures suggest an expected catch-up for children who received a CI at the age of 12 months;	
Quellet, Le Normand & Cohen (2001)	1/5	28 months	up to 18 months	MLU (from language samples)	MLU stable at 1; absence of progress over the 18 months period; well below established norms;	4 ⇔
Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, De Ceulaer, Yperman & Govaerts (2004)	1/1	6 months (second CI at 15 months)	up to for 4 years	LARSP (from language samples)	percentile progressed from 10, at 2 and 3 years of age, to 50 when the child reached 4 years old;	4 ↑
Szagan, 1997	1/2	30 months	21 – 81 months	- MLU - emergence of morphological elements (from language samples)	child had a very rapid grammatical development: MLU went from 1,5 to 5,9 in less than 2 years of CI use, at 4 years of age; child progresses to the use of complex syntax and make case and gender morphological mistakes; morphological errors reveal a learning style resembling (but not quite fitting perfectly) hearing children;	4 ↗
Szagan, 2001, 2002	22/22	14 – 36 months	27 – 36 months	- MLU - specific morphological marks (e.g. case, gender)	as a group, children with CI acquire vocabulary more slowly than normally hearing children matched for linguistic level at the beginning of the study; acquisition of certain morphological marks are acquired later in CI children than in normally hearing children;	2 10/22 ↑ 6/22 ↗ 6/22 ⇔

Table VI: (continued)

Zable (2001)	2/14	18,9 and 27,5 months	4 – 9 years	MLU	considerable individual differences: 3 developmental profiles a Developmental Quotient (DQ) was calculated on the MLU and yielded respectively 0,03 and 0,28; extremely slow development: one subject has not made any progress and the other made 15-months progress in 4 years time	4	↔
TOTAL	127	6 – 38 months	7 months – 9 years				

Note.

- ↔ Outcome 1: very slow development or absence of progress
- ↗ Outcome 2: noticeable progression in syntactic complexity level / remaining delay
- ↑ Outcome 3: expressive grammar catch-up
- ✘ Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude

One main trend emerged from the reported outcomes for expressive grammar. The possible outcomes were categorized in a slightly different way than for other aspects of language because results were expressed in terms of complexity levels rather than in scores. Six studies representing a subsample of 112 children concluded that there was a relative progression in the level of morphosyntactic complexity. However, only 11 children out of these 112 demonstrated grammatical levels on par with hearing children of the same chronological age. Conversely, three studies involving 15 children reported an extremely slow morphosyntactic development, or even an absence of progression. The fact that the results were based on language samples instead of language tests may have influenced the interpretation of the principal results. Use of norm-referenced tests allows a quantitative appreciation of language achievement whereas language samples take a more descriptive approach to assessment of language skills. The main trend clearly tends toward progression but the data itself reveal some variability, thus leading to a conclusion of a fairly pronounced grammatical delay in a majority of the children with a CI in comparison with hearing children.

The meta-analysis for expressive grammar resulted in a low to medium effect size. MLU values for 22 children obtained from the Szagun study (2001) at two time intervals yielded a calculated value of -8.77 . This result indicates that the difference between MLU levels over time was modest.

2.5.2.6 Expressive Language

Thirteen studies assessed expressive language with a global vocabulary and grammar measure. Nine studies made use of the expressive part of the RDLS, and two others employed the PLS-3 with either the VABS or the Minnesota Child Development Inventory (Ireton & Thwing, 1974). One study used the CELF-3, and one study computed a total expressive score from a set of measures drawn from language samples, using a

standardization procedure, along with the PLS-3. Table VII summarizes the principal findings. A total number of 358 children received assessments of expressive language.

Table VII: Evidence Table for Expressive Language

Table VII: Evidence Table for Expressive Language

Author	n = CI < 3y / total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures ¹	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Kane, Schopmeyer, Mellon, Wang & Niparko (2004)	18/18	9 – 36 months	up to 20 months	RDLs	mean standard score = 73,1; investigators suggest wide variability; however, the mean is lowered by 10 participants who obtained very low scores (less than 65); 4 children showed scores within normal limits (standard score between 80 and 105); two developmental profiles but a majority are language delayed	4	14/18 ⇄ 4/18 ↑
Kirk, Miyamoto, Lento, Ying, O'Neill, Fears (2002a)	41/73	before age 3	up to 4 years	RDLs	significant augmentation of expressive abilities (oral and total communication) over time: Language Quotients increase over time: 0,55 (total) and 0,7 (oral) after 2 years of CI use, 0,55 (total) and 0,8 (oral) after 3 years, and 0,65 (total) 0,9 (oral) after 4 years; according to the evolution of Language Quotients over time, we can hypothesize a narrowing receptive language delay;	4	↗
Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew & Zuganelis (2002b)	14/106	before age 2	2 years	RDLs	children implanted before age 2 had a significantly higher Language Quotient (LQ) as soon as the beginning of the study; LQ is around 0,65 after 2 years of CI	4	↗

¹ RDLs: Reynell Developmental Language Scales ; PLS-3: Preschool Language Assessment ; MCDI: MacArthur Communicative Development Inventories ; OWLS: Oral and Written Language Scale ; VABS: Vineland Adaptive Behavior Scales ; CELF-3: Clinical Evaluation of Language Fundamentals

Table VII: (continued)

Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina (2004a; 2004b)	94/182 (< 3 y) 36 (< 2 y)	before age 3	up to 5 years	RDLs (Spanish version)	4	use; significant gains in growth rate suggest that children who received a CI before age 2 were reducing the gap over time; despite a relatively linear receptive development, children implanted before 3 years of age show an average 2 years delay between expressive RDLS age and chronological age: the gap widens when children are 7 to 9 years of chronological age; children implanted before 2 years show a stable 1-year delay after 3 years of CI use;	↔
Miyamoto, Kirk, Svirsky & Seghal (1999)	14/33	before age 3	2.3 years (average)	RDLs	3	average LQ for this subgroup is approximately 0,7 (oral communication) and 0,5 (total communication) after 2 years of device use; children implanted before 3 years old showed a expressive vocabulary delay equivalent to 16 to 27 months (derived from LQs)	↔
Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew & Svirsky (2003)	1 case (+ 10 controls < 3 y)	case : 6 months control: before age 3	case: 12 months control: average 3 years	RDLs	3	the case obtained an age equivalent score equivalent to chronological age; the child who had received CI at 6 months appear to develop receptive language normally; the control group of children implanted before age 3 showed a delay (LQ = 0,6-0,65);	1 ↑ 10 ↔
Nicholas &	76/76	12 – 38	7 – 45	PLS-3	2	according to regression coefficients	

Table VII: (continued)

Geers (2007)	months	months	predicting standardized scores, children implanted between 12 and 16 months of age would obtain a score within normal limits at 4,5 years of age; children implanted later than 30 months may not catch-up with hearing peers; this suggests a decreasing language delay over time;	↗			
Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, De Ceulaer, Yperman & Govaerts (2004)	1/1	6 months (second CI at 15 months)	up to 4 years	RDL5 (Dutch version)	child has been tested with RDL5 at 2,3, and 4 years of CI use; percentile at 2 years = 30, at 3 years = 60, at 4 years = 90; after 3 years post-implantation, this child demonstrates a normal level of expressive language;	4	↑
Svirsky, Teoh & Neuburger (2004)	46/75 (12 < 24 months; 34 < 36 months)	before age 3	up to 5 years	RDL5-III (or MCDI if child is unable to perform RDL5)	developmental curve for 12 children who had received a CI before age 2 showed an average language level around 1 SD below the mean (within normal limits) after 4 years of use; developmental curve for 34 children implanted between 24 and 36 months old showed a delay (average of 2 SD below the mean);	3	12/46 ↗ 34/46 ⇔
Tomblin, Barker, Spencer, Zhang & Gantz (2005)	29/29	11 – 40 months	12 – 48 months	- Minnesota Child Language Inventory - PLS-3	Expressive Language Quotients (ELQ) revealed a pattern of decline in language status relative to children with normal hearing across three intervals (peri-implant, after 12 months of use, and after 24 months of use); the gap widened?	2	↗

Table VII: (continued)

Waltzman, Robbins, Green & Cohen (2003); Robbins, Green & Waltzman (2004)	9/18	6 months – 2;11 years	10 months to 12 years	RDLs (< 3 y old) OWLS (> 4 y old)	standard scores are slightly below average for 3/9 participants; the other 6 have average standard scores (RDLs or OWLS) (Waltzman et al.); taken as a group, children demonstrate a language level comparable to hearing children after a variable length of CI use;	4	↑
Wright, Purcell & Reed (2002)	2/3	12 and 15 months	12 months	- PLS-3 - VABS (communication scale)	PLS-3 for one subject indicated 6 months delay after 12 months of CI use; VABS (communication scale) expressive score indicated a delay for the 2 subjects;	4	↔
Young & Killen (2002)	3/7	27 – 37 months	5 years	CELF-3	standard scores are well below average (respectively 53, 82, and 50 – up to 2 SD below the mean) after 5 years of CI use (chronological age 7;11 to 8;5 years); important expressive language delay;	4	↔
TOTAL	358	6 – 37 months	10 months – 12 years				

Note.

↔ Outcome 1: a noticeable expressive language delay is still present after a certain length of CI use

↗ Outcome 2: the language /chronological age gap is narrowing over time

↑ Outcome 3: expressive catch-up

✘ Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude

As shown in Table VII, only 12 of the 358 children included in the studies showed expressive language levels within normal limits according to chronological age. The duration of CI use varied greatly in these children (from 12 months to more than 4 years). They were either a minority within a small group of participants (4 of 18 in Kane et al., 2004, and 6 of 9 in Waltzman et al., 2003), or single cases (Miyamoto et al., 2003; Schauwers et al., 2004) who had the implant at 6 months of age.

The remaining participants exhibited an expressive language delay compared to the normative sample. However, around 40% of the children involved in these studies demonstrated significant improvement of their expressive language skills over time, particularly children who received their CI before the age of 2 years old (Kirk, Miyamoto, Lento, et al., 2002; Svirsky et al., 2004). The other 60% remained well below average after 12 months to 5 years of CI use, despite language improvement over time. One study (Tomblin et al., 2005) documented a pattern of “relative decline in language achievement” (p. 863) (i.e., decelerating pace in growth rate, expressed as a lower language quotient) over the first 24 months of use. This study also reported that children receiving their implant at younger ages attained higher language levels after 3 years of implant use, suggesting a more rapid language growth rate. One last study found a difference in the magnitude of the delay after 3 years of device use between children who had a CI before age 3 (2 years delay) and children receiving the implant before age 2 (1 year delay) (Manrique et al., 2004a, 2004b).

The meta-analysis of expressive language included 115 participants with CIs from four studies (Nicholas & Geers, 2007; Robbins et al., 2004; Tomblin et al., 2005; Waltzman et al., 2003; Young & Killen, 2002). Descriptive statistics came primarily from tests scores, except for Nicholas and Geers (2007) in which the total number of words produced at 4.5 years of age was used. A value of -0.65 was calculated, indicating a low to medium effect size. Given the relatively large proportion of the total sample entered in the meta-analysis,

the finding that the control group outperformed the experimental group (indicated by the negative value) is to some extent stronger than for other aspects of language.

2.5.2.7 Overall Language (receptive and expressive combined in a single measure)

Six studies used a global assessment of language including receptive and expressive components in a single score or measure. Two studies used the CELF (combined with the SKI*HI³ assessment (Tonelson & Watkins, 1979; Novak et al., 2000), one study employed the RDLS along with the OWLS, one used the PLS-3, one reported results obtained with the Rossetti Infant-Toddler Language Scale (RITLS), and the last study combined data from the MCDI, language samples and a parental diary. Table VIII summarizes the principal findings.

Table VIII: Evidence Table for Overall Language Assessment

³ The SKI*HI Institute (Sensory Impaired-Home Intervention) provide services to “young children who are deaf/hard of hearing, blind/visually impaired, deafblind, multi-disabled, or who have any special needs” (retrieved from <http://www.skihi.org/home.html>).

Table VIII: Evidence Table for Overall Language

Author	n = CI < 3y /total n	Age at CI	Length of CI use	Language measures ¹	Main outcomes for age at CI < 3 years	Evidence level	Final interpretation
Lenihan (1998)	3/3	24, 26, and 27 months	12 – 15 months	qualitative description from parent interviews, language samples, maternal diaries, and MCDI	qualitatively, each child has progressed over the first 12 months of CI use; according to the mothers, children have progressed both receptively and expressively;	4	x
Nott, Cowan, Brown & Wigglesworth (2003); Nott, Brown, Cowan & Wigglesworth (2005)	9/9 (3/3)	16 – 29 months	2 years	Rossetti Infant-Toddler Language Scale	according to the Rossetti ITLS, global level mastered never surpassed the 18-21 months stage after 12 months of CI use (corresponding to chronological ages between 28 and 41 months); 2 children were at the 6-9 months stage;	4	↔
Novak, Firszt, Rotz, Hammes, Reeder & Willis (2000); Hammes, Novak, Rotz, Willis, Edmonson	14/14 (5/47)	9 – 30 months	12 – 36 months	CELF-P or CELF-3, or SKI*HI;	CELF-P: 4/4 showed a delay, after 24 to 36 months of CI use; SKI*HI: 3/10 caught up after 6 months of CI use (those 3 were also tested in Hammes et al); in Hammes et al., although children	4	4/19 ↑ 15/19 ↔

¹ MCDI: MacArthur Communicative Development Inventories ; CELF-P: Clinical Evaluation of Language Fundamentals – Preschool ; SKI*HI: Skills for Hearing Impaired Children Language Development Scale (Tonelson & Watkms, 1979); RDLI: Reynell Developmental Language Scales ; OWLS: Oral and Written Language Scale ; PLS-3: Preschool Language Scale

Table VIII: (continued)

& Thomas (2002)				
	11/13	14 – 27 months	21-81 months	CELF-P
Spencer (2004)	7/18	6 – 35 months	10 months	4
demonstrated a growth rate similar to the linear (hearing) rate, 4/10 have closed the gap, in terms of linguistic age compared to chronological age (3 of these 4 were tested in Novak et al.); mean % of age score: 50.33, ranging from 35 to 61 %; CI children did not reached the average range of hearing children the same age;				
↔				
Waltzman, Robbins, Green & Cohen (2003); Robbins, Green & Waltzman (2004)	7/18 2/12	6 – 35 months	10 months to 12 years	RDLs (< 3 y old) OWLS (> 4 y old)
mean standard score in English as first language = 92,4 (n= 10) and 95,7 (n=9) a year later (Robbins et al.); 8/9 showed average language results after a variable duration of CI use;				
↑				
Witkin (2005)	72/72	12 – 37 months	17 – 42 months	PLS-3
at chronological age 54 months, mean standard score is 76,97 (SD: 21,53); modal score is between 50 and 60 (range = 50 to 126); taken as a group, children showed a language delay at age 4:6 years;				
↔				
TOTAL	118	6 – 37 months	10 months – 12 years	

Note.

↔ Outcome 1: a noticeable language delay is still present after a certain length of CI use

↗ Outcome 2: the language /chronological age gap is narrowing over time

↑ Outcome 3: language catch-up

✖ Vague conclusions, or uncertain or highly variable results = impossible to conclude

Conclusions from these studies were generally more uncertain than those where language domains were assessed separately. One cross-sectional study involving a large group of CI children offered unambiguous results regarding receptive and expressive language as measured with the PLS-3 (Witkin, 2005). Taken as a group, CI children ($n = 72$) in this study exhibited a substantial language delay after 17 to 42 months of use⁴. Apart from this study, conclusions regarding overall language performance included 51 children in small group studies or case series. Two opposite trends then emerged: Either children demonstrated language levels on par with hearing children of the same age ($n = 12$), or showed a noticeable delay after 12 months to more than 6 years of device use ($n = 36$). Findings in Lenihan (1998) were not sufficiently categorical to draw a conclusion. Again for this particular aspect, a majority of children demonstrated a language delay compared to hearing children of the same chronological age. Because only one of the studies could be included in the effect size calculator, meta-analysis was not performed on overall language.

2.6 Discussion

The present systematic review investigated the main outcomes in receptive and expressive vocabulary and grammar of profoundly deaf children who were provided with a CI before 3 years of age. The question addressed by the review was whether children who received a CI before the age of 3 years ultimately attained language levels comparable to their hearing age-mates, or whether a language delay was still present. According to the results of the primary studies, two developmental profiles emerged from the narrative synthesis:

⁴ Children in this study also participated in Nicholas and Geers, 2007.

1. A large proportion of the studies reported a positive impact of the implant on language achievement but this impact does not seem to be sufficient to allow children to attain normal language levels. Despite the fact that the rate of language growth may increase and the magnitude of the language delay may decrease over time, a delay is still noticeable after up to 5 years of device use. This pattern was observed in 23 studies, either in a large proportion of the children in the sample, or for most of the language components that were assessed in each particular study.

2. A smaller proportion of the studies indicated a major impact of the implant on language development, allowing children to achieve language levels corresponding to chronological age, sometimes as soon as within the first months after initial activation of the device. These studies primarily examined children who received their implant before 2 years of age. This pattern was observed in 11 studies, either in a small proportion of the children in the sample, or for one of the language components assessed in each study.

Results of the review revealed that, for each language aspect, a majority of children were delayed, and few children caught up to language levels corresponding to their hearing age-mates. Language delay was the most common outcome; nevertheless, when appropriate data was reported, it was possible to infer from certain studies that some children demonstrated levels for one or more language aspects, that were congruent with the duration of CI use (corresponding to *hearing age*) whereas other children exhibited levels superior to hearing age (suggesting accelerated development) but inferior to chronological age, thus confirming a significant impact of the CI on language development. For the particular case of receptive vocabulary, more children attained scores within the average range for their chronological age. This finding may be due to the fact that receptive vocabulary was consistently tested with the same measure (PPVT), whereas a variety of assessment tools were used in other language domains.

The second question addressed by the review was whether larger effects were observed for a particular aspect of language. Given the diversity of methods and assessment tools employed and magnitude of the effect size calculated in the meta-analyses, there does not seem to be a larger effect on any one particular language domain. Although effect-size *g values* allow ranking of abilities from larger to smaller effects (see Table IX) the effect-size was always considered low to medium. Moreover, it is interesting to note that the smaller effect-sizes were found on more global measures (receptive and expressive language) compared to larger effect-sizes for more specific language measures (receptive and expressive vocabulary and expressive grammar). It is possible that smaller effects were found because global measures include a set of subcomponents, thus reducing the effect-size. Nevertheless, it would be premature to draw firm conclusions on the uniformity, or lack thereof, of gains across language components based on the data on the literature to date.

Table IX. Number of studies and total number of participants included in the meta-analysis, and mean effect size value (*g*) and its interpretation for each language domain.

Language domain	Number of studies	Number of participants	Mean <i>g</i> value	Interpretation
Expressive grammar	1 (2 time intervals)	22	-8.77	low to medium
Expressive vocabulary	2	22	-3.24	low to medium
Receptive vocabulary	4	25	-1.57	low to medium
Expressive language	4	115	-0.65	low to medium
Receptive language	2	12	-0.56	low to medium

Note. The interpretation of the effect size was determined according to Cohen's criteria and was automatically generated in the Effect-size calculator.

2.6.1 Contributing Factors

The third purpose of the systematic review was to explore the variables put forward by researchers to explain the language outcomes observed in the primary studies. Two sets

of issues emerged as contributing factors. The first is related to timing and the second is associated with child environment.

2.6.1.1 Age at Implantation and a Critical Period for Language Acquisition

The question of age at implantation was addressed in the majority of the primary studies, either by comparing outcomes in children with early versus later implantation, or by providing a theoretical context in discussing the concept of a critical period for language acquisition. In more than half of the studies reviewed, language achievement was attributed to early cochlear implantation. However, the optimal age proposed by investigators varied from under 5 years old (Brackett & Zara, 1998), to under 2 years old (Kirk, Miyamoto, Ying, et al., 2002; Nicholas & Geers, 2007; Novak et al., 2000). Several investigators acknowledged the benefits of an early implantation but no specific age was stated (e.g. Robbins et al., 2004; Spencer, 2004). According to the systematic review, in general, studies finding that children with a CI attained a language level equivalent or near-equivalent to that of hearing age-mates were most likely to have examined only children who had the implant before the age of 2 years. In studies comparing children who received a CI under the age of 2 years with older implant recipients (between 2 to 6 years of age), advantages of an early cochlear implantation were demonstrated, although the potential confound with duration of use cannot be eliminated (Kirk, Miyamoto, Ying, et al.; Manrique et al., 2004b; Svirsky et al., 2004). Finally, statistical analyses were not performed in some of the studies.

Age at implantation thus appears to play a key role in language development despite the variability found in the studies. Is it reasonable to hypothesize that if age at implantation continued to be lowered, the possibility of a linguistic development equivalent to children with normal hearing would occur? Some preliminary answers are available from the results of the review. Two single children who had a CI at 6 months of age showed normal language levels, as assessed with the RDLS receptive and expressive scales (Miyamoto et al., 2003), as soon as 12 months after CI activation and after 4 years of CI use on a set of

language measures collected longitudinally (Schauwers et al., 2004). The child in Miyamoto et al. was matched to a control group of 10 children receiving a CI before the age of 3 years, which increased the validity of the study even though it relied on a single language test administered at one point in time. The child in Schauwers and colleagues was given a second CI at 15 months of age and received very intensive rehabilitation. This child had an older deaf sibling who also had a CI; consequently, the parents might have had more knowledge and experience with deaf children and with implants than most of the parents of children in other studies. As the authors pointed out, children in Belgium are enrolled in school at 2.5 years old, and this context provides a considerable amount of language stimulation. Although these results cannot be generalized to all children receiving their CI at a very young age, a recent study (published after the completion of the systematic review), suggests that children who are provided with a CI before 12 months of age may exhibit receptive and expressive language development (assessed with the Rossetti Infant-Toddler Language Scale) comparable to their hearing peers; they ($n = 12$) showed greater growth rates than a group ($n = 87$) of children who had a CI between 12 and 24 months (Dettman, Pinder, Briggs, Dowell, & Leigh, 2007). Conversely, Holt, Svirsky, Neuburger, and Miyamoto (2004) found that 5 children who received a CI before the age of 12 months exhibited a word recognition performance similar to 27 children who had the implant between 12 and 24 months.

Two related concepts, critical (or sensitive) period and neural plasticity, were invoked in seven studies to highlight the importance of age at implantation. According to Bruer (2001), to establish the existence of a sensitive period, a study must show that the same experience at different moments in development may have different long-term effects. Thus, extrapolation of findings of the studies suggesting an advantage for early implantation to a critical period explanation may be inappropriate at this time, given the nature of the evidence reported in research to date. Nevertheless, researchers in neural plasticity examine how the brain responds to deprivation followed by access to stimuli.

Earlier implantation not only provides early exposition to language and thus reduces the impact of sensory deprivation, but also capitalizes on neural systems that are best suited for receiving language input during a specific time period. Tomblin, Barker, and Hubbs (2007), argue that earlier cochlear implantation allows an earlier onset of speech and language development simply by reducing the duration of deafness, which is undoubtedly beneficial. According to these researchers, to support the hypothesis of a sensitive period, studies would have to demonstrate that later implantation is associated with a less efficient learning capacity.

2.6.1.2 Duration of CI Use

Another timing factor evoked by researchers to explain their results is the impact of the length of cochlear implant use on language performance. In fact, only a few studies selected for the review took into account the duration of experience with the CI. Two very recent studies have discussed this issue: In 2006, Connor and colleagues investigated language growth curves and rates of growth over time. Results of their analyses revealed an added value for earlier implantation “over and above” (p. 629) the advantage offered by having used an implant for a longer period of time. As discussed above, a major problem in the examination of age at implantation effects is the potential confound with duration of CI use. When separate contributions of aided preimplant hearing, duration of device use and age at surgery are examined, expected language scores increased with younger ages at implantation even when compared at the same duration of implant use (Nicholas & Geers, 2007). In other reviewed studies involving groups of children, there was no clear trend supporting the view that longer use of a CI leads to language levels on par with hearing age-mates. In a few studies, a delay was present after an average duration of use from 20 months to 2.3 years (Kane et al., 2004; Miyamoto, Kirk, Seghal, Lento, & Wirth, 1999; Nott, Cowan, Brown, & Wigglesworth, 2003). In contrast, other studies reported a narrowing gap between language age and chronological age over time after 2.5 to 4 years of experience with the device (Kirk, Miyamoto, Lento, et al., 2002; Kirk, Miyamoto, Ying, et

al., 2002). Taken together, the studies suggest that rapid gains may be seen early on, but at least some aspects of language remain delayed after 3 to 5 years of CI use.

2.6.1.3 Child Environment Factors

The second set of factors raised in the primary studies regards the personal, familial, and environmental characteristics of the participants, including communication mode and clinical intervention. These types of factors were discussed in nearly half of the studies. Sixteen investigators mentioned having selected children with average cognitive abilities or with no additional disabilities. One investigator chose to enroll children with cognitive delays (Spencer, 2004). Kane et al. (2004) and Zable (2001) reported not having assessed cognitive level. The remaining nine studies did not mention cognitive status and other disabilities. Three investigators offered a very detailed description of the single case under study, allowing inference of cognitive and developmental level. The role of personal, familial, and environmental characteristics was generally discussed more fully in single case studies. Two well-documented case studies pointed out in particular the intensive rehabilitation received by these two “successful” children (Ertmer et al., 2003; Schauwers et al., 2004).

Regarding communication mode, 13 studies enrolled children from exclusively oral settings and thus measured spoken language only. Nine studies measured language achievement in the preferred mode of communication as children were using either oral or total communication.⁵ One study by Tomblin et al., (2005) evaluated children who used total communication (26 of 29). The remaining studies did not report communication mode.

⁵ Total communication refers to a combined use of auditory abilities as well as spoken and signed language in everyday communication and education of deaf children.

Many children enrolled in the reviewed studies were educated in strong oral environments focusing on auditory training and articulation skills, and thus were not representative of the entire population of children with cochlear implants. Typically, some countries tend to promote oral education (e.g., Germany) whereas in other countries, for example the United States and Canada, programs in oral as well as in total communication are offered. General conclusions from the reviewed studies that compared oral and total communication suggested differences in short-term outcomes, but the effects of communication mode tended to decline over time. A similar interpretation was found in a study by Connor et al. (2000) involving 174 children who received a CI between the age of 1 and 10 years. Regardless of whether children were in the oral or total communication group, those who had their CI before age 5 demonstrated stronger performances, on average, on speech and vocabulary measures over time than children who received their implants after the age of five years. Again, age at implantation appears to be of utmost importance.

2.6.2 Validity Issues and sources of variability

Study quality and evidence levels (see Tables III to VIII) were major issues in the systematic review, especially regarding generalizability, thus limiting the power of the demonstration. It is acknowledged that case studies and very small samples limit generalization of the results. Longitudinal single case studies may shed light on underlying language acquisition processes but are subject to this limitation. Furthermore, in the present review, single cases often appeared to be exceptional children demonstrating exceptional skills (Ertmer et al., 2003; Schauwers et al., 2004). However, when samples are heterogeneous and consequently more likely to be representative of the entire population of children with CIs, conclusions may not accurately reflect performance because of extremes scores (either extremely low or extremely high), especially when mean scores of small samples are reported. Presentation of individual results reduces such biases (e.g., Robbins

et al., 2004; Spencer, 2004; Waltzman et al., 2003). In contrast, when groups are very homogenous as in studies in which all participants are in oral settings (e.g. Connor et al., 2006; Nicholas & Geers, 2007) or all in total communication settings (Tomblin et al., 2005) internal validity is increased but generalizability is reduced. An additional source of variability in the reviewed studies is duration of CI use. The range of duration across all studies was from 4.5 months (Szagun, 2001) to 13 years (Connor et al., 2006). In addition, in many studies, the groups were not equivalent, the number of data collection points was variable, and the number of participants tested may have decreased over the course of the study. As Lederberg & Spencer (2005) pointed out, research findings are often contradictory and many shortcomings are found in research designs. According to these researchers, this situation is likely to occur when outcomes of a clinical program are assessed.

Studies that demonstrated higher levels of evidence did not necessarily reveal a consistent pattern of results: the four studies that were attributed a Level 2 reported catching-up, a narrowing gap, or a delay. Many Level 4 studies observed catching-up by some participants or only within a particular language component. There is no clear evidence that studies of higher quality were favoring one specific outcome.

Other sources of variability include the factors discussed above regarding personal, familial, and environmental characteristics of children enrolled in the primary studies. For instance, little information was given by the authors regarding rehabilitation, socioeconomic background of the families, or parental involvement. These factors are known to influence language results with a cochlear implant (Ouellet, 2006; Spencer, 2004), along with factors related to the technology itself, such as the number of active electrodes and a newer technology (Geers et al., 2002). Moreover, these recent years, new research questions arose, that went beyond the scope of personal and environmental factors. More researchers are studying underlying sources of performance variability and

look at psychological processes such as attention and working memory (Pisoni, 2000). To date, very few studies have taken these potential sources of variability into account. Thus, the findings of the review, although providing plausible answers to the research questions, should not be considered definitive, as serious methodological limitations were found in the primary studies.

2.7 Limitations of the Present Review

The review was intentionally inclusive rather than exclusive regarding levels of evidence and overall quality, largely because no level 1 study and very few level 2 studies were found. The inclusion of studies with weaker designs as well as what is known as “gray literature”⁶ may have influenced the conclusions drawn from the primary studies, though by including unpublished evidence, publication bias was reduced. Moreover, the risk of mistakenly excluding a reference or incorrectly extracting data was reduced by having two investigators participate in study selection and data extraction.

The review was restricted to English and French publications, and it is possible that some studies were left out as a consequence. However, authors from many countries publish in English-language journals, including investigators from French-speaking regions. Five articles in the review reported studies on languages other than English. This diversity could be viewed as improving the validity of the review but as the interest is in studying structural aspects of language, this could become a limitation in terms of generalizability of the results to other languages.

⁶ The term “gray literature” refers to papers, reports, technical notes or other documents produced and published by governmental agencies, academic institutions, and other groups that are not distributed or indexed by commercial publishers. In the present case, it mostly consists of master’s or doctoral theses.

The wide variability of methods, designs, analyses, and types of scores employed to express outcomes, as well as in communication mode and duration of CI use in studies participants poses some difficulties for interpretation. A minimal duration of CI use could have been established as one of the inclusion criteria, or the data could have been analyzed as a function of the amount of experience with the device. Finally, meta-analyses support the findings of the descriptive analysis, despite several limitations: first, only a small proportion of the primary studies have been entered in the Effect-size Calculator. Furthermore, criticisms have been formulated about meta-analyses that include observational and quasi-experimental studies: it has been suggested that this type of meta-analysis is more subject to bias than meta-analyses of randomized controlled trials (RCTs), because observational studies are themselves more subject to bias (Petticrew & Roberts, 2006). Thus, quality of a meta-analysis is determined by the quality of the primary studies that are included in the meta-analysis. For these reasons, results of our meta-analyses should be regarded as “indicative rather than definitive” (Petticrew & Roberts, 2006, p.207).

2.8 Theoretical and Clinical Implications

This systematic review contributes to two bodies of literature beyond the immediate field of paediatric cochlear implantation: the study of language development (in typically developing children and in children with disorders) and the exploration of the concept of a critical period for language acquisition. Language learning has been studied in several atypical populations (for example, late talkers, children with specific language impairment, Williams syndrome and Down syndrome), including children with hearing impairment. The situation of deaf children who receive a CI is different from that of other populations with disorders. Once they are fitted with a CI, children are required to integrate a novel auditory input in order to achieve language and overall communicative competence. This language learning situation, in which a period of deprivation is followed by linguistic exposure,

presents a unique context in which issues related to critical period can be studied. Although available data suggest that cochlear implants have a significant impact on language development, interpretation of the research findings remain difficult because a large number of factors can influence development and many aspects of the domain are rapidly evolving (*e.g.*, surgical techniques, implant and mapping technologies). In addition, underlying psychological processes (*e.g.*, attention and working memory) may also influence outcomes. To date, variability in performances has not been fully explained.

On a clinical level, age at cochlear implantation will likely continue to decrease and professionals will be called on to refine assessment protocols designed for young deaf children. Parents and professionals involved with children with cochlear implants (*e.g.*, audiologists, speech-language pathologists, teachers, psychologists, and caregivers) will benefit from a better understanding of language development in this population.

2.9 Future Research Directions

The fact that age at implantation was highlighted as an important issue has several implications for future research. Children who received a cochlear implant before the age of 2 years should be studied in greater depth, using longitudinal designs involving a sufficient sample size to ensure external validity. In order to control for the potential confounding influence of age at implantation and duration of CI use, investigators may enroll children with the same age at implantation and employ the length of CI use as an independent variable. Factors as cognitive skills and technical features of the device can be controlled; on the other hand, factors such as the amount of rehabilitation and parental involvement are more difficult to control. These precautions should contribute to increase the quality of the studies.

Future studies should examine more than a single dimension of language and assess each aspect separately, in order to obtain a more complete description of language development than has typically been obtained and to document the uniformity, or lack thereof, of language gains across domains. Furthermore, assessing language development in very young children poses many challenges, as formal test procedures cannot be performed; using a set of different measures from diverse sources (standardized language tests when possible, parental reports such as the MCDI and spontaneous language samples) will allow researchers to capture language development more thoroughly. Finally, investigators should interpret age-equivalent scores with caution: Several limitations of this practice have been documented (Maloney & Larrivee, 2007). For example, an age-equivalent score that is 12 months behind chronological age may indicate a larger difference in actual performance for a 24 months old than for a 48 months old (McCauley & Swisher, 1984). Well-conducted studies, involving larger samples, a narrow age range at the time of implantation, and various measures of language achievement, as well as control on major sources of variability (*e.g.*, cognitive level), will strengthen the research findings and will ultimately help improve cochlear implant programs and early intervention programs offered in rehabilitation centers and schools.

2.10 Conclusion

The present systematic review examined the effect of the cochlear implant on language development in children who received an implant at a young age. Explicit methods were used to search for studies and to interpret data from the literature. Despite methodological limitations of the primary studies and the difficulty in drawing substantial conclusions based on the reviewed literature, the findings suggest that grammar and vocabulary skills improved in children who had the implant by the age of 3 but that the magnitude of improvement is not uniform across language domains or across comprehension and production. Although language skills improved over time, only a

minority of children achieved language levels on par with hearing children of the same chronological age, and these children were likely to have received their implant before the age of 2. The majority of the children involved in the primary studies continued to exhibit receptive and expressive vocabulary and grammatical delays of various levels after up to five years of CI use. Examination of the contributing factors proposed by authors of the primary studies suggest that complex interactions may exist between age at implantation, duration of implant use, and child and family characteristics and therefore, a high level of variability in language outcomes are likely to be found.

2.11 Acknowledgments

This research was conducted as part of a doctoral dissertation by the first author at University of Montreal, and was funded by a grant (27060101) from the Canadian Language and Literacy Research Network (CLLRNet) and doctoral scholarships from Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SSHRC) and Fonds de Recherche sur la Société et la Culture (FQRSC). Thanks to Annie-Claude Lambert for her participation in the search stage, study selection, and data extraction, and to the Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (AETMIS, the Québec government agency responsible for health services and technology assessment) for their support in the early stages of the study.

2.12 References

- Allen, M. C., Nikolopoulos, T. P., & O'Donoghue, G. M. (1998). Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *American Journal of Otology*, 19(6), 742-746.
- Anderson, I., Weichbold, V., Dhaese, P. S. C., Szuchnik, J., Sainz Quevedo, M., Martin, J., & al. (2004). Cochlear implantation in children under the age of 2-what do the

outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 425-431.

- Archbold, S., Lutman, M., & Marshall, D. (1995). Categories of auditory performance. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 104(Suppl. 166), 312-314.
- Atkins, D., Eccles, M., Flottorp, S., Guyatt, G. H., Henry, D., Hill, S., et al. (2004). Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations I: Critical appraisal of existing approaches. *BMC Health Services Research*, 4, 38.
- Baumgartner, W. D., Pok, S. M., Egelierler, B., Franz, P., Gstoettner, W., & Hamzavi, J. (2002). The role of age in pediatric cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 62, 223-228.
- Bégin, A.-M., Blouin, C., Bergeron, F., Duchesne, L., Gagné, J.-P., & Landry, M. (2001, August). *Développement communicationnel d'un enfant ayant reçu un implant cochléaire à 5 mois*. [Communicative development of a child who received a cochlear implant at the age of 5 months]. Paper presented at the 25th Congress of the International Association of Logopedics and Phoniatrics, Montreal, Canada.
- Bench, R. J. (1992). *Communications skills in hearing-impaired children*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Bernard, R. M., & Abrami, P. C. (2007). *Materials for effect size extraction and calculation workshop*. Unpublished manuscript, Centre for the Study of Learning and Performance, Concordia University, Montreal, Canada.
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., & Wade, A. (2007, June). *Information retrieval and effect size extraction and calculation for systematic reviews*. Paper presented at the CLLRNet 6th Annual Network Conference, Calgary, Alberta, Canada.
- Bishop, D. V. M. (1983). Comprehension of English syntax of profoundly deaf children. *Journal of Child Psychiatry*, 24, 415-434.
- Blamey, P. J., & Sarant, J. Z. (2002). Speech perception and language criteria for paediatric cochlear implant candidature. *Audiology and Neuro-Otology*, 7, 114-121.

- Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J., et al. (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 264-285.
- Bollard, P. M., Chute, P. M., Popp, A., & Parisier, S. C. (1999). Specific language growth in young children using the CLARION cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, 108*(Suppl. 177), 119-123.
- Bortfeld, H., & Whitehurst, G. J. (2001). Sensitive periods in first language acquisition. In D. Bailey, J. Bruer, F. Symons, & J. Lichtman (Eds.), *Critical thinking about critical periods* (pp. 173-192). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Boudreault, P., & Mayberry, R. I. (2006). Grammatical processing in American Sign Language: Age of first-language acquisition effects in relation to syntactic structure. *Language and Cognitive Processes, 21*, 608-635.
- Brackett, D., & Zara, C. V. (1998). Communication outcomes related to early implantation. *American Journal of Otology, 19*, 453-460.
- Brown, J. B. (1984). Examination of grammatical morphemes in the language of hard-of-hearing children. *Volta Review, 86*, 229-238.
- Bruer, J. (2001). A critical and sensitive primer. In D. Bailey, J. Bruer, F. Symons, & J. Lichtman (Eds.), *Critical thinking about critical periods* (pp. 3-26). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Carrow-Woolfolk, E. (1995). *OWLS Listening Comprehension and Oral Expression Scale*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Centre Hospitalier Universitaire de Québec. (2007, October). [Patients implanted in the Québec Cochlear Implant Program]. Unpublished raw data.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power for the behavioral sciences* (2nd ed.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: Report on 10 patients. *Laryngoscope*, *115*, 445-449.
- Connor, C. M., Craig, H. K., Raudenbush, S. W., Heavner, K., & Zwolan, T. A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: Is there an added value for early implantation? *Ear and Hearing*, *27*, 628-644.
- Connor, C. M., Hieber, S., Arts, H. A., & Zwolan, T. A. (2000). Speech, vocabulary, and the education of children using cochlear implants: Oral or total communication? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *43*, 1185-1204.
- Cowan, R. S. C., Dowell, R. C., Hollow, S. J., Dettman, G., Rance, G., Barker, E. J., et al. (1995). The progress of children using the multichannel cochlear implant in Melbourne. *Australian Journal of Otolaryngology*, *2*(1), 86-89.
- Crystal, D., Fletcher, P., & Garman, M. (1981). *The grammatical analysis of language disability: A procedure for assessment and remediation*. London: Edward Arnold.
- Davis, J. M., Efenbein, J., Schum, R., & Bentler, R. A. (1986). Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational, and psychosocial behavior of children. *Journal of Speech and Hearing Research*, *51*, 53-62.
- Dawson, P. W., Blamey, P. J., Dettman, S. J., Barker, E. J., & Clark, G. M. (1995). A clinical report on receptive vocabulary skills in cochlear implant users. *Ear and Hearing*, *16*, 287-294.
- Delage, H., & Tuller, L. (2007). Language development and mild-to-moderate hearing loss: Does language normalize with age? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*, 1300-1313.
- Dettman, S. J., Pinder, D., Briggs, R. J. S., Dowell, R. C., & Leigh, J. R. (2007). Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: Risks versus benefits. *Ear and Hearing*, *28*(Suppl.), 11S-18S.

- Dunn, L. M., & Dunn, L. M. (1997). *Peabody Picture Vocabulary Test* (3rd ed.). Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Dunn, L. M., Dunn, L. M., Whetton C., & Pintilie D. (1982). *The British Picture Vocabulary Scale*. Windsor, England: NFER-Nelson.
- El-Hakim, H., Levasseur, J., Papsin, B. C., Panesar, J., Mount, R. J., Stevens, D., et al. (2001). Assessment of vocabulary development in children after cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *127*(9), 1053-1059.
- Ertmer, D. J., & Mellon, J. A. (2001). Beginning to talk at 20 months: Early vocal development in a young cochlear implant recipient. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*, 192-206.
- Ertmer, D. J., Strong, L. M., & Sadagopan, N. (2003). Beginning to communicate after cochlear implantation: Oral language development in a young child. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *46*, 328-340.
- Fenander, R., & Redmond, S. (2006, June). *Acquisition of finite verb morphology in pediatric cochlear implant users*. Poster session presented at the Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI.
- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Thal, D., Bates, E., Hartung, J. P., et al. (1993). *The MacArthur-Bates Communicative Inventories: User's guide and technical manual*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Fink, N. E., Wang, N-Y., Visaya, J., Niparko, J. K., Quittner, A., Eisenberg, L. S., et al. (2007). Childhood development after cochlear implantation (CdaCI) study: Design and baseline characteristics. *Cochlear Implants International*, *8*(2), 92-116.
- Fitzpatrick, E., & Brewster, L. (2008). Pediatric cochlear implantation in Canada: Results of a survey. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, *32*(1), 29-35.
- Flipsen, P., & Colvard, L. G. (2005). Intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, *39*, 93-108.

- Foster, R., Giddan, J., & Stark, J. (1973). *Assessment of Children's Language Comprehension*. Palo Alto, CA: Psychologists Press
- Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D. M. R., Gantz, B., & Woodworth, G. G. (1997). 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.
- Gardner, M. F. (1985). *Expressive One-Word Picture Vocabulary Test*. Novato, CA: Academic Therapy Publications.
- Geers, A. E. (2002). Factors affecting the development of speech, language, and literacy in children with early cochlear implantation. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 33*, 172-183.
- Geers, A. E. (2004). Speech, language and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 130*, 634-638.
- Geers, A. E. (2006). Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. *Advances in Otorhinolaryngology, 64*, 50-65.
- Geers, A. E., Brenner, C., Nicholas, J., Uchanski, R., Tye-Murray, N., & Tobey, E. (2002). Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 111*(Suppl. 189), 127-130.
- Geers, A. E., & Moog, J. S. (1994). Spoken language results: vocabulary, syntax, and communication. *Volta Review, 96*(5), 131-148.
- Geers, A.E., Nicholas, J. G., & Moog, J. S. (2007). Estimating the influence of cochlear implantation on language development in children. *Audiological Medicine, 5*, 262-273.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing (Suppl.)*, 24, 46S-58S.
- Gilbertson, M., & Kamhi, A. G. (1995). Novel word learning in children with hearing impairment. *Journal of Speech and Hearing Research, 38*, 630-642.

- Glasziou, P., Vandenbroucke, J., & Chalmers, I. (2004). Assessing quality of research. *British Journal of Medicine*, *328*, 39-41.
- Govaerts, P. J., De Beukelaer, C., Daemers, K., De Ceulaer, G., Yperman, M., Somers, T., et al. (2002). Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology and Neurotology*, *23*, 885-890.
- Grayden, D. B., & Clark, G. M. (2006). Implant design and development. In H. R. Cooper & L. C. Craddock (Eds.), *Cochlear implants: A practical guide* (2nd ed., pp.1-20). Chichester, England: Whurr Publishers Limited.
- Hammes, D. M., Novak, M. A., Rotz, L. A., Willis, M., Edmonson, D. M., & Thomas, J. F. (2002). Early identification and cochlear implantation: Critical factors for spoken language development. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 74-78.
- Hassanzadeh, S., Farhadi, M., Daneshi, A., & Emamdjomeh, H. (2002). The effects of age on auditory speech perception development in cochlear-implanted prelingually deaf children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *126*(5), 524-527.
- Hay-McCutcheon, M., Pisoni, D. B., Kirk, K. I., & Miyamoto, R. T. (2006, June). *Language skills of school-aged children with cochlear implants*. Paper presented at the 9th International Conference on Cochlear Implants and Related Sciences, Vienna.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Holt, R., Svirsky, M. A., Neuburger, H., & Miyamoto, R. T. (2004). Age at implantation and communicative outcome in pediatric cochlear implant users: Is younger always better? *International Congress Series*, *1273*, 368-371.
- Houston, D. M., Carter, A. K., Pisoni, D. B., Kirk, K. I., & Ying, E. A. (2005). Word learning in children following cochlear implantation. *Volta Review*, *105*(1), 41-72.
- Ireton, H., & Thwing, E. (1974). *Minnesota Child Development Inventory*. Minneapolis, MN: Behavior Science Systems.
- Kane, M. O., Schopmeyer, B., Mellon, N. K., Wang, N., & Niparko, J. K. (2004). Prelinguistic communication and subsequent language acquisition in children with

- cochlear implants. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 130, 619-623.
- Kirk, K. I. (2000). Challenges in the clinical investigation of cochlear implant outcomes. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear implants: Principles and practices* (pp. 225-259). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 111(Suppl. 189), 69-73.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Ying, E. A., Perdew, A. E., & Zuganelis, H. (2002). Cochlear implantation in young children: Effects of age at implantation and communication mode [Monograph]. *Volta Review*, 102(4), 127-144.
- Law, J., & Plunkett, C. (2006). Grading study quality in systematic reviews. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 33, 28-36.
- Lederberg, A. R., & Spencer, P. E. (2005). Critical periods in the acquisition of lexical skills: Evidence from deaf individuals. In P. Fletcher & J. Miller (Eds.), *Language disorders and development theory* (pp. 121–145). Philadelphia: John Benjamin.
- Lenihan, S. T. (1998). *Communicative interactions between mothers and children with cochlear implants*. (Doctoral dissertation UMI No. 9926964).
- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: John Wiley & Sons.
- Locke, J. (1997). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265–326.
- Macauley, C. E., & Ford, R. M. (2006). Language and theory-of-mind development in prelingually deafened children with cochlear implants: A preliminary investigation. *Cochlear Implants International*, 7(1), 1-14.

- Maloney, E. S., & Larrivee, L. S. (2007). Limitations of age-equivalent scores in reporting the results of norm-referenced tests. *Contemporary Issues in Communication Sciences and Disorders*, 34, 86-93.
- Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004a). Advantages of cochlear implantation in prelingual deaf children before 2 years of age when compared with later implantation. *Laryngoscope*, 114, 1462-1469.
- Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004b). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: The importance of early implantation. *Acta Otolaryngologica* (Suppl. 552), 55-63.
- Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., Perez, N., Molina, M., & Garcia-Tapia, R. (1999). Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 49(Suppl. 1), S193-S197.
- Mayberry, R. I., & Eichen, E. B. (1991). The long-lasting advantage of learning sign language in childhood: Another look at the critical period for language acquisition. *Journal of Memory and Language*, 30, 486-512.
- McCauley, R. J., & Swisher, L. (1984). Use and misuse of norm-referenced tests in clinical assessment: A hypothetical case. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 49, 338-348.
- McConkey-Robbins, A. M. (2000). Rehabilitation after cochlear implantation. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear implants: Principles and practices* (pp. 323-367). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Miyamoto R. T., Houston D. M., Kirk K. I., Perdew A. E., & Svirsky, M. A. (2003). Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta Otolaryngologica*, 123, 241-244.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Seghal, S. T., Lento, C., & Wirth, J. (1999). *Early implantation and the development of communication abilities in children* (Research on spoken language processing, Progress Rep. No. 23, pp. 273-287). Indianapolis:

Indiana University School of Medicine, Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery.

- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Sehgal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Oto-Laryngologica*, *119*, 219-224.
- Miyamoto, R. T., Svirsky, M. A., & Robbins, A. M. (1997). Enhancement of expressive language in prelingually deaf children with cochlear implants. *Acta Oto-Laryngologica*, *117*, 154-157.
- Molina, M., Huarte, A., Cervera-Paz, F. J., Manrique, M., & Garcia-Tapia, R. (1999). Development of speech in 2-year-old children with cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *47*, 177-179.
- Neville, H. J., & Mills, D. L. (1997). Epigenesis of language. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *3*, 282-292.
- Newman, A. J., Bavelier, D., Corina, D., Jezzard, P., & Neville, H. J. (2002). A critical period for right hemisphere recruitment in American Sign Language processing. *Nature Neuroscience*, *5*, 76-80.
- Newport, E. (1990). Maturation constraints on language learning. *Cognitive Science*, *14*, 11-28.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2006). Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear and Hearing*, *27*(3), 286-298.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2007). Will 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.
- Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S., & O'Donoghue, G. M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *130*, 629-633.
- Nikolopoulos, T. P., O'Donoghue, G. M., & Archbold, S. M. (1999). Age at implantation: Its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope*, *109*, 595-599.

- Norbury, C. F., Bishop, D. V. M., & Briscoe, J. (2001). Production of English finite verb morphology: A comparison of SLI and mild-moderate hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 165-178.
- Nott, P., Brown, P. M., Cowan, R., & Wigglesworth, G. (2005). What's in a diary? Di-EL first words. *Deafness and Education International, 7*(2), 98-116.
- Nott, P., Cowan, R., Brown, P. M., & Wigglesworth, G. (2003). Assessment of language skills in young children with profound hearing loss under 2 years of age. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 8*, 401-421.
- Novak, M. A., Firszt, J. B., Rotz, L. A., Hammes, D., Reeder, R., & Willis, M. (2000). Cochlear implants in infants and toddlers. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, 109*(Suppl.), 46-49.
- Ouellet, C. (2006). *Acquisition du langage chez les enfants avec implant cochléaire* [Language acquisition in children with cochlear implants]. Doctoral thesis, Université du Québec à Montréal.
- Ouellet, C., Le Normand, M.-T., & Cohen, H. (2001). Language evolution in children with cochlear implants. *Brain and Cognition 46*(1-2), 231-235.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Oxford: Blackwell.
- Phillips, B., Ball, C., Sackett, D., Badenoch, D., Straus, S., Haynes, B., et al. (2001). *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Levels of evidence*. Retrieved February 22, 2007, from <http://www.cebm.net>
- Pisoni, D. B. (2000). Cognitive factors and cochlear implants: Some thoughts on perception, learning, and memory in speech perception. *Ear and Hearing, 21*, 70-78.
- Reynell, J. K., & Gruber, C. P. (1990). *Reynell Developmental Language Scales*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Robbins, A. M., Bollard, P. M., & Green, J. (1999). Language development in children implanted with the CLARION cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, 108*(Suppl. 177), 113-118.

- Robbins, A. M., Green, J. E., & Waltzman, S. B. (2004). Bilingual oral language proficiency in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery* 130, 644-647.
- Robinson, K., (1998). Implications of developmental plasticity for the language acquisition of deaf children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 46, 71-80.
- Rossetti, L. (1990). *The Rossetti Infant-Toddler Language Scale: A measure of communication and interaction*. East Moline, IL: LinguiSystems.
- Ruben, R. J. (1997). A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Oto-Laryngologica*, 117, 202-205.
- Schauwers, K., Gillis, S., Daemers, K., De Beukelaer, C., De Ceulaer, G., Yperman, M., et al. (2004). Normal hearing and language development in a deaf-born child. *Otology and Neurotology*, 25, 924-929.
- Schiavetti, N., & Metz, D. E. (2005). *Evaluating Research in Communicative Disorders* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Semel, E., Wiig, E. H., & Secord, W. A. (1995). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals 3*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Serry, T. A., & Blamey, P. J. (1999). A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 141-154.
- Seung, H., Holmes, A., & Colburn, M. (2005). Twin language development: A case study of a twin with a cochlear implant and a twin with typical hearing. *Volta Review*, 105(2), 175-188.
- Sparrow, S. S., Balla, D. A., & Cicchetti, D. V. (1984). *Vineland Adaptive Behavior Scales (Interview ed.)* Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Spencer, L. J., Barker, B. A., & Tomblin J. B. (2003). Exploring the language and literacy outcomes of pediatric cochlear implant users. *Ear and Hearing*, 24, 236-247.

- Spencer, L. J., Tye-Murray, N., & Tomblin, J. B. (1998). The production of English inflectional morphology, speech production and listening performance in children with cochlear implants. *Ear and Hearing, 19*, 310-318.
- Spencer, P. E. (2004). Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: Child, family, and linguistic factors. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 9*, 395-412.
- Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., & Lewis, D. E. (2004). Novel-word learning in children with normal hearing and hearing loss. *Ear and Hearing, 25*, 47-56.
- Summerfield, A.Q., & Marshall, D.H. (1999). Paediatric cochlear implantation and health-technology assessment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 47*, 141-151.
- Svirsky, M. A., Teoh, S., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at implantation. *Audiology and Neuro-Otology, 9*, 224-233.
- Szagun, G. (1997). A longitudinal study of the acquisition of language by two German-speaking children with cochlear implants and of their mothers' speech. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 42*, 55-71.
- Szagun, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants: A developmental psycholinguistic approach. *Audiology & Neuro-Otology, 5*, 39-47.
- Szagun, G. (2001). Language acquisition in young German-speaking children with cochlear implants: Individual differences and implications for conceptions of a "sensitive phase". *Audiology & Neurootology, 6*, 288-297.
- Szagun, G. (2002). Learning the h(e)ard way: The acquisition of grammar in young German-speaking children with cochlear implants and with normal hearing. In F. Windsor, M. L. Kelly, & N. Hewlett (Eds.), *Investigations in clinical phonetics and linguistics* (pp.131-144). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Tomblin, J. B., Barker, B. A., & Hubbs, S. (2007). Developmental constraints on language development in children with cochlear implants. *International Journal of Audiology, 46*, 512-523.
- Tomblin, J. B., Barker, B. A., Spencer, L. J., Zhang, X., & Gantz, B. J. (2005). 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.
- Tomblin, J. B., Spencer, L. J., Flock, S., Tyler, R. S., & Gantz, B. (1999). A comparison of language achievement in children with cochlear implants and children using hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 42*, 497-511.
- Tonelson, S., Watkins, S. (1979) *The SKI*HI Language Development Scale*. Project SKI*HI. Logan, Utah: Utah State University.
- Turner, H. M., III, & Bernard, R. M. (2006). Calculating and synthesizing effect-sizes. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders, 33*, 42-55.
- Tye-Murray, N., Spencer, L. J., & Woodworth, G. G. (1995). Acquisition of speech by children who have prolonged cochlear implant experience. *Journal of Speech and Hearing Research, 38*, 327-337.
- Tyler, R. S., Fryauf-Bertschy, H., Kelsay, D. M., Gantz, B. J., Woodworth, G. P., & Parkinson, A. (1997). Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 117*, 180-187.
- Waltzman, S. B., Robbins, A. M., Green, J. E., & Cohen, N. L. (2003). Second oral language capabilities in children with cochlear implants. *Otology and Neuro-Otology, 24*, 757-763.
- Wiig, E. H., & Secord, W. A. (1992). *Test of Word Knowledge*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Williams, K. T. (1997). *Expressive Vocabulary Test*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Wilson, B. S. (2000). Cochlear implant technology. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear*

implants: Principles and practices (pp. 109-121). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Witkin, D. M. (2005). *Identification of factors predicting spoken language development in young children with cochlear implant*. Washington University School of Medicine. Retrived August 10, 2006 from <http://linpub1.wustl.edu:8080/bitstream/1838.TST/115/1/Witkin.pdf>
- Wright, M., Purcell, A., & Reed, V. A. (2002). Cochlear implants and infants: Expectations and outcomes. *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology*, *111*(Suppl. 189), 131-137.
- Young, G. A., & Killen, D. H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 802-810.
- Zable, A. (2001). *Cochlear implant outcomes in children: Variables influencing speech and language performance levels*. Unpublished master's thesis, Washington State University Spokane, WA.
- Zimmerman, I. L., Steiner, V. G., & Pond, R. E. (1992). *Preschool Language Scale-3*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

Appendix A

Search Log

- Pubmed: Large-scale search on terms *cochlear implant* and *language* including a limit to English and French
- Pubmed: Search on terms *cochlear implant* AND (*language acquisition* OR *language development*) (Limits: 0-18 years old/English, French)
- Pubmed: Search on terms *cochlear implant language* (*children* OR *child* OR *infant* OR *toddlers*) (Limits: English, French)
- PsycINFO: Key words search including *cochlear implant* OR *cochlear implantation* OR *cochlear implants* AND *language development* OR *phonology* OR *verbal learning* OR *grammar* OR *vocabulary* OR *syntax* (Limits: 0 to 12 years old/English, French)
- CINAHL: Search on terms *cochlear implant* AND *language* AND (*infant* or *child*) (search conducted without *map term to subject*)
- CINAHL: Search on terms *cochlear implant* AND *language development* OR *language* AND (*child* OR *infant*)
- COCHRANE: (*cochlear implants* OR *cochlear implantation*) AND (*language development* OR *child language*) AND (*child preschool* OR *infant* OR *child*)
- EMBASE: (*cochlea prosthesis* OR *cochlear implants*) AND (*language development* OR *language*) AND Limits: (*adolescents* OR *school* OR *preschool child* OR *newborn* OR *infant*) AND (English or French). Search also conducted on synonyms.
- Google Scholar: *Cochlear implants* OR *cochlear implantation* OR *cochlear implant*) AND (*language* OR *communication* OR *syntax* OR *vocabulary*) AND (*infant* OR *child* OR *children* OR *toddlers*)

ProQuest (Interdisciplinary-Dissertations and Theses): *Cochlear implant** AND (*language* OR *communication skill**) AND (*child** OR *infant* OR *toddlers*) → citation and abstract (Key words used were: cochlear implants, language, infants, toddlers, communication skills, grammatical endings)

Appendix B

Data Extraction Form

General information

Date:

Data extracted by (initials):

Authors:

Title:

Source:

Country:

Affiliation /contact:

Specific information

Verification of inclusion: Y/N

Characteristics of the sample:

total ($n =$):

participants inclusion criteria:

recruitment procedure:

Characteristics of the participants:

chronological age:

age at implantation:

duration of use:

gender:

Number of participants in each group:

Is the sample representative of the population? Y/N

Why?

Is it noted by the authors?

Are experimental and control groups comparable? Y/N/does not apply

Sample size was adequate	poor	fair	good	excellent
Inclusion /exclusion criteria were adequate and clearly defined	poor	fair	good	excellent
Subject selection posed no threat to internal validity	poor	fair	good	excellent

Type of study (circle):

Cohort study with a comparison group: matched; not matched; normative sample of the test

Matching criteria were:

Cohort study without a comparison group

Case study: single; multiple

with comparison

without comparison

Design (circle): prospective; retrospective; cross-sectional

Design was appropriate to purpose of study	poor	fair	good	excellent
--	------	------	------	-----------

Comments:

Language measures pre: Y/N

a)

b)

data collected by:

Language measures post:

a)

b)

data collected by:

Duration of intervention:

Number of data points:

$n =$ at each data point:

Missing data: Y/N

Did 80% of the participants finish the study ? Y / N
--

Instrumentation was appropriate	?	poor	fair	good	excellent
Evidence was presented on reliability and validity of instrumentation	?	poor	fair	good	excellent
Experimenter bias was controlled	?	poor	fair	good	excellent
Test environment was described and was adequate	?	poor	fair	good	excellent
Instructions were described and were adequate	?	poor	fair	good	excellent

Comments:

Variables :

independent:

dependent:

There were adequate selection and measurement of independent variables	?	poor	fair	good	excellent
There were adequate selection and measurement of dependent variables	?	poor	fair	good	excellent
Procedures reduced threats to internal and external validity	?	poor	fair	good	excellent

Statistical procedures used and results:

a)

b)

Results expressed as:

a)

b)

Principal results (values or scores):

Results were clearly related to research problem	?	poor	fair	good	excellent
Tables and figures were integrated with text	?	poor	fair	good	excellent
Organization of data was clear	?	poor	fair	good	excellent
Summary statistics were used appropriately	?	poor	fair	good	excellent
Statistical analysis was appropriate to level of measurement, number of observations, type of sample, shape of distribution	?	poor	fair	good	excellent
There was appropriate use of correlational and inferential analysis	?	poor	fair	good	excellent
There was a clear presentation of significant and non-significant correlations or differences	?	poor	fair	good	excellent

Main conclusion:

Explaining factors provided by investigators:

Limitations of the study were discussed	?	poor	fair	good	excellent
Conclusions were drawn directly and fairly from results	?	poor	fair	good	excellent
Reasonable explanations were given for unusual, atypical, or discrepant results	?	poor	fair	good	excellent
There was a thorough and objective discussion of agreements and disagreements of previous research	?	poor	fair	good	excellent
Results were related to theoretical explanations	?	poor	fair	good	excellent
Implications for clinical practice were stated	?	poor	fair	good	excellent

Theoretical or clinical speculations were identified and justified	?	poor	fair	good	excellent
--	---	------	------	------	-----------

Overall rating:

General comments:

Appendix C

Detailed description of the reviewed studies

Author	n = CI < 3y /total n	Age at CI	Length of CI use	Purpose of the study or research question	Design	Evidence level	Language components and outcomes	Comments on quality
Brackett & Zara (1998)	17/33	2 – 3 years	up to 36 months	“to document the communicative performance of children implanted before the age of 5”	prospective cohort ; comparison with the normative sample	4	Rec Voc ⇔ Exp Voc ↑ Exp Gr ↗	potential confounding factors: 8/17 are not congenitally deaf; default score of 18 months if child is unable to perform test; n = 10 at 36 months of use; validity info on Language Rating scale is not reported; all subjects in oral settings;
Connor, Craig, Raudenbush & Zwolan (2006)	21/100	12 – 30 months	more than 1 year	“how do growth curves for vocabulary vary for children who receive their implants at different ages?”	prospective cohort ; comparison with the normative sample	2	Rec Voc ↑	potential confounding factors had been carefully controlled for the participants characteristics (possibly at the detriment of external validity?); all subjects in oral settings;
Cowan, Dowell & Hollow	1/3 (total n = 63)	2 :6 years	3:2 years	“presents speech perception and language results	case study; pre-post design (data	4	Rec Voc ↗	single case offers low level of evidence;

(1995)			measured over time for children implanted at the (...) clinic. (...) will focus on several children in more depth."	collected once at 3 years 2 months post)	technology has largely improved since 1995;
Ertmer & Mellon (2001); Ertmer, Mellon & Sadagopan (2003)	1/1	20 months	up to 42 months	longitudinal case study	Rec Voc ⇔
				to determine the child's "progress in spoken language development" during her first, then "second to fourth years of implant experience and to estimate the efficiency of her progress through comparisons with typically developing children"	single case offers low level of evidence; longitudinal study is thoroughly conducted, the case is well-documented
					Exp Voc : ⇔(number of words) û (type-token ratio)
					Exp Gr ↗
					child has received massive auditory-oral intervention and parental stimulation; child with advanced maturity;
Fenander & Redmond (2006)	6/6	12 – 24 months	3 to 5 years	case series; pre-post design (3 data points within an 8 months interval)	Rec Voc 2 ⇔/4û
				"to examine the acquisition of finite verb morphology in pediatric CI users over an 8-month period in an attempt to characterize their growth in this important area"	wide individual variability; no clear fit with expected profile; exact scores are not reported; few information on subjects and on tests administration; poster presentation at a conference;
Houston, Carter, Pisoni, Kirk & Ying (2005)	12/24	10 – 34 months	1 – 3 years	case-control (groups) : age and race-matched	Exp Gr ⇔
				"to develop a set of experimental procedures that could be used to study word	results variability in the experimental group as well as in the control group;
					Rec Voc ✕
					Exp Voc ✕

			learning in preschool-aged children after cochlear implantation and then to use the procedures to investigate their ability to learn object names"	group of normally hearing children	impossible to draw conclusions for language from a specific experimental task;
Kane, Schopmeyer, Mellon, Wang & Niparko (2004)	18/18	9 – 36 months	up to 20 months "to investigate relationship between prelinguistic communication behaviours in implantation candidates and subsequent language development after cochlear implant use"	pre-post cohort	4 confounding factors (cognitive abilities, family characteristics) may have influenced the results; means, standard deviations, and range of performance are not reported;
Kirk, Miyamoto, Lento, Ying, O'Neill, Fears (2002)	41/73	before age 3	up to 4 years "to examine the effects of age at implantation on the rate of communication development in a large number of children with early implantation (...) separately for children who used different communication modes"	prospective cohort	4 children are either in oral or total communication; use of a Language Quotient; few elements of discussion are offered;
Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew & Zuganelis	14/106	before age 2	2.2 to 2.5 years (average) "examining whether there are sensitive periods for cochlear implantation prior to	prospective cohort	4 children are either in oral or total communication; use of a Language

(2002)				the age of 5 years in a large number of early implanted children (...) a secondary aim of this study was to examine the effects of communication mode on the development of speech perception and language skills"			Exp Lang ↗	Quotient; few elements of discussion are offered;
Lenihan (1998)	3/3	24, 26, and 27 months	12–15 months	question 1: "how do a child's communicative interaction with his/her mother change in the year following cochlear implantation?" question 3: "how do mothers describe their children's auditory and speech development before and one year after implantation?"	4	longitudinal case series	overall language *	doctoral thesis; children have received intensive oral intervention and the mothers have received coaching; interpretation of the results consist of qualitative commentaries on quantitative results;
Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina (2004a; 2004b)	94/182 (< 3 y) 36 (< 2 y)	before age 3	up to 5 years	report clinical experience of a cochlear implant program in Spain (2004a); "we have compared speech perception and production in children (...) subjected to CI before they reach 2	4	prospective cohort	Rec Voc <3y↔/<2y↑ Rec Lang ↔ Exp Lang ↔	study on Spanish; specific conclusions on language are not reported; number and time of data collection points are variable; means, standard deviations, and range of performance are not

years of age and at a later age (2-6 years of age – 2004b)					reported; statistical significance for group differences are not reported; large sample size (CI < 3 years)	
Miyamoto, Kirk, Svirsky & Seghal (1999)	14/33	before age 3	2.3 years (average)	“to examine the benefits of early cochlear implantation on the development of communication skills”	cross-sectional group study (data extracted from a longitudinal design) 3 Rec Voc ⇔ Rec Lang ⇔ Exp Lang ⇔	use of Language Quotients;
Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew & Svirsky (2003)	1 case (+ 10 controls < 3 y)	case : 6 months before age 3 control: before age 3	case: 12 months control: average 3 years	“to examine the benefits of early cochlear implantation in terms of the development of language skills”	case-control study 3 Rec Lang 10⇔/1↑ Exp Lang 10⇔/1↑	length of use is variable in the control group;
Nicholas & Geers (2007);	76/76	12 – 38 months	7 – 45 months	“to examine the relative contributions of both audiological intervention and auditory perceptual experience on spoken language outcomes when the child is 3,5 years of age” (4,5 years of age in Witkin, 2005)	group study ; cross-sectional design (2 data points) 2 Exp Gr * Exp Lang ↗ (Witkin) overall language ⇔	all subjects in oral settings; all subjects congenitally deaf; large sample; conclusions on language are based on predicted scores and not on actual scores; Witkin is a master thesis;
Witkin (2005)	(72 from the 76 in Nicholas & Geers)					

Nott, Cowan, Brown & Wigglesworth (2003); Nott, Brown, Cowan & Wigglesworth (2005)	9/9 (3/3)	16–29 months	2 years	“focuses on the early language development of young children using [CI] devices”	case series; longitudinal design;	4	Exp Voc * overall language ⇄	parents in the sample showed higher SES than in general population; parents were carefully coached with the use of the diary; potential selection bias: parents who participated in the study may have been the most involved with their child;
Novak, Firszt, Rotz, Hammes, Reeder & Willis (2000); Novak, Rotz, Willis, Edmonson & Thomas (2002)	14/14 (5/47 also participated in Novak et al.)	9–25 months	12–36 months	“to determine whether children fitted with implants as infants or toddlers can develop speech and language at rates equal to or surpassing those of normally hearing peers and ultimately attain age-appropriate(...)skills”	group study; retrospective analysis	4	overall language 15 ⇄ / 4 ⇄	CELF scores for 4 subjects only; 7/14 have been tested more than once; criteria for administration of CELF or SKI*HI are not reported; comparability of CELF scores with SKI*HI scores is not discussed;
Ouellet, Le Normand & Cohen (2001)	1/5	28 months	18 months	“to shed light on the expressive language abilities of implanted children over time, focusing on the evolution of their lexical and syntactic	longitudinal case series (3 data points)	4	Exp Voc ⇄ Exp Gr ⇄	study on French ; information on the normative sample is from another study;

skills in spontaneous language production in comparison to normal subjects"							
Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, De Ceulaer, Yperman & Govaerts (2004)	1/1	6 months (second CI at 15 months)	up to for 4 years	to report a 48 months follow-up in a very young implanted child who had 2 implants, on hearing, speech and language development, and educational setting	longitudinal case study (6 data points)	4 Rec Lang ↑ Exp Voc ⇔ Exp Gr ↑ Exp Lang ↑	study on Dutch; child with 2 CIs; parents had another deaf CI child before; very intensive rehab; single case offers low level of evidence;
Seung, Holmes & Colburn (2005)	1/1	20 months	19 months	"to examine language development after cochlear implantation and to examine language development on a set of female fraternal twins after one of the twins had received a cochlear implant at age 20 months"	longitudinal case-control study (twins)	3 Rec Voc ↑ Exp Voc ⇔	the fact that the two children are twins ensure same familial and environmental characteristics;
Spencer (2004)	13/13	13 – 38 months	21 – 81 months	"to investigate variations in language skills of children who received cochlear implants by 3 years of age"	cross-sectional group design; comparison with the normative sample	4 Rec Voc ⇔ overall language ⇔	wide group heterogeneity; some children in the sample show other disabilities; 2 are non congenitally deaf; various family/environmental backgrounds

<p>(ethnicity, bilingualism), individual as well as group results are presented;</p>	<p>use of a developmental trajectory analysis (statistical technique); age groups are not equivalent; number of subjects tested decreased over time;</p>	
<p>Svirsky, Teoh & Neuburger (2004)</p>	<p>46/75 (12 < 24 months; 34 < 36 months) before age 3 up to 5 years prospective cohort 3 Exp Lang 34 ⇔ /12 ⇔</p>	<p>“to compare the speech perception and language skills of congenitally deaf children who received CIs in the second, third or fourth year of life (...) a secondary goal was to compare the language skills shown by profoundly deaf children with CIs to those of age-matched children”</p>
<p>Szagun (1997)</p>	<p>1/2 30 months 19 months 4</p>	<p>longitudinal case series study on German; personal and familial variables may have influenced the results; few information about the participants is provided; technology has improved since 1997;</p>
<p>Szagun (2001; 2002)</p>	<p>22/22 14-36 months up to 36 months 2</p>	<p>prospective cohort comparative Exp Voc ⇔</p>
		<p>study on German; comparison group with normally hearing</p>

	as well the relation between the two"	design	children matched for gender, linguistic level at the beginning of the study, and cognitive level;
Tomblin, Barker, Spencer, Zhang & Gantz (2005)	29/29 11-40 months 12-48 months	prospective cohort (cross-sectional analysis of the data)	2 subjects received their CI at 46 months; individual and group results are reported; interesting theoretical implications are discussed;
		2	number and time of measures was variable; n = 7 per-implant for the PLS-3; n = 21 at the 24 months data point; even less data at 36 and 48 months; use of Expressive Language Quotients with the equating of the Minnesota and PLS-3 scores; 3 children communicated orally; all the others used total communication;
Waltzman, Robbins, Green &	10/18 6 months - 2;11	prospective cohort	very large range in terms of chronological age and duration of CI
		4	Rec Lang ↑ Exp Lang ↑

Cohen (2003); Robbins, Green & Waltzman (2004)	2/12 years	deaf bilingual children with a cochlear implant" (in first and second language)	years	overall language ↑	use; small sample; study with bilinguals (English is first language);
Wright, Purcell & Reed (2002)	2/3 12 and 15 months	"to document the oral communication development, before and after cochlear implantation (...)"	12 months	4 Rec Lang 1 ↑/1 ⇔ Exp Lang ⇔	a single data point is presented (12 months of use); large discrepancies between receptive scores from language tests and from the Vine land communication scale
Young & Killen (2002)	3/7 27 – 37 months	"comparing the language outcomes of a group of children who have used a cochlear implant for 5 years with those of children of the same age with normal hearing"	5 years	4 Rec Voc ⇔ Rec Lang ⇔ Exp Voc ↑ Exp Lang ⇔	demographic information not reported (e.g. gender);
Zable (2001)	1/14 27,5 months	question 1: "what is the general profile of a cochlear implant user who have high intelligibility and a high DQ across measures post-implant?"	4 – 9 years	4 Rec Voc ✗ Exp Voc ✗ Exp Gr ⇔	data is missing for another child implanted at 18,9 months old; use of a Developmental Quotient (DQ); DQ was not calculated in including every data point, but only

Appendix D

Characteristics of Language Measures Used in the Primary Studies

Measure	Language domain assessed	Administration mode	Type of scores	Normative characteristics
<i>Clinical Evaluation of Language Fundamentals</i> (CELF-P /preschool) CELF-3)	Receptive and expressive language	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, and age equivalents	Norm-referenced: Ages 3 years through 6 years, 11 months (CELF-P) and ages 6 through 21 years (CELF-3)
<i>Diary of Early Language</i> (Di-EL)	Expressive language	Parental diary	Record of first 100 single words	-
<i>Expressive One-Word Picture Vocabulary Test</i> (EOWPVT-R)	Expressive vocabulary	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, and age equivalents	Norm-referenced: Ages 2 years through 18 years, 11 months
<i>Expressive Vocabulary Test</i> (EVT)	Expressive vocabulary	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, stanines, NCEs, and age equivalents	Co-normed with the PPVT-III

Appendix D (continued)

Measure	Language domain assessed	Administration mode	Type of scores	Normative characteristics
<i>Language Assessment, Remediation and Screening Procedure (LARSP)</i>	Expressive grammar	Spontaneous language sample	Stages of syntactic complexity (can be converted to percentiles using a z-score formula)	-
<i>Language Rating</i>	Expressive grammar	Spontaneous language sample	Stages of morphosyntactic complexity (from 1 to 8)	-
<i>MacArthur Communicative Development Inventories (MCDI)</i>	Receptive and expressive vocabulary	Parental questionnaire	Number of words (understood and produced) Percentiles	Norm-referenced: Ages 8 through 30 months
<i>Mean Length of Utterances (MLU)</i>	Expressive grammar	Spontaneous language sample	Can be converted to percentiles using a z-score formula (with observed MLU and predicted mean MLU for child's chronological age)	-

Appendix D (continued)

Measure	Language domain assessed	Administration mode	Type of scores	Normative characteristics
<i>Minnesota Child Development Inventory</i> (CDI)	Receptive and expressive language	Parental questionnaire	Age equivalents	Norm-referenced: Age 15 months through 6 years
<i>Oral and Written Language Scales</i> (OWLS)	Receptive and expressive language	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, NCEs, stanines, and age equivalents	Norm-referenced: Ages 3 years through 21 years 11 months
<i>Peabody Picture Vocabulary Test</i> (PPVT-R, PPVT-III)	Receptive vocabulary	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, normal curve equivalents (NCEs), and stanines age equivalents, grade equivalents	Norm-referenced: Ages 2 years, 6 months through 90 years and older
<i>Preschool Language Scale</i> (PLS-3)	Receptive and expressive language	- Individually administered by an examiner - Interview with the caregivers	Standard scores, percentiles, and age equivalents	Norm-referenced : Ages 2 weeks through 6 years, 11 months

Appendix D
(continued)

Measure	Language domain assessed	Administration mode	Type of scores	Normative characteristics
<i>Sensory Impaired-Home Intervention</i> (SKI*HI)	Receptive and expressive language	Parental questionnaire	Age equivalents	-
<i>Test of Word Knowledge</i> (TOWK)	Receptive and expressive language	Individually administered by an examiner	Standard scores, percentiles, and age equivalents	Criterion-referenced: Level 1: ages 5 through 8 years, Level 2: ages 8 through 17 years
<i>Vineland Adaptive Behavior Scales</i> (VABS)	Receptive, expressive, and written communication; (Scales also include daily living skills, socialization, and motor skills)	Semi-structured interviews and questionnaire (Individual parent/caregiver interviews by an examiner; individual teacher questionnaires)	Standard scores, percentile ranks, stanines, adaptive levels, age equivalents	Norm-referenced: Birth through 18 years, 11 months

Note. In a norm-referenced test, an individual's performance is interpreted in relation to the performance of a group of peers;

Note. In a criterion-referenced test, an individual's performance is interpreted by comparing it with an expected developmental/behavioural criterion.

**Chapitre 3: Language Achievement in Children who
Received a Cochlear Implant between One and Two
Years of Age: Group Trends and Individual Patterns**

Language Achievement in Children who Received a Cochlear Implant between the age of 8 and 28 months: Group Trends and Individual Patterns

Louise Duchesne et Ann Sutton, Université de Montréal
François Bergeron, Université Laval

Article sous presse (sous le titre “Language achievement in children who received a cochlear implant between one and two years of age: Group trends and individual patterns”) dans
Journal of Deaf Studies and Deaf Education

Adresse de correspondance :

Louise Duchesne, M.O.A., Institut de réadaptation en déficience physique de Québec
525, boul. Wilfrid-Hamel, Québec, QC G1M 2S8 Canada. Téléphone : 418-529-9141
poste 6119, Fax : 418-529-3548; Courriel : louise.duchesne@umontreal.ca

3.1 Abstract

This study examined receptive and expressive vocabulary and grammar achievement of French-speaking children ($n = 27$) who received a cochlear implant (CI) between the age of 8 and 28 months. Standardized measures of language achievement were performed and the language levels attained by children with CIs were compared with that of the normative sample of same age hearing peers for each measure. As a group, children exhibited language levels within normal limits in all standardized language measures. Examination of individual patterns revealed 4 different language profiles, ranging from general language normalization to general language delay. Half the participants displayed language levels on par with hearing-age mates at the word level; less than half the children obtained average performance at the sentence level. In three of the four language profiles that emerged, sentence comprehension was impaired. Moreover, age at implantation was not associated with language achievement; the variables that were found to be more strongly associated with language achievement were different in the 3 and 4 years-old and the 5 to 8 years-old subgroups, suggesting that they may shift over the course of development. Receiving a cochlear implant between the age of 1 and 2 does not ensure general language normalization at 5 years of age, or after 4 to 5 years of experience with the implant.

3.2 Introduction

For young children with severe to profound hearing loss, language acquisition represents a challenge, and is a major issue for parents, educators, clinicians and researchers. Although cochlear implants permit auditory perception and speech production gains in children who have severe and profound deafness (Baumgartner et al., 2002; Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, Gantz, & Woodworth, 1997; Miyamoto et al., 1997; Robbins, Green & Waltzman, 2004; Serry & Blamey, 1999; Tyler et al., 1997; Waltzman et al., 1997), improvement of language skills is also viewed as a very important goal of cochlear implantation (Miyamoto, Svirsky, & Robbins, 1997; McConkey-Robbins, 2000). Language skills have become an essential part of the evaluation of cochlear implant (CI) benefits (Fink et al., 2007).

Although a large range in age at implantation is found in many studies, a strong tendency to lower the age at implantation has been observed during the past few years (Coletti et al., 2005; Svirsky, Teoh, & Neuburger, 2004; Nicholas & Geers, 2007; Fitzpatrick & Brewster, 2008). For example, research that examined rates of language development after cochlear implantation before age 3 showed that some children with CIs appear to learn language at a normal or near-normal rate, allowing the gap between language age and chronological age to narrow, or at least to remain constant (Kirk, Miyamoto, Lento et al., 2002; Kirk, Miyamoto, Ying et al., 2002; Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina, 2004a; Svirsky et al., 2004; Tomblin et al., 2005). Other studies have shown that a certain proportion of children with CIs may have learned language at a faster rate than normal, thus enabling them to demonstrate language levels on par with their same-age hearing peers after up to 5 years of implant use (Connor et al., 2006; Geers, Nicholas & Sedey, 2003).

On the basis of these encouraging results, some investigators have speculated that implantation around age 2 would allow children to attain near-normal language skills by age 6 (Svirsky et al., 2004), or before they enter kindergarten (Nicholas & Geers, 2007). The development of language skills commensurate with that of age-mates with normal hearing has therefore become a desirable result of early cochlear implantation, based on the hypothesis that early exposure to sound provided by the implant would lead to greater language benefits. The comparison between language levels attained by children with CIs and that of normally hearing age-mates has thus become the current standard in cochlear implant studies on language development.

However, close examination of research results to date paints a more cautious picture. Results of a systematic review on grammar and vocabulary development in children with cochlear implantation before age three (Duchesne, Bergeron, & Sutton, 2008) revealed that although some children in the primary studies attained language levels on par with hearing age-mates (Connor et al., 2006; Kane, Schopmeyer, Mellon, Wang, & Niparko, 2004; Novak et al., 2000), they were in the minority, but also that these same children were likely to have received their implant before the age of 2 (Manrique, Cervera-Paz, Huarte, & Molina, 2004a; 2004b). The majority of the children involved in the studies selected in the systematic review were still exhibiting receptive and expressive vocabulary and grammar delays after up to five years of experience with the implant (Miyamoto, Kirk, Svirsky & Seghal, 1999; Nott, Cowan, Brown, & Wigglesworth, 2003; Spencer, 2004).

Few studies to date have examined language development in a group of children who underwent cochlear implantation around the age of two. Most studies involved children who received their implants by the age of 36 months or slightly above (Kane et al., 2004; Nott, Cowan, Brown & Wigglesworth, 2003; Nicholas & Geers, 2007; Spencer, 2004; Szagun, 2000; 2001; Tomblin et al., 2005). Other studies compared children who had a CI before and after the age of two within larger groups of participants. Manrique and

collaborators (2004b) found that 36 children who received a CI by age 2 years showed an expressive delay of approximately 1 year despite a normal growth rate, whereas a greater expressive delay was found in children who received a CI after the age of 2. Novak et al. (2000) enrolled fourteen children who received a CI between 9 and 25 months and found that 3 of the 5 children implanted between 9 and 19 months demonstrated age-equivalent language scores equal to or above chronological age; on the other hand, 8 of the 9 children who received the implant between 20 and 25 months showed a 8 to 20 months gap between language age and chronological age. Holt and Svirsky (2008), found few differences in outcomes after 2 years of device use between a small group of children ($n = 6$) who received a CI before 12 months and a larger group ($n = 32$) who had the implant from 13 to 24 months.

The use of standardized language measures is an explicit way to compare language performance in children who are CI recipients with a large group of age-matched hearing peers. In order to evaluate the extent of linguistic abilities, different components of language achievement need to be assessed: these were receptive and expressive abilities as well as vocabulary and grammar. However, these aspects of language are rarely assessed in a given study, even though these components have been discussed as reliable indicators of linguistic achievement (Szagun, 2000, 2001; Nikolopoulos, Dyar, Archbold, & O'Donoghue, 2004). Furthermore, conclusions from a systematic review on language development in children who received a CI below the age of 3 highlighted the fact that the magnitude of language improvement may not be uniform across language components (Duchesne et al., 2008). It is therefore relevant to assess more than one aspect of language.

Few studies have used measures permitting the examination of several aspects of language, while attempting to capture both group and individual trends in language development. The fact that children with cochlear implants comprise a very heterogeneous population poses a challenge in the selection of research participants and of methods for

documenting language achievement (see Schauwers, Gillis, and Govaerts, 2005, for comments on methodology in CI studies). Many studies have used group designs, where the investigator examines the relationship between independent and dependent variables within groups of children who share a number of characteristics and that may mask individual differences (e.g., effect of age at implantation on receptive vocabulary within groups of children who received a CI before or after the age of three). In contrast, some researchers have used case study designs, where the development of a single or of a small number of individuals is extensively described (e.g., Ertmer, Strong, & Sadagopan, 2003; Schauwers et al., 2004). Group designs may mask important individual differences, but case study designs risk having limited generalizability of results. In studies with heterogeneous samples, interpretation of group results may not accurately reflect performance of individuals in the group because of either very low or very high scores. Designs are thus needed to capture group trends as well as individual patterns.

3.3 The current study

The literature suggests that early cochlear implantation bears the promise of good language outcomes (i.e. near-normal language skills). Although cochlear implants provide auditory information that is not as rich and complex as normal hearing (Geers, Nicholas, & Moog, 2007) language improvements have been documented in research, and some children with a CI attain language levels on par with hearing age-mates. More frequently however, a language delay is still present despite a normal, near-normal, or accelerated rate of language growth over time. The assessment of more than one single dimension of language as well as the examination of group results and individual performance allows a more complete description of language development in this specific population.

The use of two levels of analysis combines the strengths of group design with the clinical relevance offered by a more in-depth analysis of individual results. At the group

level, associations between independent and dependent variables are examined using quantitative measurements and statistical analyses. Analysis at the individual level offers a validation of group patterns by showing the relationship between individual performances and group performance. This approach has been proven valuable when group results are likely to be skewed by wide individual variability and extreme performances, as in populations with multiple disabilities (Olsson, 2005).

The main purpose of this study was to examine receptive and expressive vocabulary and grammar achievement in a group of French-speaking children who received a CI between the age of 8 and 28 months, after a minimum of two years of device use. We performed various standardized measures of language achievement and compared the language levels attained by the participants with those of the normative sample of same-age hearing peers. We examined group performance and individual patterns within the group. Thus, the first set of research questions was the following:

1a. Do children with a congenital hearing loss who receive a CI between the age of 8 and 28 months attain age-appropriate receptive and expressive vocabulary and grammar levels after a minimum of two years of device use? 1b. Is language performance expressed in group results (in terms of language levels attained) representative of that of individual participants in the group?

It was predicted that as a group, children would demonstrate language levels within normal limits or approaching normal limits, as has been shown in several earlier studies of children receiving a CI before the age of 3, but that different developmental profiles would emerge from the examination of individual patterns.

The second set of research questions addressed possible associations between overall receptive and expressive language level and other variables, including other language components:

2a. What factors are more strongly associated with language level attained: time and age variables (e.g., age at activation and duration of use), variables related to functional use of the device (e.g., use of speech, auditory integration, and word and sentence-recognition abilities) or social skills? 2b. Are these associations different for younger and older children (3 and 4 years vs. 5 to 8 years)? 2c. Do individual patterns follow the group trends in terms of variables that are significantly associated with overall language level?

Given the relatively narrow range of age at implantation in our sample, it was predicted that language level would not be strongly associated with age at the time of implantation.

3.4 Method

3.4.1 Participants

Participants were 27 French-speaking children (14 boys and 13 girls) with profound, bilateral hearing loss, aged from 42 to 99 months ($M = 68.4$, $SD = 17.76$), who received a CI between the age of 8 and 28 months ($M = 21.66$, $SD = 5.47$). Deafness was congenital in 25 children; 2 children had an acquired hearing loss, due to meningitis (at 5 and 12 months of age). Children who came from families in which French was not the primary language, and those diagnosed with any language or cognitive condition expected to interfere with language development, were excluded from the recruitment process. Cognitive and motor skills were controlled: all obtained a standard score above 80 on Brief IQ form of the Leiter International Performance Scale – Revised (Roid & Miller, 1997), a measure of non-verbal

cognitive level ($M = 114.2$; $SD = 10.66$). Motor skills were measured with the Vineland Adaptive Behavior Scale: all participants obtained standard scores within normal limits.

All participants received their cochlear implant between 2001 and 2007: 23 had a Clarion device, and 4 had a Nucleus device. All had a complete insertion of the electrode array. Duration of CI use ranged from 23 to 71 months ($M = 46.85$, $SD = 15.61$). One child was bilaterally implanted: she received her first implant at age 22 months, and then had the second implant more than 2 years later, at age 48 months: at the time of testing, this child was hearing with two implants for less than a year. Additionally, the mother of one child had a severe bilateral hearing loss and received a cochlear implant a few months after her child. The remaining children were born to hearing parents. Participant characteristics are presented in Table I. Children in Group A were 3 and 4 years of age and children in Group B were 5 to 8 years of age at the time of testing⁷.

Table I. Characteristics of the Participants in the Study (n = 27)

Participant	Gender	Age at test (months)	Age at CI activation (months)	Duration of CI use (months)	Type of implant	Mapping strategy	School placement (when applicable)	Grade	Use of some signs (y/n)
A1	girl	42	19	23	Nucleus 24RE	ACE2400	-	-	n
A2 ^a	boy	43	8	35	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	n
A3	girl	43	20	23	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	n

⁷ We decided to include child A9 (who was bilaterally implanted) and child B6 (who had meningitis at 12 months of age) because we felt the sample would be more representative of the population; we had previously excluded from the recruitment process children who had acquired deafness after the age of 12 months.

Table I. continued

Participant	Gender	Age at test (months)	Age at CI activation (months)	Duration of CI use (months)	Type of implant	Mapping strategy	School placement (when applicable)	Grade	Use of some signs (y/n)
A4	boy	44	12	32	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	n
A5	girl	50	24	26	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	y
A6	boy	53	25	28	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	n
A7	girl	54	19	35	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	-	-	n
A8	girl	56	27	29	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	oral class ^d	preK	n
A9 ^b	girl	57	22	35	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	mainstream	pre-K	n
A10	girl	59	26	33	Clarion 90kHelix	Hi-Res-P	school for the deaf	pre-K	y
A11	boy	60	15	45	Nucleus 24R	ACE900Hz	-	-	y
A12	boy	60	15	45	Nucleus 24R	ACE900Hz	-	-	y
B1	girl	64	27	37	Clarion 90k	Hi-Res-P	oral class	K	n
B2	boy	67	22	45	Clarion 90k	Hi-Res-P	school for the deaf	K	y
B3	boy	67	16	51	Nucleus 24R	ACE900Hz	mainstream	K	n
B4	girl	71	24	47	Clarion CII	Hi-Res-P	mainstream	K	n

Table I. continued

Parti- cipant	Gen- der	Age at test (months)	Age at CI activation (months)	Duration of CI use (months)	Type of implant	Mapping strategy	School placement (when applicable)	Grade	Use of some signs (y/n)
B5	boy	77	22	55	Clarion CII	CIS	mainstream	K	n
B6 ^c	boy	79	14	65	Clarion CII	CIS/SAS	mainstream	1st	n
B7	girl	82	23	60	Clarion CII	Hi-Res-P	oral class	K	n
B8	boy	83	18	65	Clarion CII	Hi-Res-P	mainstream	1st	n
B9	girl	84	26	58	Clarion CII	Hi-Res-P	mainstream	1st	n
B10	girl	88	28	60	Clarion CII	Hi-Res-P	mainstream	1st	n
B11	girl	90	25	65	Clarion CI	MPS	mainstream ^c	2nd	n
B12	boy	90	28	62	Clarion CII	Hi-Res-P	mainstream ^c	1st	n
B13	boy	93	27	66	Clarion CII	-	mainstream	2nd	n
B14	boy	93	25	68	Clarion CII	Hi-Res-P	oral class	2nd	n
B15	boy	99	28	71	Clarion CII	SAS	oral class	2nd	n

Note. m = mean; sd = standard deviation.

^aOnset of hearing loss (meningitis) at 5 months. ^bBilateral cochlear implantation: the second implant was received at age 48 months. ^cOnset of hearing loss (meningitis) at 12 months. ^dOral classes are composed of *hard-of-hearing* children who receive specialized teaching (5-8 children per class): oral classes are within mainstream schools. ^eWith oral interpreter in class. Dashes indicate that participant has not yet been enrolled into school.

The two subgroups were compared on mean age at implant activation, using the Mann-Whitney U for two independent samples. Despite a difference of only 4 months in mean age at activation between subgroups (Table II), this difference reached statistical significance ($p = .05$; $U = 50$); This is likely due to the tendency toward lower age at implantation (Connor et al., 2006): children who were younger at the time of testing (thus born more recently) were more likely to have received the implant at a younger age.

Table II. Mean, Standard Deviation, and Range for Age-related Variables in Groups A and B (months)

	3 and 4 years (Group A)			5 to 8 years (Group B)			total group		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	range	<i>M</i>	<i>SD</i>	range	<i>M</i>	<i>SD</i>	range
Age at test	51.7	7.1	42-60	81.8	10.8	61-99	68.4	17.8	42-99
Age at CI activation*	19.33	5.91	8-27	23.53	4.45	14-28	21.6	5.47	8-28
Duration of use	32.5	7.34	23-45	58.33	9.6	37-71	46.8	15.6	23-71

* $p = .05$ ($U = 50$)

School placement and grade are also displayed in Table I. The majority of the participants who were attending school at the time of data collection were mainstreamed in their regular school (two participants had oral interpreters in class), whereas others were attending oral classes within regular schools. Nine children were not yet enrolled in school. Oral classes comprises small groups of children with hearing loss (typically 5 to 8 children per class) who are taught by a teacher specifically trained to work with deaf children. Oral classes promote the use of hearing and speech to communicate. School for the deaf offers programs focused on acquisition of *Langue des Signes Québécoise (LSQ)* [Quebec Sign Language], using a bilingual/bicultural approach. This approach assumes that Sign Language should be the first language of deaf children and that French should be taught as a second language through a fully accessible sign language. The ultimate goal is proficiency in both LSQ and written French, as well as participation in both deaf and hearing cultures.

One of the participants had repeated a class; except for this one child, all were attending the expected grade according to their chronological age. Some participants may be slightly older than expected for a given grade because parents chose to wait the next year to start enrolment into school (these children were likely to have been born between August and December). Additionally, children who were assessed for the study during the summer were allotted the grade they had just completed.

The study obtained ethics approval of the institutions involved in the research project. Participants were recruited via the *Programme québécois pour l'implant cochléaire* [Quebec Cochlear Implant Program], the national program for the province of Quebec based in Quebec City, and affiliated with the university rehabilitation center that provides services for all children who receive cochlear implants. Parents of all children who received a CI between the age of 8 and 28 months from 2001 to 2007 and were aged at least 3 years old were invited to participate in the study. Of the 33 children that met the age at implantation and other inclusion criteria, four children had been recently diagnosed with specific language impairment, one family had moved and could not have been reached, and one family refused to participate. The 27 participants were from all over the province of Quebec and represented the range of geographic and socioeconomic backgrounds found in the population of cochlear implant candidates. All participants were enrolled in an intensive early rehabilitation program for a period of three months after the activation of the device (5 to 6 hours a week including auditory training, and speech and language therapy), and have continued to receive equivalent auditory, speech, and language interventions after the intensive rehabilitation period (once a week for approximately 2 hours). At the time of data collection, the majority of the participants were currently receiving language therapy. In the French-speaking population of Quebec, early language intervention included in rehabilitation programs in use with children with a profound hearing loss incorporates simultaneous exposure to signs and spoken language to ensure early access to symbolic communication. Once children are fitted with a CI, some signs are maintained for as long

as the child needs them, as a support for spoken language learning. At the time of data collection, twenty-two children were functioning exclusively orally, and five children were using some signs in addition to spoken language. Participants were enrolled in various educational settings: whereas the majority was mainstreamed in regular schools, some were attending special oral classes for hard-of-hearing children, and a few were not yet attending school and went to regular daycare.

3.4.2 Language measures

Four measures of language achievement were administered. All were standardized language testing instruments presenting evidence of reliability and validity (Reynell & Gruber, 1990; Dunn, Thériault-Whalen, & Dunn, 1993; Gardner, 1985; Carrow-Woolfolk, 1985). Administration generally followed the standard administration procedure described in the examiner's manual for the test. Children were tested using primarily spoken language, with the support of some signs for children who were using them. Because the purpose of assessing language is to evaluate linguistic knowledge and not speech-related abilities only, it is reasonable to provide access to signs to children who are using them as a support for spoken language in everyday situations. Tomblin and colleagues (2005) argue that this practice is acceptable and mention that it is in use in clinical and research settings. With one exception, Reynell Developmental Language Scales (RDLS; Reynell & Gruber, 1990), specific normative data for Quebec French were available, thus permitting comparison of the performance of children with CIs to that of a large group of age-matched or academic level-matched normally hearing children.

1. The Reynell Developmental Language Scales (RDLS) assesses the child's ability to comprehend and express a hierarchy of language structures, ranging from object labelling to complex instructions. It is very frequently used in cochlear implant studies (Kane et al., 2004; Kirk, Miyamoto, Ying, et al., 2002; Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew,

& Svirsky, 2003; Svirsky et al., 2004; Miyamoto et al., 2008; Robbins, Bollard, & Green, 1999). This test was used in 10 of the 28 studies included in a systematic review on language development in children with CIs (Duchesne et al., 2008). Because normative data for French-speaking children are not yet available for the RDLS, this test was used as a general developmental language measure allowing evaluation of the language level among participants. In this context, raw scores were used as an overall measure of language performance for the children participating in the study. There is no single standardized measure of language, in French, that covers the age range of the children in the study.

2. The *Échelle de vocabulaire en images de Peabody* (EVIP; Dunn, et al., 1993) assesses receptive vocabulary knowledge. The child selects one picture that depicts a single word from a set of 4 pictures. Items are graded in order of difficulty. Normative data exist for French-speaking communities throughout Canada.

3. The *Test de dénomination Expressive One-Word Picture Vocabulary Test-R* (EOWPVT-R; Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière, 1995) is a naming test using picture stimuli depicting objects, actions, categories, and parts of whole. Items are graded in order of difficulty. Normative data are available for Quebec French-speaking children in Grades K, 1, and 2. Each grade has been separated into two age-groups based on the month of birth (April to September and October to March).

4. The *Épreuve de compréhension de Carrow-Woolfolk* (TACL-R; Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière, 1995) evaluates the comprehension of grammar. The child selects one picture from a set of three. The test is composed three subtests: the Word Classes and Relations (WC) subtest assesses comprehension of vocabulary and concepts, mostly expressed as single word stimuli (*e.g.*, *plusieurs*, *en-haut*, *à gauche*); the Grammatical Morphemes (GM) subtest assesses comprehension of bound morphemes (*e.g.*, past tense and plural) and prepositions presented

in sentences; the Elaborated Sentences (ES) subtest assesses the comprehension of multiword syntactic constructions such as relative clauses and passives. Normative data are available for each subtest and for the entire test for Quebec French-speaking children in Grades K, 1, and 2. As for the EOWPVT-R, grades are separated into two age-groups according to the month of birth.

3.4.3 Additional variables: social functioning, auditory and speech assessment

A series of other measures were administered in order to explore associations between overall language performance and auditory, speech, and personal variables. To assess the primary benefits of cochlear implantation, objective assessment batteries are most often used, but parental questionnaires allow for an evaluation of the functional use of a cochlear implant in everyday life (Robbins & Osberger, 1990). Parent reports based on unstructured probes, where the parent is asked to describe the child's speech and listening behaviors in natural contexts, are particularly suitable when objective speech perception and production testing cannot be performed (Bertram, 2000).

1. The Vineland Adaptive Behavior Scale (VABS) is a standardized measure that assesses personal and social skills from birth to 18 years of age in an interview with a parent or caregiver (Sparrow, Balla, & Cicchetti, 1984). The scales are comprised of four domains: Communication, Daily Living Skills, Socialization, and Motor Skills. In the current study, we used the Socialization subscale as a measure of social functioning. The various subscales of the VABS have been employed in previous research with deaf children (Bat-Chava, Martin & Kosciw, 2005) and are appropriate for use with this population. The validity and reliability of the Vineland scales are well established (Sparrow et al., 1984).

2. The Meaningful Auditory Integration Scale (MAIS: Robbins, Renshaw & Berry, 1991), and the Meaningful Use of Speech Scale (MUSS: Robbins & Osberger, 1990) are

parental report scales, administered in an interview format, that assess a child's spontaneous responses to sound in everyday environment. Both reports are commonly employed in clinical and research settings (Anderson et al., 2004; Mondain et al., 2002). In the MAIS, the ten probes evaluate three aspects: 1) vocalization behavior, 2) alerting to sounds, and 3) deriving meaning from sound (Zimmerman-Phillips, Robbins, & Osberger, 2001), whereas in the MUSS, ten other probes document the use of speech in various daily situations. The Quebec adaptation of the MUSS was used in the study (Gobeil, Bourdages & Bergeron, 1996).

3. Closed-set speech perception for words and open-set for sentences are part of the *Batterie d'évaluation multimédia* [Multimedia Assessment Battery] developed at the Quebec Cochlear Implant Program (Bergeron, 1998). The test comprises an adapted version for children (*Test audiologique multimedia adapté* [Adapted Multimedia Audiological Test] created in 2003. This version was normalized with 100 hearing children aged 3 to 7 years (Laferrière, Tremblay, Hubert & Bergeron, 2003). Closed set task were taken from European version of the Evaluation of Auditory Responses to Speech (EARS) provided by Med-El, a cochlear implant company (Allum, Greisinger, Straubhaar, & Carpenter, 2000). The child selects one picture from a set of 12. Open set task is a French adaptation of the Common Phrases Test (Robbins, Renshaw, & Osberger, 1998). The phrases are familiar statements or questions that contain simple syntactic structure and vocabulary. The child is scored according to number of words correctly repeated. Stimuli were presented by live voice. Some of the children could not perform this set task, mostly because they responded to the sentences instead of repeating each sentence exactly, even after demonstrations. Although the child clearly understood what was said, the result was not acceptable according to the administration protocol and thus was not considered. Both these tasks were used to assess speech perception abilities.

3.4.4 Procedures

Data were collected in one or two visits at the parent's convenience, either at the implantation center, at the research center, or at home. All participants were assessed by an experienced speech-language pathologist (the first author). Some of the language data were collected by the speech-language pathologist who provided services at school or at the regional rehabilitation center, and were transmitted to the experimenter with the parents' consent. Data collection for each participant was completed within a month. We administered the tasks in a pseudo-randomized order: each child was asked to decide which task was going to be the first, the second, and so on. All tests were placed in separate carry bags. During breaks between assessment tasks, interviews with the parents were conducted. Parents received no financial compensation for their participation in the study.

3.4.5 Data analysis

Two levels of analysis were necessary to answer the first research question. The first level of analysis consisted of a descriptive characterization of the language performance of children with a CI compared with the normative sample of hearing children for each language test. For this purpose, we used standardized language measures only, because they allowed comparison with same-age or same-grade hearing children, and we computed measures of central tendency. The data were percentiles for receptive vocabulary (EVIP), expressive vocabulary (EOWPVT-R), and comprehension of concepts (WC subtest of the TACL-R), morphemes (GM subtest of the TACL-R), and syntactic constructions (ES subtest of the TACL-R). To determine what proportion of children obtained language levels within normal limits, we used the threshold of -1 standard deviation, which corresponds to a standard score of 85 or the 15th percentile in a normal distribution (a standard score of 100 with a standard deviation of 15, or percentiles from 15 to 85, is average for hearing children). Children were separated in 2 groups (Group A and Group B) according to the

language measures used as a function of age and grade. Receptive vocabulary was assessed in the total group, whereas for other measures (expressive vocabulary and comprehension of concepts, morphemes, and syntactic constructions), we tested only children older than 5 years of age, in order to make comparisons with the normative samples. Comprehension of concepts, morphemes, and syntactic constructions (each of the TACL-R subtests) were analyzed separately because they assess different types of language knowledge.

The second level of analysis involved the examination of individual patterns regarding the degree of conformity with the trends described in the first level analysis. This allowed for the observation of individual variability within the group results. We report the proportion of participants within the norm and of those below the norm and specific data for some of the participants.

To answer the second research question, we conducted a correlational analysis in the 2 subgroups of participants, separated according to chronological age at time of testing (Group A: 3 and 4 year old vs. Group B: 5 to 8 year old). First, raw scores of the general language measure (Reynell) were transformed into percentage correct. This was used as a measure of overall language performance. The percentage of correct responses was then correlated with four series of variables: 1) age at activation, chronological age and duration of device use, expressed in months; 2) functional use of the implant (percent correct on the MAIS and MUSS reports) and speech perception tasks; 3) socialization skills (standard scores on the VABS); and 4) language scores for standardized tests (percentiles on the EVIP, EOWPVT-R, and each subtest of the TACL-R). Statistically significant correlations were identified. We used non-parametric correlations (Spearman) to accommodate small sample sizes.

A second level analysis was also performed to examine individual performance in light of the statistically significant correlations that were found, in order to evaluate the

degree of congruence between the variables that are associated in individuals and in the group.

3.5 Results

3.5.1 Comparisons with the normative sample

3.5.1.1 Group results

Table III provides the mean percentile scores and standard deviations for the language measures. Means fell within normal range (i.e., between 15 and 85) for all measures. For receptive vocabulary (EVIP), the mean percentiles for the 2 subgroups (mean percentile for Group A = 27, and for Group B = 33.5) were not significantly different (non-parametric Mann-Whitney U procedure for two independent samples: $U = 81$; $p = .66$). The 2 subgroups of children performed – on average – within one standard deviation to the mean for same-age hearing children, according to the norms for EVIP. This indicates that both subgroups of children performed similarly in receptive vocabulary.

In Group B (Table III), mean percentiles for expressive vocabulary (EOWPVT-R) and comprehension of grammar (all three subtests of the TACL-R) were also within normal limits. Percentiles ranged from the lower limit of normal level (e.g., comprehension of syntactic constructions) to above the mean of the standardization sample (e.g., expressive vocabulary; comprehension of concepts).

Finally, in both subgroups, as well as for the whole group of 27 participants (Table III), standard scores for social skills were below the mean range for the standardization sample (i.e., between 85 and 115).

Table III. Language, Social, Auditory and Speech Scores for Group A (3-4 years), Group B (5-8 years), and Total Group (Percentiles, Standard Scores, or Percent Correct)⁸

Language skills (percentile)	3-4 years			5-8 years		total		% of children within normal limits
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
Receptive vocabulary (EVIP)	27	27	27.7	33.5	32.4	30.6	30	55.5% (15/27)
Expressive vocabulary (EOWPVT-R)	14	-	-	52.9	36.2	-	-	85.7% (12/14)
Comprehension of concepts (TACL-R/WC)	14	-	-	62.5	30.8	-	-	85.7% (12/14)
Comprehension of morphemes (TACL-R/GM)	14	-	-	27.1	34.1	-	-	42.8% (6/14)
Comprehension of syntactic constructions (TACL-R/ES)	14	-	-	19.8	27.8	-	-	35.7% (5/14)
<hr/>								
Social skills (standard score)	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
VABS Socialization	27	78.75	7.6	84.13	7.0	81.7	7.6	44% (12/27)
<hr/>								
Functional use of the implant (auditory and speech skills) (% correct)								
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
MAIS	27	91.04	6.6	97.33	2.6	94.5	5.7	
MUSS	27	73.43	22.5	95.58	7.3	85.2	18.9	
Words Closed set	26	92.1	9.0	95.71	5.9	94.2	5.9	
Sentences Open set	22	80.5	4.2	92.4	9.6	88.6	9.6	

Mann-Whitney *U* procedures for two independent samples were also computed for social, auditory, and speech measures in order to document differences between the two subgroups (Group A: 3-4 year old; Group B: 5-8 year old). Statistically significant

⁸ For language and social skills measures, normative mean percentile is 50 and normative mean standard score is 100.

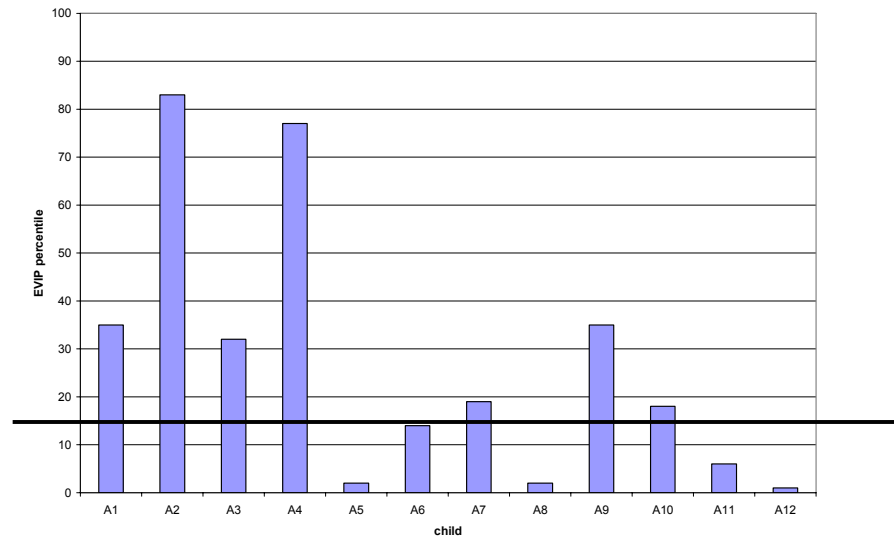
differences were found between the two subgroups for auditory skills (MAIS: $U = 38$ ($p < .01$), for meaningful use of speech (MUSS: $U = 14.5$ ($p < .01$), and for one of the two speech perception task (sentences open set: $U = 20.5$ ($p < .05$). No statistical difference was found for social skills and closed set speech perception task.

3.5.1.2 Individual patterns

Table III also presents the proportion of participants who attained scores within normal range for the standardization sample of the test. Figure 1 shows individual receptive vocabulary results illustrating the proportion of participants who attained normal-range scores and those who exhibited receptive vocabulary abilities below the norm for their age, in the 3 and 4 year old subgroup (Group A). Individual results for Group A reveal that 2 participants demonstrated well-above average performance in receptive vocabulary, whereas the scores of 4 children fell below the 10th percentile (A5, A8, A11, and A12). Three of these four children were using signs to support communication. In all figures, the thick horizontal line represents the -1 SD limit.

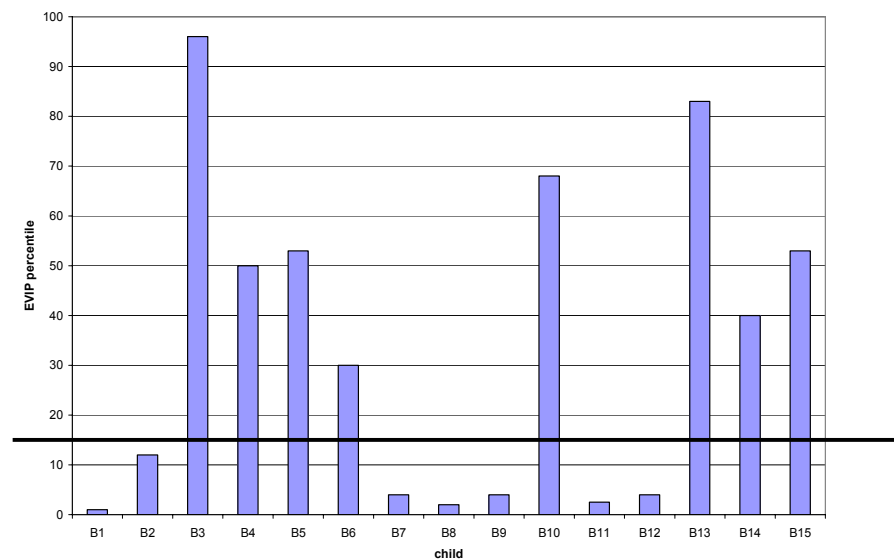
Individual receptive vocabulary results for the 5 to 8 years-old subgroup (Group B; Figure 2) revealed that six participants obtained a score at or above the 50th percentile, whereas six other participants obtained extremely low scores (below 10th percentile) Three participants were above the 60th percentile (B3, B10, B13).

Figure 1. Individual results 3 and 4 year old subgroup – standardized receptive vocabulary assessment (EVIP)



Note. Bold line indicates the 15th percentile.

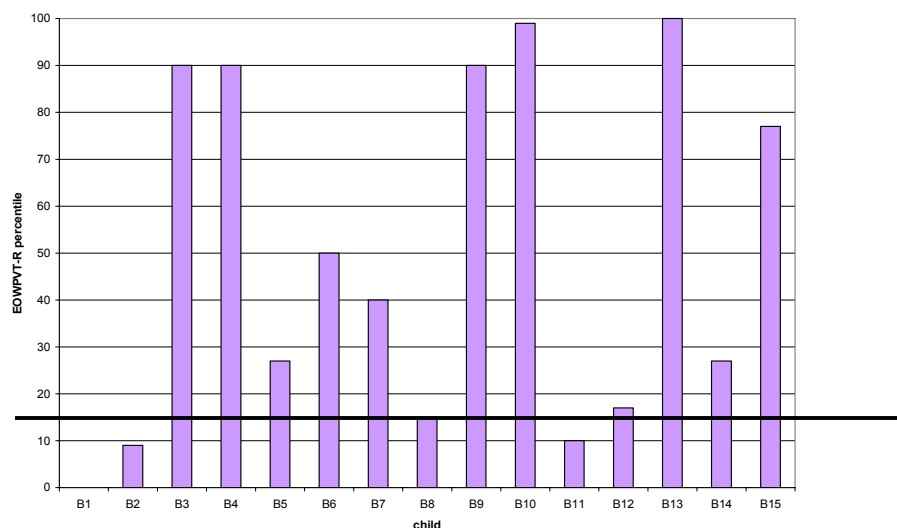
Figure 2. Individual results 5 to 8 years-old subgroup – standardized receptive vocabulary assessment (EVIP)



Note. Bold line indicates the 15th percentile.

Individual results in other language domains are presented in Figures 3 and 4. Figure 3 displays expressive vocabulary (EOWPVT-R) and Figure 4 illustrates results for the three aspects of receptive grammar that were assessed (comprehension of concepts, morphemes, and syntactic constructions). Due to circumstances unrelated to the study, child B1 was not tested on these measures; thus, the sample was composed of 14 participants on expressive vocabulary (EOWPVT-R) and receptive grammar (subtests of the TACL-R).

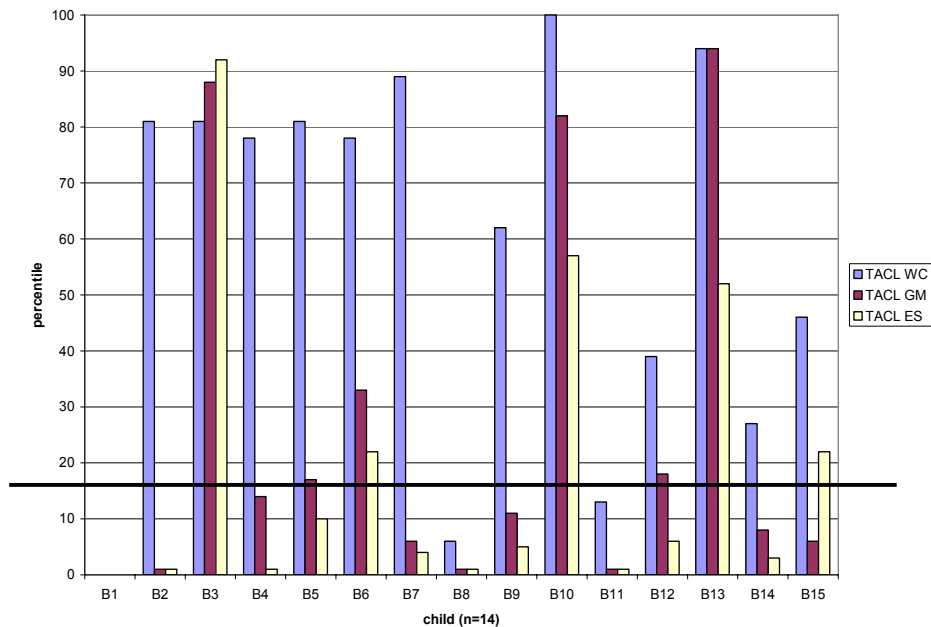
Figure 3. Individual results 5 to 8 years-old subgroup – standardized expressive vocabulary assessment (EOWPVT-R)



Note. Bold line indicates the 15th percentile.

In Group B, scores for twelve participants fell within normal limits, and 2 participants (B2 and B11) obtained scores below the norm. One of these 2 children relied on signs. Five were at the 90th percentile or above (B3, B4, B9, B10, and B13).

Figure 4. Individual results Group B (5 to 8 years) – standardized receptive grammar assessment (comprehension of concepts (TACL-R WC); comprehension of morphemes (TACL-R GM); comprehension of syntactic constructions (TACL-R ES))



Note. Bold line indicates the 15th percentile.

As a group, the participants exhibited language levels within normal limits in all three areas of grammatical comprehension (subtests of the TACL-R), but mean percentiles on the three subtests varied widely: from above the 60th percentile (comprehension of concepts) to around the 30th percentile (comprehension of morphemes), to below 20th percentile (comprehension of syntactic constructions). This highlights important discrepancies between comprehension at the word level (WC subtest) and at the sentence level (GM and ES subtests). Two children showed extremely low performance on the whole test (B8 and B11); only 4 children demonstrated a performance within normal limits for the three subtests (B3, B6, B10, B13).

The patterns of individual data in children aged 5 to 8 years suggest four different profiles:

1. *all language components within normal limits*: B3, B6, B10 and B13 obtained scores within normal limits in all language tasks, both receptive and expressive; scores for B3, B10 and B13 were particularly high (above the 50th percentile) for all language tasks.

2. *general language delay*: scores for B2, B8 and B11 were below the norm for all language tasks, although B2 obtained overall low scores with an exceptionally high score in comprehension of concepts (TACL-R WC).

3. *normal lexical abilities with receptive grammar delay*: B4, B5, B14, and B15 obtained scores within normal limits at the level of the word (in receptive and expressive vocabulary, and also in comprehension of concepts (the WC subtest of the TACL-R is composed primarily of single words), but low scores only in the two tasks composed of sentence-level stimuli (comprehension of morphemes and syntactic construction).

4. *discrepancies across language domains*: B7, B9, and B12 obtained very low scores in receptive vocabulary and in the two receptive grammar tasks involving sentences (comprehension of morphemes and syntactic constructions); these 3 participants reached normal limits in expressive vocabulary and comprehension of concepts.

3.5.2 Variables associated with language outcomes

Bivariate correlations (Spearman) were computed for the 2 subgroups of CI recipients, between language measures, variables related to age and timing (age at activation, duration of use, chronological age at the time of testing), variables related to auditory and speech achievement, socialization, and language measures. Correlations

between general measures of receptive and expressive language (RDLS) and the other sets of variables are summarized in Table IV.

Table IV. Correlations (Spearman) Between Receptive and Expressive General Language Measure (RDLS) and Variables Related to Age, Functional Use of the Implant and Social Skills (r_s coefficients)

	Receptive		Expressive	
	Group A (3-4 years)	Group B (5-8 years)	Group A (3-4 years)	Group B (5-8 years)
Age variables (months)				
Age at test	.084	.381	-.470	.425
Age at activation	-.176	.085	-.168	.310
Duration of use	.394	.368	-.130	.225
Social skills (standard score)				
VABS Socialization subscale	.347	-.467	.801**	-.774*
Functional use of the implant (auditory and speech skills; % correct)				
MAIS	.270	-.426	.608*	-.159
MUSS	.244	.499	.758**	.577*
Words closed set	.509	.385	.464	.415
Sentences open set	.118	.813**	.342	.662**

* $p < .05$

** $p < .01$

In both subgroups, there was no significant correlation between the results on the general language measure (both receptive and expressive parts of the RDLS) and age at activation, duration of use, or chronological age at the time of testing. In Group A, positive correlations were statistically significant between expressive language (RDLS) and meaningful use of speech (MUSS) and auditory integration (MAIS). In addition, a strong

positive correlation was found between expressive language and socialization. These results suggest that children with greater use of auditory input in everyday life and with better social skills also tended to exhibit better expressive language skills.

In Group B, no association with any of the age related variables were found. However, we found a statistically significant positive correlation between meaningful use of speech (MUSS) and expressive language (RDLS), suggesting that children who make more functional use of speech in everyday situations tend to demonstrate higher expressive language abilities. In contrast to Group A, auditory integration (MAIS) scores were not significantly correlated with general language measures, possibly due to a ceiling-effect (MAIS mean percent correct was 97% in this subgroup). Language abilities were rather associated with the performance on open set sentence identification: both receptive and expressive general language scores were significantly associated with scores on this task. This result suggests that children with higher auditory skills tended to demonstrate higher language levels. A negative association found between social skills and expressive language was surprising: examination of individual scores for both tasks revealed that 50% of the participants in this subgroup obtained high overall language scores (over 90% correct) along with particularly low socialization standard scores (below 83). This result suggests that conversely to the 3 and 4 year old children, children between 5 and 8 years of age with low social skills do not necessarily demonstrate low expressive language levels. Several correlations greater than .4 (i.e., considered fairly strong) were not statistically significant. This is likely due to the small sample size.

Additional correlations between standardized measures of language achievement and auditory, speech, and social skills were conducted (Tables V and VI).

Table V. Correlations (Spearman) Between Standardized Language Measures and Variables Related Functional Use of the Implant (auditory and speech skills) and Social Skills (r_s coefficients)

Standardized Measure	Receptive vocabulary (EVIP) (Group A $n = 12$)	Receptive vocabulary (EVIP) (Group B $n = 15$)	Expressive vocabulary (EOWPVT-R) (Group B $n = 14$)	Compre- hension of concepts (TACL-R WC) (Group B $n = 14$)	Compre- hension of morphemes (TACL-R GM) (Group B $n = 14$)	Compre- hension of syntactic constructions (TACL-R ES) (Group B $n = 14$)
Social skills (standard score)						
VABS (Socialization subscale)	.813**	-.162	-.081	.240	.035	-.142
Functional use of the implant (auditory and speech skills; % correct)						
MAIS	.734**	-.027	.067	.412	.356	.258
MUSS	.681*	.139	.401	-.132	.510	.281
Words closed set	.636*	.499	.459	.219	.449	.599*
Sentences open set	.591	.633*	.838**	.216	.543*	.483

* $p < .05$

** $p < .01$

In the 3-4 years subgroup (Group A), strong positive correlations were found between receptive vocabulary and variables related to social skills and functional use of the device (Table V), thus confirming that children aged 3 and 4 years with better receptive vocabulary also tend to demonstrate a high level of performance in other domains of development.

In group B (5-8 years), both speech perception tasks were more highly correlated with language scores than the other variables. Several correlations greater than .4 did not reach statistical significance. The open set sentence identification task was significantly correlated with expressive vocabulary ($r_s = .838$; $p < .01$) and comprehension of grammatical morphemes ($r_s = .543$; $p < .05$).

Table VI. Correlations (Spearman) Between Standardized Language Measures in Group B (5-8 years)

Standardized Measures	Expressive vocabulary (EOWPVT-R) ($n = 14$)	Comprehension of concepts (TACL-R WC) ($n = 14$)	Comprehension of morphemes (TACL-R GM) ($n = 14$)	Comprehension of syntactic constructions (TACL-R ES) ($n = 14$)
Receptive vocabulary (EVIP)	.697**	.640*	.726*	.751**
Expressive vocabulary (EOWPVT-R)		.571*	.742**	.682**
Comprehension of concepts (TACL-R WC)			.567*	.555*
Comprehension of morphemes (TACL-R GM)				.820**

* $p < .05$

** $p < .01$

Finally, as shown in Table VI, all language measures were significantly associated. This suggests that a particular child should be expected to exhibit a similar performance among various language domains, and thus demonstrate a relative uniformity in language gains. This result is consistent with individual profiles of both “all language components within normal limits” and “general language delay”.

3.5.3 Individual performance: validation of group trends and developmental profiles

A second level analysis was performed to examine individual patterns in light of the correlation results, in order to evaluate the degree of congruence between the variables that are associated (or not associated) in individuals and in the group.

Participants in Group A (Figure 1) who obtained the highest scores in receptive vocabulary (above 30th percentile) were not necessarily received those who had received the implant at the youngest ages (Table 1), nor did they have the longest duration of use. However, it is interesting to note that participants in this subgroup who received the implant after the age of 24 months (A5, A6, A8, and A10) scored below the 20th percentile on receptive vocabulary. Participants who obtained the highest scores on receptive vocabulary also obtained high scores for meaningful use of speech and auditory integration (above 85%) and their standard scores on the socialization measure were also above group mean. Surprisingly, social skills were particularly low in the 3-4 years subgroup of children (the mean standard score was 78.75: see Table II). Participants with the lowest socialization scores (A5, A10, A11, and A12) also obtained particularly low scores on other measures, including meaningful use of speech, overall language performance, and receptive vocabulary. It is interesting to note that these 4 participants are those who were using signs to communicate. The child who received a second implant (A9) did not outperform other children in this group. Generally, individual results seem to validate the significant associations found in group results (Table IV).

In Group B, the two extreme profiles (language within normal limits and general language delay) were not associated with age at activation or duration of CI use, thus validating the correlational analysis. Participants whose scores on all language components were within normal limits (B3, B6, B10, and B13) were not those who received their

implant at the youngest ages and they had not had the longest duration of use. In addition, the child who had a period of normal hearing, but was also affected by meningitis, a serious condition (B6 had meningitis at age 12 months), did not outperform other children in this group who were the same age and had a similar duration of use. We carried out correlations with and without B6 and found no difference in the results.

Participants whose language scores were within normal limits also showed high scores on the (non-standardized) general language measure, meaningful use of speech, and open-set sentences. However, B3, B10, and B13 demonstrated social skills below normal range. Participants in the general language delay profile (B2, B8, and B11) did not necessarily receive the implant at later ages. Furthermore, 2 of the 3 participants with general delay also demonstrated low scores on the open-set sentence task. These 3 participants showed normal-range social skills despite an overall low performance on the language measures. One child in this profile used some signs to communicate (B2).

In summary, individual developmental patterns in Group B show a certain level of congruence with the total group results but the degree of consistency is higher than for Group A. However, the younger group was not assessed on as many language aspects as the older group; this situation may have influenced the results for each subgroup.

3.6 Discussion

Regarding our first research question, whether children who received a cochlear implant at an early age can achieve language levels corresponding to that of hearing age-mates, the group data findings suggest that language levels were within normal limits in all standardized language measures. Based on previous research suggesting that receiving a cochlear implant around age 2 leads to the attainment of language levels on par with hearing similar-age peers after a certain duration of implant use (Svirsky et al., 2004), we

expected to find that early cochlear implant fitting promotes language development. However, the individual patterns of language achievement give more detail to the general findings: four different profiles emerged from the data. For some children ($n = 4$) all language components were within normal limits: these children obtained scores within normal limits on all language tasks, receptive and expressive, lexical and grammatical. The second group ($n = 3$) demonstrated a *general language delay*: these children obtained scores below normal range in all language tasks. Between these two extremes was a third profile, *normal lexical abilities with receptive grammar delay*, that included children ($n = 4$) who obtained scores within normal range at a word level (receptive and expressive vocabulary, and comprehension of single words expressing concepts) and below the norm at a sentence level (comprehension of sentences assessing grammatical morphemes and syntactic constructions). The fourth profile is somewhat atypical with *discrepancies across language domains*: this profile is composed of participants ($n = 3$) with very low scores in receptive vocabulary and comprehension of morphemes and syntactic constructions but within normal range scores in expressive vocabulary and comprehension of concepts.

Language achievement profiles have been reported in pediatric cochlear implant literature infrequently. Few researchers have attempted to characterize various levels of language development in a single group of children. Szagun (2000) grouped similar Mean Length of Utterances (MLU) growth curves for 10 children, obtaining 4 MLU progress profiles. The same investigator explored individual differences in a larger group of 22 children who received a CI and also formed 4 subgroups with similar MLU progress (Szagun, 2001). In a small-scale study, Fenander and Redmond (2006) hypothesized several possible developmental profiles for the course of acquisition of finite verb morphology in children with CIs; however, none of their six participants perfectly fitted the predicted profiles. Finally, some other studies did not report specific profiles within relatively homogenous groups, although the data could be interpreted in terms of profiles. For example, in a study by Kane et al., (2004), children who obtained low scores on the

Communication and Symbolic Behavior Scales (CSBS; Wetherby & Prizant, 1993; standard scores of 85 or less) also tended to show low Reynell scores, although correlations for the whole group of 18 participants did not reach statistical significance.

What factors might be associated with the profiles observed in this study? Many factors influence performance with a CI, for instance a supportive family, gender, communication mode, educational placement, and cognitive abilities (Geers, 2006; Molina, Huarte, Cervera-Paz, Manrique & Garcia-Tapia, 1999). Evolution of CI technology and device adjustments (e.g., number of electrodes activated, accuracy of the mapping) are also often cited as sources of variability, along with age at implantation, age at onset of deafness, and duration of device use (Geers, 2006; Geers et al., 2007). As reported above, children in the language within normal limits profile were not necessarily those who received their implant at younger ages. On the other hand, 2 of the 3 children with general language delay obtained low scores in the open set speech perception task. Did they struggle with the task because of limited language, or did they show a particular difficulty with auditory processing that may have impeded language development? Sarant, Blamey, Cowan, and Clark (1997) suggest that open set scores might be limited by vocabulary and grammar knowledge, based on their findings with 3 children enrolled in a language remediation program. In the current study, the parents of B11 reported that their child received very few auditory training sessions after the early rehabilitation program, and B2 was enrolled in a school for the deaf, where the primary mode of communication is Sign Language. In the whole group of participants ($n = 27$), the five children who were using some signs (not necessarily Sign Language, but rather the use of speech accompanied with signs) all obtained low receptive vocabulary scores, although tests were administered in simultaneous speech and sign for these participants. Do they continue to rely on signs because they have an underlying language impairment that impedes acquisition? We cannot answer this question based on our current data. However, Hawker, Ramirez-Inscoc, Bishop, Twomey, O'Donoghue, & Moore (2008) have found that some children with cochlear

implants demonstrate disproportionate language impairment likely due to some underlying disorder unrelated to deafness.

The language profiles observed do not appear to be related to gender, type of implant, or school environment. Regarding parental involvement, all parents participated actively in the 3-month intensive rehabilitation program after implant surgery, but no data was available regarding their subsequent and current involvement. Examination of the medical history of each participant, as reported by the parents, revealed no particular medical condition that might have affected language performance in any profile.

The observation that a higher proportion of participants attained normal range scores in expressive vocabulary (12/14 in Group B) than in receptive vocabulary (15/27 in both groups) has rarely been reported in other research. Brackett and Zara (1998) reported a 35 month gain on the PPVT (the English version of EVIP) and a 53 month gain on EOWPVT-R over a three-year period. Young and Killen (2002) found that expressive vocabulary was a particular area of strength in children with five years of cochlear implant use. The apparent superiority of expressive over receptive vocabulary may be attributed to the fact that Quebec French norms for EOWPVT-R were established as a function of school grade whereas EVIP was standardized as a function of chronological age, although EOWPVT-R norms take chronological age into account to a certain degree (two series of norms were established according to month of birth). Some participants in the study were therefore slightly older than the average age for a given school grade although, as reported above, one child in the study have repeated a class; nevertheless, results on the EOWPVT-R may overestimate expressive vocabulary relative to a specific chronological age.

In three of the four language profiles that emerged from the data, comprehension of sentences was impaired in contrast to relatively intact vocabulary skills. These findings are consistent with research on French syntax in deaf individuals (Delage and Tuller, 2007).

These researchers have found that French-speaking adolescents with mild-to-moderate hearing loss had particular difficulties in expressive grammar and grammatical judgment tasks. Tuller (2000), in a study on morpho-syntactic aspects of language in individuals with a prelingual hearing loss, found a dissociation between lexical morphemes and grammatical morphemes, in presence of a relatively intact lexical knowledge. The findings of the present study are also in agreement with research suggesting that morphosyntactic abilities are vulnerable to a delayed exposure to language (Neville & Mills, 1997).

The findings are consistent with the hypothesis of a specific morphosyntactic deficit that has been raised in studies of children with specific language impairment (SLI) and children with mild-to-moderate hearing impairment. Norbury, Bishop, & Briscoe (2001), proposed, although various studies differ on the underlying causes of the deficit, that children with SLI acquire grammar following the same sequence as children with typical development but with a delay (see for example Leonard, 1998; Rice, 2000; Rice & Wexler, 1996). However, according to Hage (2006), if language development in children with a cochlear implant follows the path of typical language development in hearing children, it would then be sufficient to expose the deaf child, by means of teaching, to a certain quantity of syntactic structures, and to expect that such exposition would subsequently translate into comprehension and production of any syntactic structure. The real challenge faced by deaf children is going beyond the understanding and producing particular utterances and sentence structures to which they have been exposed or that they have been taught (Hage, 2006). This author proposed that errors in morphology and syntax are to be expected in deaf individuals, because these language aspects are more difficult to teach than is vocabulary. Conversely, Svirsky, Stallings, Lento, Ying, and Leonard (2002) found that the acquisition of English grammatical morphology (noun plurals, uncontractible copula (*i.e.*, “to be” as main verb), and regular past tense) by children with cochlear implants was influenced by the perceptual prominence of the morphological markers, thus suggesting that language development follows a different developmental sequence when

the input is altered compared to that of normally hearing children. However, difference between French and English morphology limit the generalization of these findings the context of children learning French. Nevertheless, it would be of interest to explore differences in language difficulties across groups of French-speaking children with cochlear implants, with mild-to-moderate hearing loss, and with SLI, in order to better characterize language impairment in each of these groups of children. Research on French-speaking children with SLI suggests that many morphological difficulties noted in studies of English-speaking children with SLI are not part of the language profile in French-speaking children with SLI (Elin Thordardottir & Namazi, 2007). In a very recent study, Hawker et al. (2008) found that the typical language performance in children with CIs resembled that of hearing children with SLI. Based on these results and on the results of the current study, the question of whether some children have a language impairment that accompanies the auditory deficit or they have language impairment because of their auditory deficit merits further exploration.

The second research question dealt with factors associated with language levels attained by children in our sample. As expected, age at implantation was not strongly associated with language achievement, as shown by correlations and examination of individual performances. This finding may be due to the relatively narrow age range at the time of cochlear implant activation across the participants. Furthermore, although not directly tested, the findings suggest that the variables that were more strongly associated with language achievement may shift over the course of development: in the 3 and 4 year old subgroup (Group A), the general language measure was most strongly correlated with social skills and functional use of the device, whereas in the 5 to 8 years-old subgroup (Group B), the general language measure was most strongly associated with open-set sentence recognition task. Correlations between social skills and language level were also found in the younger group; it is thus possible that either good social skills support

language development, or that good language abilities, because they help increasing opportunities to interact, stimulate the development of social skills.

A negative correlation was found between social skills and expressive language abilities in the 5 to 8 years-old group: this is a somewhat puzzling finding. There may be a dissociation between the two different communicative contexts that were assessed (language skills in a structured setting vs. socialization skills in everyday situations). In a study by Geers et al. (2003), children with CIs generally scored at normal levels in higher proportions on tasks based on spontaneous language samples compared to language comprehension assessed with a formal test. Alternatively, it is possible that the advanced items of the VABS Socialization subscale implicate communicative abilities (e.g., making friends or using words to express emotions) more directly than do earlier-appearing items. Communicative behaviours in different contexts may function in parallel in younger children and tend to dissociate according to the context when children get older. We cannot resolve this question based on the data alone but we find it interesting that both subgroups, children aged 3 to 5 years (Group A) and children aged 5 to 8 years (Group B), obtained low socialization scores. Bat-Chava et al., (2005), although suggesting an improvement in social development after cochlear implantation, report variable outcomes across children and remaining social difficulties several years after implantation. The contribution of cochlear implants to the social integration of children with hearing impairments is yet to be determined.

A secondary purpose of the current study was to deploy two levels of data analysis: in examining individual patterns as well as group performance, it was possible to refine group trends and, as expected, to reveal different developmental profiles. Cochlear implant studies often report on relatively small samples; extreme performances may thus be masked by group results. This methodological issue has been discussed in research with populations of children with disabilities (Olsson, 2005), and children with prelingual hearing loss

(Mogford, 1993). The group trend can be considered robust when a majority of participants demonstrate a performance that follows this trend and weak when a large proportion of participants diverge from the trend. In this study, the group pattern of general normalization of language, expressed in group means for the various language measures, cannot be generalized to individual participants. However, the examination of individual results allowed us to observe different profiles and thus to obtain a more accurate and complete description of language achievement in this group of children.

Our findings suggest that receiving a cochlear implant between the age of 1 and 2 does not ensure normal language levels at 5 years of age, or after 4 or 5 years of experience with the implant. Half of the children in this study attained language levels within normal limits, and some of them exhibited above average levels. However, a proportion of the participants demonstrated language deficits, even though none of the children had other disabilities and all had received intensive rehabilitation. This resonates with a study by Geers et al. (2003), who found that between 27% and 72% of children aged 8 and 9 years-old who received a CI before the age of 5 performed at normal levels in various language tasks. However, recent literature now suggests that implantation prior to 12 months of age may have a normalizing effect (*i.e.*, allowing normal development) on language (Dettman, Pinder, Briggs, Dowell, & Leigh, 2007).

Finally, this study highlights the importance of the two levels of data analysis that added finer distinctions to group results and the observation of four language achievement profiles. Consequently, researchers must remain cautious in their interpretation of group results when small and medium-sized samples are involved.

3.7 Clinical implications

The finding of discrepancies between comprehension at the word and sentence level, suggest that professionals involved with children with cochlear implants (e.g., speech-language pathologists, teachers) should be cautious not to over-emphasize intervention at the single word level and to intervene at the sentence level as well. If, as Hage (2006) pointed out, comprehension and production of the morphosyntactic aspects of sentences are indeed more difficult to teach than vocabulary or single words, it would then be appropriate to develop specific intervention strategies to stimulate the development of higher levels of sentence complexity in certain children.

A better understanding of language development in this population will allow professionals to adjust assessment protocols and to improve intervention programs in clinical and educational settings. The establishment of accurate prognoses on post-implant language development will help parents to establish appropriate expectations regarding the linguistic development of their deaf child with a cochlear implant.

3.8 Limitations of the study and future research directions

The formal language assessment measures used in this study do not fully capture the linguistic behaviour of a given individual. The use of spontaneous language samples would yield additional information and contribute to a more representative picture of actual linguistic abilities than formal testing alone (Nicholas & Geers, 2006). Non-verbal cognitive level and the presence of other disabilities were used as selection criteria in order to minimize the impact of these confounding variables. Nonetheless, generalization of the findings is limited to monolingual children with early cochlear implantation and no other disabilities.

We did not collect specific data on parental education and the socioeconomic status of each family involved in the study. LeNormand, Parisse, & Cohen (2008) have mentioned that this variable may have an influence on language development. In a study with French children with CIs, Ouellet (2006) demonstrated that children from high socioeconomic background made significantly better progress than those from low socioeconomic status on Mean Length of Utterance (MLU) measure on a 3-year period after cochlear implantation. These recent findings suggest that such factors should be taken into account in future studies.

Other potential confounds remained uncontrolled: although a somewhat standard practice (type, frequency, and duration of intervention) exists in rehabilitation services for children with cochlear implants in the province of Quebec, we have less information on the intervention offered in mainstream schools. In addition, we did not exclude from the analyses children who were using signs, children who were not congenitally deaf, and the child with two implants. As a consequence, the sample is more heterogeneous but, on the other hand, is more representative.

The use of correlational analysis documents the degree of association between variables but does not permit the establishment of causality relationships between these variables. In addition, the language profiles are rather intuitive than supported by a formal statistical analysis: a larger sample and/or more data points would have been necessary to conduct a cluster analysis in order to establish profiles and to analyse the factors that might be associated with the profiles (cluster membership).

Finally, the preschool subgroup of children (3 and 4 years-old) was not assessed on as many language aspects as the older subgroup (5 to 8 years-old) because of the limited standardized assessments available for the target group of children. Thus, the group

comparisons could not be carried out on every language measure; as a consequence, we remained unable to characterise Group A (3-4 years subgroup) into subtypes or profiles.

The findings of this study suggest avenues for future research. The current study used a transversal design; a longitudinal study would permit exploration of the evolution of language status over time (*i.e.*, whether language normalizes with age and maturation). Delage & Tuller (2007) explored this question in adolescents with mild-to-moderate hearing impairments and concluded that “language normalization does not generalize at adolescence in the context of mild-to moderate hearing loss” (p.1300). Additionally, the exact nature of the morphosyntactic difficulties that were found in our sample would require assessing the expressive aspect of morphology and syntax. Finally, the fact that group data differed from individual patterns of language achievement suggests further research is need to establish developmental subtypes in children with cochlear implants.

3.9 References

- Allum, J. H., Greisinger, R., Straubhaar, S., & Carpenter, M. G. (2000). Auditory perception and speech identification in children with cochlear implants tested with the EARS protocol. *British Journal of Audiology*, 34(5), 293-303.
- Anderson, I., Weichbold, V., Dhaese, P. S. C., Szuchnik, J., Sainz Quevedo, M., Martin, J., & al. (2004). Cochlear implantation in children under the age of 2 – what do the outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 425-431.
- Balkany, T. J., Hodges, A., Miyamoto, R. T., Gibbin, K., & Odabasi, O. (2001). Cochlear implants in children. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 34, 455-467.
- Bat-Chava, Y., Martin, D., & Kosciw, J. G. (2005). Longitudinal improvements in communication and socialization of deaf children with cochlear implants and hearing

- aids: Evidence from parental reports. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *46*, 1287-1296.
- Baumgartner, W. D., Pok, S. M., Egelierler, B., Franz, P., Gstoettner, W., & Hamzavi, J. (2002). The role of age in pediatric cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *62*, 223-228.
- Bergeron F. (1998). Développement d'une batterie de tests multimédias visant à évaluer les habiletés audiovisuelles de perception de la parole. *Canadian Journal of Rehabilitation*, *11(4)*, 182-183.
- Bertram, B. (2000). Assessment of the Outcomes Following Cochlear Implantation in Young Children. *Wilhelm Hirte Cochlear Implant Centre (CIC)*, Hannover, Germany. Retrieved June 14, 2008, from <http://www.acfos.org/publication/ourarticles/pdf/acfos3/bbertram.pdf>
- Brackett, D., & Zara, C. V. (1998). Communication outcomes related to early implantation. *American Journal of Otology*, *19*, 453-460.
- Carrow-Woolfolk, E. (1985). *Test for Auditory Comprehension of Language* (Revised Edition). Allen, TX: DLM Teaching Resources.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: Report on 10 patients. *Laryngoscope*, *115*, 445-449.
- Connor, C. M., Craig, H. K., Raudenbush, S. W., Heavner, K., & Zwolan, T. A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: Is there an added value for early implantation? *Ear and Hearing*, *27*, 628-644.
- Delage, H., & Tuller, L. (2007). Language development and mild-to-moderate hearing loss: Does language normalize with age? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*, 1300-1313.

- Duchesne, L., Bergeron, F., & Sutton, A. (2008). Language development in young children who received cochlear implants: A systematic review. *Communicative Disorders Review, 2*(2), 33-78.
- Dunn, L., Thériault-Whalen, C., & Dunn, L. M. (1993). *Echelle de vocabulaire en images Peabody* [Peabody Picture Vocabulary Test]. Toronto, Ontario, Canada: Psycan.
- Elin Thordardottir & Namazi, M. (2007). Specific language impairment in French-speaking children: Beyond grammatical morphology. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*, 698-715.
- Ertmer, D. J., Strong, L. M., Sadagopan, N. (2003). Beginning to communicate after cochlear implantation: Oral language development in a young child. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 46*, 328-340.
- Fenander, R., & Redmond, S. (2006, June). *Acquisition of finite verb morphology in pediatric cochlear implant users*. Poster session presented at the Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI.
- Fink, N. E., Wang, N-Y., Visaya, J., Niparko, J. K., Quittner, A., Eisenberg, L. S., et al. (2007). Childhood development after cochlear implantation (CdaCI) study: Design and baseline characteristics. *Cochlear Implants International, 8*(2), 92-116.
- Fitzpatrick, E., Brewster, L. (2008). Pediatric cochlear implantation in Canada: Results of a survey. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology, 32*(1), 29-35.
- Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D., Gantz, B. J., & Woodworth, G. G. (1997). 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.
- Gardner, M. F. (1985). *Expressive One-Word Picture Vocabulary Test*. Novato, CA: Academic Therapy Publications.
- Geers, A. E. (2006). Spoken language development in children with cochlear implants. In P. E. Spencer and M. Marschark (Eds.), *Advances in the spoken language*

- development of deaf and hard-of-hearing children* (pp. 244-270). New York: Oxford University Press.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Moog, J. S. (2007). Estimating the influence of cochlear implantation on language development in children. *Audiological Medicine*, 5, 262-273.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and hearing* (Suppl.), 24, 46S-58S.
- Gobeil, S., Bourdages, C., & Bergeron, F. (1996). French translation of MUSS and analysis of its relationship with a clinical measure of speech use in a group of children using multichannel cochlear implant. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 20, 12-21.
- Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière. (1995). *Épreuve de compréhension de Carrow-Woolfolk, adaptation française du Test of Auditory Comprehension of Language-R* [Test for Auditory Comprehension of Language]. Montréal, Québec, Canada: Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec.
- Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière. (1995). *Test de dénomination EO-WPVT-R de Gardner, adaptation française du Expressive One-Word Picture Vocabulary Test-R* [Expressive One-Word Picture Vocabulary Test]. Montréal, Québec, Canada: Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec.
- Hage, C. (2005). De la communication au langage: développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde [From communication to language: Spoken language development in the child with a profound hearing impairment]. In C. Transler, J. Leybaert, & J. É. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp.121-146). Marseille: Solal Éditeur.
- Hawker, K., Ramirez-Inscoc, J., Bishop, D. V. M., Twomey, T., O'Donoghue, G., & Moore, D. R. (2008). Disproportionate language impairment in children using cochlear implants. *Ear and Hearing*, 29, 467-471.

- Holt, R. F., & Svirsky, M. A. (2008). An exploratory look at pediatric cochlear implantation: Is earliest always best? *Ear and Hearing, 29*, 492-511.
- Kane, M. O., Schopmeyer, B., Mellon, N. K., Wang, N., & Niparko, J. K. (2004). Prelinguistic communication and subsequent language acquisition in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 130*, 619-623.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, 111*(Suppl. 189), 69-73.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Ying, E. A., Perdew, A. E., & Zuganelis, H. (2002). Cochlear implantation in young children: Effects of age at implantation and communication mode [monograph]. *Volta Review, 102*(4), 127-144.
- Laferrière, M., Tremblay, G., Hubert, U., & Bergeron, F. (2003). Normalisation d'une batterie de tests d'évaluation des habiletés auditives [Normalization of an auditory skills assessment battery]. Québec, Canada: Institut de réadaptation en déficience physique de Québec.
- LeNormand, M.-T., Parisse, C., & Cohen, H. (2008). Lexical diversity and productivity in French preschoolers: Developmental, gender and sociocultural factors. *Clinical Linguistics and Phonetics, 22*, 47-58.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with specific language impairment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004a). Advantages of cochlear implantation in prelingual deaf children before 2 years of age when compared with later implantation. *Laryngoscope, 114*, 1462-1469.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004b). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: The importance of early implantation. *Acta Otolaryngologica*(Suppl. 552), 55-63.

- McConkey-Robbins, A. M. (2000). Rehabilitation after cochlear implantation. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear implants: Principles and practices* (pp. 323-367). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Robbins, A. M., Todd, S., Riley, A., & Pisoni, D. B. (1997). Speech perception and speech intelligibility in children with multichannel cochlear implants. In I. Honjo & H. Takahashi (Eds.), *Cochlear implant and related sciences update. Advances in Otorhinolaryngology* (pp.198-203). Basel, Switzerland: Karger.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Seghal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta oto-laryngologica*, 119, 219-224.
- Miyamoto, R. T., Houston, D. M., Kirk, K. I., Perdew, A. E. & Svirsky, M. A. (2003). Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta Otolaryngologica*, 123, 241-244.
- Miyamoto, R. T., Svirsky, M. A., & Robbins, A. M. (1997). Enhancement of expressive language in prelingually deaf children with cochlear implants. *Acta Otolaryngologica*, 117, 154-157.
- Mogford, K. (1993). Oral language acquisition in the prelinguistically deaf. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language Development in Exceptional Circumstances* (pp.110-131). Hove, UK, Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mondain, M., Sillon, M., Vieu, A., Levi, A., Reuillard-Artières, F., Deguine, O., et al. (2002). Cochlear implantation in prelingually deafened children with residual hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 63, 91-97.
- Neville, H. J., & Mills, D. L. (1997). Epigenesis of language. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 3, 282-292.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2006). Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear and Hearing*, 27(3), 286-298.

- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2007). Will 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.
- Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S., & O'Donoghue, G. M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 130*, 629-633.
- Norbury, C. F., Bishop, D. V. M., & Briscoe, J. (2001). Production of English finite verb morphology: A comparison of SLI and mild-moderate hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 165-178.
- Nott, P., Cowan, R., Brown, P. M., & Wigglesworth, G. (2003). Assessment of language skills in young children with profound hearing loss under 2 years of age. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 8*, 401-421.
- Novak, M. A., Firszt, J. B., Rotz, L. A., Hammes, D., Reeder, R., & Willis, M. (2000). Cochlear implants in infants and toddlers. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 109*(Suppl.), 46-49.
- Olsson, C. (2005). The use of communicative functions among pre-school children with multiple disabilities in two different setting conditions: group versus individual patterns. *Augmentative and Alternative Communication, 21*, 3-18.
- Ouellet, C. (2006). *Acquisition du langage chez les enfants avec implant cochléaire*. [Language acquisition in children with a cochlear implant]. Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal.
- Reynell, J. K., & Gruber, C. P. (1990). *Reynell Developmental Language Scales*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Rice, M. L. (2000). Grammatical symptoms of specific language impairment. In D. M. V. Bishop & L. B. Leonard (Eds.), *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome*. Hove, U.K.: Psychology Press.

- Rice, M. L., & Wexler, K. (1996). Toward tense as a clinical marker of specific language impairment in English-speaking children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 1239-1257.
- Robbins, A. M., Bollard, P. M., & Green, J. (1999). Language development in children implanted with the CLARION cochlear implant. *The annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 108(Suppl. 177), 113-118.
- Robbins, A. M., Green, J. E., & Waltzman, S. B. (2004). Bilingual oral language proficiency in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 130, 644-647.
- Robbins, A., & Osberger, M. J. (1990). *Meaningful Use of Speech Scale*. Indiana University School of Medicine, Indianapolis, IN.
- Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Berry, S. W. (1991). Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children. *American Journal of Otolaryngology*, 12(Suppl.), 144-150.
- Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Osberger, M. J. (1998). *Common Phrases Test*. Indianapolis, Ind: University School of Medicine.
- Roid, G., & Miller, L. (1997). *The Leiter International Performance Scale-Revised*. Wood Dale, IL: Stoelting Co.
- Sarant, J. Z., Blamey, P. J. Cowan, R., & Clark, G. M. (1997). The effect of language knowledge on speech perception: What are we really assessing? *The American Journal of Otolaryngology*, 18(Suppl. 6), S135-S137.
- Schauwers, K., Gillis, S., Daemers, K., De Beukelaer, C., De Ceulaer, G., Yperman, M., et al. (2004). Normal hearing and language development in a deaf-born child. *Otolaryngology & Neurotology*, 25, 924-929.
- Schauwers, K., Gillis, S., & Govaerts, P. (2005). Language acquisition in children with a cochlear implant. In P. Fletcher & J. F. Miller (Eds.), *Developmental Theory and Language Disorders*. (pp. 95-119). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.

- Serry, T. A., & Blamey, P. J. (1999). A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 42*, 141-154.
- Sparrow, S. S., Balla, D. A., & Cicchetti, D. V. (1984). *Vineland Adaptive Behavior Scales, interview edition*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Spencer, P. E. (2004). Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: Child, family, and linguistic factors. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 9*, 395-412.
- Svirsky, M. A., Stallings, L. M., Lento, C. L., Ying, E., & Leonard, L. B. (2002). Grammatical morphological development in pediatric cochlear implant users may be affected by the perceptual prominence of the relevant markers. *The annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 119*(Suppl.), 109-112.
- Svirsky, M. A., Teoh, S., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at implantation. *Audiology & Neurootology, 9*, 224-233.
- Szagan, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants: A developmental psycholinguistic approach. *Audiology & Neurootology, 5*, 39-47.
- Szagan, G. (2001). Language acquisition in young German-speaking children with cochlear implants: Individual differences and implications for conceptions of a “sensitive phase”. *Audiology & Neurootology, 6*, 288-297.
- Tomblin, J. B., Barker, B. A., Spencer, L. J., Zhang, X., & Gantz, B. J. (2005). 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.
- Tuller, L. (2000). Aspects de la morphosyntaxe du français des sourds. [Aspects of French morpho-syntax in deaf individuals]. *Recherches linguistiques de Vincennes, 29*, 143-156.

- Tyler, R. S., Fryauf-Bertschy, H., Kelsay, D. M., Gantz, B. J., Woodworth, G. P., & Parkinson, A. (1997). Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *117*, 180-187.
- Waltzman, S. B., Cohen, N. L., Gomolin, R. H., Green, J. E., Shapiro, W. H., Hoffman, R. A., et al. (1997). Open set speech perception in congenitally deaf children using cochlear implants. *American Journal of Otology*, *15*, 9-13.
- Wetherby, A. M., & Prizant, B. M. (1993). *Communication and Symbolic Behavior Scale*. Chicago, Illinois: Applied Symbolix.
- Young, G. A., & Killen, D. H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, Laryngology*, *111*, 802-10.
- Zimmerman-Phillips, S., Robbins, A. M., Osberger, M. J. (2001). *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*. Sylmar, California: Advanced Bionics Corp.

3.10 Author Note

This research was conducted as part of a doctoral dissertation by the first author at University of Montreal. Some of the data discussed in this article were presented at the 2007 American Speech-Language and Hearing Association (ASHA) Convention. We wish to thank all the children and families who took part in this study. We are grateful to the professionals in the Cochlear Implant Program at Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (Quebec City, Canada) and to the speech-language pathologists of Institut Raymond-Dewar (Montreal, Canada) and Centre de réadaptation InterVal (Trois-Rivières, Canada).

3.11 Funding

Doctoral scholarships (to L.D.) from Social Sciences and Humanities Research Council of Canada [752-2007-1228], Fonds québécois de recherche sur la société et la culture [121751], and Institut de réadaptation en déficience physique de Québec.

Chapitre 4 : Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire

Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire

Louise Duchesne, M.A., M.O.A., Ann Sutton, Ph.D., François Bergeron, Ph.D.,
et Natacha Trudeau, Ph.D.

Université de Montréal, Institut de réadaptation en déficience physique de Québec et
Université Laval

Article en préparation en vue d'une soumission à :

Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie (RCOA)

Adresse de correspondance :

Louise Duchesne, M.O.A., Institut de réadaptation en déficience physique de Québec,
525, boul. Wilfrid-Hamel, Québec, QC, Canada, G1M 2S8;
Tél: 418-529-9141, poste 6119; Télécopieur: 418-529-3548;
Courriel: louise.duchesne@umontreal.ca

4.1 Résumé

Cette étude examine le développement du vocabulaire expressif précoce de onze enfants sourds qui ont reçu un implant cochléaire à un âge moyen de 15 mois. La version québécoise du questionnaire Mots et énoncés des *Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication* (IMBDC) a été remplie par les parents. La taille et la composition du vocabulaire des enfants sourds avec implant ont été comparées à celles de l'échantillon normatif. Les résultats montrent qu'en ce qui a trait à la taille du vocabulaire, les enfants avec implant ont obtenu des scores d'âge équivalent supérieurs à l'âge auditif (durée de port) mais inférieurs à l'âge chronologique. Les premiers mots des enfants avec implant ont été comparés à ceux des enfants entendants en ce qui concerne la distribution grammaticale et au contenu du lexique, pour établir quels étaient les mots communs et spécifiques aux enfants avec implant et aux enfants entendants. La distribution des mots dans les catégories grammaticales était relativement semblable chez les enfants avec implant et les enfants entendants. De plus, seules de légères différences ont été observées entre les enfants avec implant et les entendants quant à la variété lexicale à l'intérieur de chaque catégorie grammaticale. Ces résultats suggèrent que lorsque mesuré à un moment précis du développement et à taille de lexique égale, le profil lexical des enfants avec implant ressemble à celui des enfants entendants. Cette étude appuie la notion que l'implant cochléaire en bas âge peut favoriser un développement lexical qui se rapproche de la normale tant au plan quantitatif (nombre de mots) que qualitatif (variété lexicale).

4.2 Introduction

L'implant cochléaire a changé de manière irrémédiable les attentes des parents – et des professionnels de la communication et de ses troubles – par rapport au développement du langage des enfants sourds profonds. En effet, l'implant cochléaire reçu en bas âge permet à de plus en plus d'enfants sourds profonds nés dans des familles entendant d'atteindre des niveaux de langage qui s'approchent, voire rejoignent, les limites de la normale des enfants qui n'ont pas de perte auditive (Connor, Craig, Raudenbush, Heavner & Zwolan, 2006 ; Kirk, Miyamoto, Lento et al., 2002 ; Manrique, Cervera-Paz, Huarte & Molina, 2004 ; Nicholas & Geers, 2006 ; Svirsky, Teoh, & Neuburger, 2004 ; Tomblin, Barker, Spencer, Zhang, & Gantz, 2005, Duchesne, Sutton, & Bergeron, sous presse).

Pour l'enfant qui présente un développement typique, l'apprentissage du langage se fait naturellement sans besoin d'entraînement ; le langage s'acquiert de manière incidente, dans l'environnement naturel. L'enfant sourd risque toutefois de montrer une atteinte au plan du développement du langage. Que ce soit avec des prothèses auditives ou un implant cochléaire, l'enfant n'est pas en mesure de saisir de façon incidente l'ensemble des informations verbales transmises par le discours ambiant, ni d'ailleurs de saisir la totalité des informations auditives et verbales même lorsque le discours lui est directement adressé, et ce, particulièrement dans les premiers mois de port de l'appareil. En effet, pendant cette période, le système auditif central prendrait le temps de s'acclimater au nouvel input auditif, ce qui pourrait affecter la trajectoire de développement du langage (Tomblin et al., 2005).

Malgré la précocité de l'intervention visant la mise en place de l'implant, l'exposition au langage de l'enfant qui naît avec une surdité sévère ou profonde se trouve néanmoins retardée si l'on compare à un enfant qui entend depuis sa naissance et qui, même s'il ne parle pas avant l'âge d'un an, entend tous les jours les sons du langage

ambiant⁹. Ce déficit initial de perception auditive crée une succession de déficits à d'autres niveaux de traitement (affectant par exemple la perception des contrastes phonétiques, la capacité à segmenter le flot de parole, l'association de schémas sonores à des objets et actions précis ; Kuhl, Conboy, Padden, Nelson, & Pruitt, 2005) et par conséquent, amène des difficultés au plan de l'acquisition du langage. Bien qu'à long terme, les enfants sourds porteurs d'un implant soient, dans une large proportion, capables de développer le langage oral, ils présentent des retards dans l'acquisition. Certains chercheurs notent que l'ampleur du retard de langage présent au moment de l'arrivée de l'implant tend à persister dans le temps (Svirsky et al., 2004), et ce, malgré le fait que le rythme d'acquisition du langage, une fois l'implant mis en place, peut se rapprocher, voire dépasser, le rythme attendu chez un enfant entendant avec un développement langagier typique (Kirk et al., 2002). La recherche auprès d'enfants qui présentent divers degrés de perte auditive, y compris de degré léger, semble suggérer que plusieurs composantes du langage, dont le vocabulaire, seraient particulièrement vulnérables (c'est-à-dire susceptibles de subir un développement dysharmonieux) s'il y a un délai dans l'exposition précoce au langage (Davis, Elfenbein, Schum & Bentler, 1986; Gilbertson & Kamhi, 1995; Stelmachowicz, Pittman, Hoover & Lewis, 2004), ce qui entraîne un retard dans l'acquisition. De plus, la recherche a montré des liens entre la capacité à discriminer les phonèmes à travers le flot de parole et l'acquisition lexicale précoce (Briscoe, Bishop, & Norbury, 2001 ; Werker, 2003).

En définitive, les enfants qui reçoivent un implant sont soumis à un contexte particulier d'exposition au langage : après une période variable de privation auditive ayant entraîné une privation langagière, l'implant cochléaire fournit une entrée qui, certes, augmente considérablement l'accès auditif au langage oral, mais n'offre pas un accès au

⁹ Un enfant sourd dont les parents sont également sourds a toutes les chances de traverser les mêmes étapes d'acquisition à la même vitesse qu'en enfant entendant de parents entendants (Pettito, 1994). Toutefois, environ 90% des enfants sourds naissent dans des familles dont tous les membres sont entendants.

signal acoustique aussi riche et complet qu'une audition normale (Lederberg & Spencer, 2005 ; Svirsky et al., 2004 ; Szagun, 2000).

Alors que la recherche auprès des enfants sourds profonds a généralement démontré l'existence de retards dans plusieurs composantes du langage, certaines études ont aussi révélé des déviations dans le développement de celui-ci (Osberger, 1986). Certaines des déviations observées ressemblent à des manifestations retrouvées dans les *dysphasies* ou troubles primaires du langage (Norbury, Bishop & Briscoe, 2001). Il y a donc lieu de se demander si l'acquisition du langage pour les enfants avec implant suit les mêmes tendances que pour les enfants entendants. L'étude des ressemblances et différences dans l'acquisition apparaît primordiale à l'établissement de frontières entre développement typique et atypique à l'intérieur des populations dites « régulières » (Kail & Bassano, 2000) ; elle l'est également pour les populations cliniques, dont celle des enfants porteurs d'un implant. Une meilleure compréhension de la situation d'acquisition du langage de ces enfants par rapport au développement typique peut non seulement jeter un éclairage sur les concepts de retard et trouble de langage, mais aussi offrir une contribution aux débats théoriques entourant les facteurs qui influencent l'acquisition tels que l'exposition auditive, l'exposition au langage, les habiletés linguistiques innées et les facteurs cognitifs ou sociaux.

4.2.1 Développement typique du vocabulaire

Plusieurs ouvrages de référence sur l'acquisition du langage soulignent que les enfants qui ont un développement typique produisent leur tout premier mot entre l'âge de 12 et de 14 mois (Clark, 1998). Selon une étude menée en France, les enfants francophones produisent en moyenne 50 mots lorsqu'ils atteignent l'âge de 17 ou 18 mois (Kern, 2003). À l'âge de 27 mois, on peut s'attendre à ce que les enfants produisent en moyenne autour de 200 mots (Boudreault, Cabirol, Trudeau, Poulin-Dubois & Sutton, 2007). À ce stade

précoce de l'acquisition lexicale, la variabilité inter-individuelle demeure très importante (Bates, Dale, & Thal, 1995 ; de Boysson-Bardies, 1999), notamment entre l'âge de 21 et 28 mois (Boudreault et al., 2007). Un large pan de recherche indique que de fortes corrélations sont observées entre le développement lexical et le développement grammatical (Bates & Goodman, 1997; Bates & Marchman, 1988). De fait, certains auteurs suggèrent que la taille du lexique est un prédicteur du développement grammatical subséquent (Bates & Goodman, 1997; Dale, Dionne, Eley & Plomin, 2000). Par contre, d'autres suggèrent que la relation entre le lexique et la grammaire est plutôt bidirectionnelle, c'est-à-dire que les deux composantes ne sont pas nécessairement en relation de dépendance mais plutôt, s'influencent mutuellement (Dionne, Dale, Boivin & Plomin, 2003) ou se développent en synchronie (Dixon & Marchman, 2007). Quoi qu'il en soit, l'étude du vocabulaire précoce peut fournir une estimation du niveau de développement linguistique chez les populations qui présentent des difficultés d'acquisition du langage. Les premiers mots de vocabulaire produits constituent la première manifestation de l'accès au langage formel.

L'acquisition du vocabulaire a été largement étudiée chez les enfants avec un développement typique (Dale & Goodman, 2005 ; Hall & Waxman, 2004) et chez certaines populations ayant un développement atypique, notamment les enfants atteints du syndrome de Down et du syndrome de Williams, les enfants dysphasiques et les enfants qui présentent une lésion cérébrale (Bates & Goodman, 1997). On a également étudié le développement lexical chez les enfants ayant une déficience auditive (Mayne, Yoshinaga-Itano, Sedey, & Carey, 2000 ; Mayne, Yoshinaga-Itano, & Sedey, 2000). Les études sur le développement du vocabulaire chez les enfants sourds ont montré un rythme d'acquisition des mots correspondant à environ la moitié de celui d'enfants entendants, malgré le port de prothèses auditives ou d'implant cochléaire (voir Lederberg & Spencer, 2005, pour un tour d'horizon).

Chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire, les études se sont surtout attardées à comparer des âges équivalents de niveaux de vocabulaire, réceptif ou expressif, tels qu'évalués avec des épreuves standardisées (Brackett & Zara, 1998 ; Connor, Craig, Heavner, Raudenbush, & Zwolan, 2006 ; Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew, & Zuganelis, 2002 ; Spencer, 2004 ; Young & Killen, 2002), et ce dans le but de comparer le rythme d'acquisition lexicale entre les enfants sourds avec implant et les entendants. Quelques études ont examiné la taille du vocabulaire expressif et sa relation avec le développement grammatical subséquent (Szagun, 2000, 2001).

Jusqu'à maintenant, peu d'études ont cherché à décrire et à analyser les premiers mots du vocabulaire expressif des enfants porteurs d'un implant ; pourtant, le lexique risque d'être touché par un retard puisque l'enfant, même pourvu d'un implant, n'a pas autant d'accès qu'un enfant ayant une audition normale aux caractéristiques acoustiques de la parole, ce qui a pour conséquence de limiter le développement adéquat des habiletés de perception de la parole associées au développement lexical. On peut dès lors s'interroger sur l'impact d'une exposition retardée au langage, combinée à l'arrivée d'une entrée auditive qui n'est pas comparable à une audition normale, sur le développement du vocabulaire. On peut également se demander si la taille du vocabulaire (en termes de nombre de mots) chez les enfants avec implant correspond au niveau attendu selon l'âge chronologique ou encore selon l'âge auditif (durée de port).

Par ailleurs, dans le développement typique, la représentation en termes de catégories grammaticales produites, telles les noms, les verbes, les adjectifs, les mots grammaticaux (ou mots de fonction comme les pronoms et les déterminants), change à mesure que la taille du lexique augmente : les substantifs (noms) sont toujours fortement représentés mais les mots des autres catégories augmentent graduellement, alors que les mots utilisés dans les situations routinières (onomatopées et mots reliés aux jeux et routines sociales) et qui n'appartiennent pas à une catégorie grammaticale particulière, subissent une

forte baisse (Kern, 2003). De plus, la répartition du vocabulaire en catégories grammaticales peut montrer des variations selon la langue en voie d'être acquise (voir par exemple Caselli, Casadio & Bates, 1999 pour l'italien et Bassano, 1998, pour le français). Quand la taille du lexique atteint 200 mots, la proportion de verbes et d'adjectifs augmente. Les mots de *classe fermée* (ou mots de fonction comme les pronoms et les déterminants) ne deviennent fréquents qu'après que le seuil des 400 mots produits a été atteint (Goodman, Dale, & Li, 2008). Dans le cas des enfants porteurs d'un implant, l'étude de la production des premiers mots de vocabulaire et de la composition du lexique en termes de catégories grammaticales a reçu jusqu'ici peu d'attention de la part des chercheurs. On peut donc se demander si les proportions de mots qui se retrouvent dans chaque catégorie grammaticale ressemblent à celles qu'on retrouve chez les entendants qui ont un vocabulaire de taille semblable, mais aussi si les premiers mots acquis par les enfants avec implant sont les mêmes que ceux acquis par les enfants entendants.

En définitive, les cliniciens impliqués auprès des enfants qui ont reçu un implant pourraient grandement bénéficier d'une description approfondie du vocabulaire expressif de ces enfants afin de mieux cibler les objectifs d'intervention. De plus, quelle que soit sa relation avec le développement grammatical (en interdépendance ou en synchronie), le développement lexical précoce est une étape importante du développement linguistique. Il est essentiel d'obtenir un portrait du développement du vocabulaire expressif précoce chez les enfants qui ont reçu un implant cochléaire en bas âge, notamment pour raffiner le pronostic en termes de développement du langage chez ces enfants.

4.2.2 Aspects méthodologiques et cliniques

Il existe encore peu d'outils d'évaluation du langage standardisés en français pour les jeunes enfants (Trudeau, Frank, & Poulin-Dubois, 1999). De plus, il demeure difficile d'évaluer le langage chez les très jeunes enfants : non seulement les capacités d'attention et

de concentration que requiert la passation de tests structurés sont souvent insuffisamment développées chez le jeune enfant, mais aussi, le test employé doit être assez sensible pour mesurer des niveaux de langage relativement peu élevés. Ce dernier élément est particulièrement important dans le cas de populations qui présentent des retards de langage. Les épreuves formelles d'évaluation du langage permettent difficilement l'étude du langage sur un plan qualitatif, comme par exemple la composition du vocabulaire. En revanche, les outils d'évaluation qui sont composés de questionnaires aux parents permettent d'amasser des informations valides et détaillées sur le développement d'aspects spécifiques du langage (Fenson et al. 2006).

Le MacArthur-Bates Communicative Development Inventories (MBCDI ; Fenson et al. 1993) est un outil largement employé en recherche et en clinique. La validité, la fiabilité et l'efficacité de cet outil ont été démontrées auprès d'enfants ayant un développement typique et aussi auprès de populations variées montrant des difficultés au plan du langage, par exemple les enfants avec le syndrome de Down (Miller, Sedey, & Miolo, 1995), avec fissure palatine (Scherer & D'Antonio, 1995), avec lésion cérébrale (Thal et al., 1991), les enfants avec autisme (Luyster, Qiu, Lopez, & Lord, 2007) et les grands prématurés (Foster-Cohen, Edgin, Champion, & Woodward, 2007).

Le MBCDI a aussi été utilisé auprès d'enfants avec une déficience auditive ; ces études ont montré que les enfants présentant une surdité produisaient significativement moins de mots que les enfants entendants de même âge chronologique lors d'évaluations successives (Mayne, Yoshinaga-Itano, Sedey, & Carey, 2000 ; Mayne, Yoshinaga-Itano, & Sedey, 2000 ; Rinaldi & Caselli, 2008). Enfin, quelques études ont utilisé cet outil auprès de la population pédiatrique ayant reçu un implant cochléaire (Padovani & Teixeira, 2004 ; Stallings, Gao, & Svirsky, 2002 ; Szagun, 2001 ; Thal, DesJardin, & Eisenberg, 2007). Deux d'entre elles ont confirmé la validité de l'outil auprès de cette clientèle (Stallings et al., 2002 ; Thal et al., 2007) ; une autre a utilisé le MBCDI pour explorer le lien entre le

développement du vocabulaire et l'émergence de la grammaire (Szagun, 2001) : cette étude longitudinale, comportant un groupe d'enfants entendants apparié sur le niveau de langage (longueur moyenne des énoncés) au début de l'étude, a montré que 20 enfants avec une audition normale (plus jeunes que les enfants sourds en termes d'âge chronologique) avaient un vocabulaire significativement plus grand que 19 enfants avec un implant cochléaire, et ce, après 18 mois de suivi (mesures prises à tous les 4 mois et demi). Enfin, une dernière étude s'est intéressée à la composition du lexique précoce chez deux enfants qui ont reçu l'implant avant l'âge de 3 ans (Padovani & Teixeira, 2004). En fait, le MBCDI fait fréquemment partie des protocoles de recherche qui visent à caractériser et à prédire l'évolution langagière des enfants porteurs d'un implant (Fink et al. 2007 ; Thal et al., 2007). La présente étude est la première qui utilise les données normatives maintenant disponibles pour la version québécoise du MBCDI, l'Inventaire MacArthur-Bates du développement de la communication (IMBDC) (Trudeau et al., 2008) auprès d'une population qui présente des difficultés au plan de l'acquisition du langage.

4.3 Objectifs et hypothèses

L'objectif général de cette étude est d'examiner le développement du vocabulaire expressif précoce des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire. Le premier objectif spécifique est de comparer la taille du vocabulaire des enfants sourds avec implant à celle de l'échantillon d'enfants entendants ayant servi à établir les normes en français québécois pour le questionnaire Mots et énoncés du IMBDC, selon l'âge chronologique d'une part et l'âge correspondant à la durée d'expérience avec l'implant d'autre part, en attribuant un âge équivalent à la taille du vocabulaire. Il est attendu que la taille du vocabulaire soit influencée par l'âge au moment de la passation du questionnaire et par la durée de port de l'appareil, ces deux variables évoluant ensemble.

L'enfant qui reçoit un implant débute son exposition au langage en retard. Par conséquent les étapes de son développement linguistique risquent d'être décalées dans le temps. Selon l'âge au moment de recevoir l'implant, le retard de langage accumulé sera plus ou moins grand par rapport à un enfant entendant. Conséquemment, si l'on pose l'hypothèse que c'est principalement par l'accès auditif offert par l'implant que se met en branle le développement du vocabulaire on devrait s'attendre à ce que le nombre de mots produits corresponde plutôt à l'âge auditif (durée de port) qu'à l'âge chronologique, en fonction de la norme.

Le second objectif spécifique est de vérifier si la composition du lexique des enfants sourds porteurs d'un implant est similaire à celle des enfants entendants. Les premiers mots acquis dans chacune des catégories grammaticales par la majorité des participants à l'étude et par les enfants entendants seront comparés. Il sera ainsi possible d'observer les similitudes et les différences, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, entre les enfants avec implant et la norme des enfants entendants en ce qui a trait à la composition du vocabulaire pour une taille de lexique semblable (proportion de mots et contenu du lexique). Par ailleurs, le fait de regrouper les mots en catégories grammaticales permet d'obtenir des données qui peuvent être mises en relation non seulement avec d'autres études sur le développement du lexique, mais aussi avec des courants théoriques actuels en acquisition du langage chez les jeunes enfants.

Enfin, la relation entre la taille du vocabulaire expressif et les variables reliées à l'âge à l'activation et au degré d'habiletés auditives sera également examinée dans le but de déterminer si ces facteurs sont associés à la performance en vocabulaire expressif. L'âge au moment de l'activation est souvent considéré comme une variable d'influence sur le développement du langage chez les enfants qui reçoivent un implant cochléaire (Hay-McCutcheon, Pisoni, Kirk & Miyamoto, 2006). Toutefois, partant des résultats d'une autre étude menée auprès de la population québécoise francophone d'enfants porteurs d'un

implant cochléaire (Duchesne, Sutton, & Bergeron, sous presse), l'âge à l'activation ne devrait pas être associé à l'acquisition précoce du vocabulaire.

4.4 Méthodologie

4.4.1 Participants

Onze enfants (5 garçons et 6 filles) ayant une surdité bilatérale sévère à profonde et qui ont reçu un implant cochléaire entre l'âge de 8 et 25 mois (moyenne = 15,2 mois) dans le *Programme québécois pour l'implant cochléaire*¹⁰ ont participé à cette recherche. Ces enfants faisaient partie d'un échantillon de 43 enfants porteurs d'un implant qui ont été recrutés pour participer à une étude plus large visant à examiner le développement du langage chez les enfants qui ont reçu un implant cochléaire entre l'âge d'un et deux ans. Les enfants qui n'avaient pas le français comme langue maternelle, ceux qui présentaient d'autres déficits cognitifs ou langagiers susceptibles d'entraver le développement du langage et enfin, ceux qui avaient une insertion partielle des électrodes dans la cochlée, ont été exclus du processus de recrutement. Tous les participants avaient une surdité congénitale sauf deux d'entre eux, devenus sourds à la suite d'une méningite durant la période préverbale (le terme le plus largement usité dans la littérature en déficience auditive est toutefois celui de *prélinguistique*), c'est-à-dire avant l'apparition des premiers mots (voir tableau I). Les onze participants de la présente étude étaient âgés de 20 à 44 mois (moyenne = 34,3 mois) au moment de la cueillette des données. Ces onze participants ont reçu le questionnaire IMBDC Mots et énoncés : plusieurs d'entre eux dépassent l'âge maximal pour lequel le questionnaire a été conçu et normé. Or Stallings et al. (2002) de même que Thal et collaboratrices (2007), ont démontré que le IMBDC reste un outil valide pour décrire le langage d'enfants porteurs d'un implant cochléaire qui sont plus âgés que

¹⁰ Programme qui assure la sélection des candidats et les services hospitaliers pour l'ensemble de la population du Québec et les services de réadaptation pour la population de l'est de la province.

l'étendue d'âge couverte par les normes. De plus, Thal et collaboratrices (2007) ont suggéré que le questionnaire peut être approprié pour des durées d'expérience de port qui vont jusqu'à 36 mois.

L'étude a reçu l'approbation éthique des établissements impliqués dans le projet soit le Centre de recherche du CHU Ste-Justine et l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRD PQ). Les parents des enfants qui répondaient aux critères d'inclusion (avoir le français pour langue maternelle, ne pas avoir d'autre déficit, avoir reçu une insertion complète des électrodes dans la cochlée et avoir répondu au questionnaire IMBDC Mots et énoncés) ont été invités à participer à la présente étude. L'échantillon provenait de l'ensemble du territoire de la province de Québec et était représentatif de la diversité géographique et socioéconomique retrouvée dans la population des enfants porteurs d'un implant. Tous les participants à l'étude ont bénéficié d'un programme intensif de réadaptation (5 à 6 heures par semaine, à part à peu près égale entre l'audiologie et l'orthophonie) d'une durée de trois mois immédiatement après la programmation initiale de l'appareil ; après cette période intensive, tous ont continué de recevoir des services en audiologie et en orthophonie (au moins une heure par semaine en audiologie et une heure en orthophonie). Au moment de la cueillette des données, l'ensemble des enfants continuait de recevoir des services réguliers en audiologie (entraînement auditif) et orthophonie.

Les participants ont reçu leur implant entre 2003 et 2006 ; sept d'entre eux ont reçu un implant de marque Clarion (*Advanced Bionics*) et les quatre autres, un implant Nucleus (*Cochlear Corp.*). La durée de port de l'appareil se situait entre 8 et 35 mois (moyenne = 19,2 mois). Le tableau I présente les caractéristiques des participants. Au moment de la cueillette des données, tous les participants communiquaient exclusivement de manière orale. Il importe toutefois de souligner que dans le contexte de la réadaptation en déficience auditive auprès de la population francophone du Québec, les approches auprès des enfants sourds misent sur le développement précoce d'une capacité langagière de base, souvent

amorcée par le biais de la langue des signes chez les enfants sourds profonds, dès l'annonce du diagnostic. L'apprentissage des signes est perçu comme un adjuvant à l'apprentissage ultérieur du langage oral (Ruben & Schwartz, 1999). À l'arrivée de l'implant, l'intervention orthophonique intègre l'entrée auditive fournie par celui-ci comme un outil supplémentaire pour développer le langage dans sa globalité en évitant un changement abrupt de mode de communication (IRD PQ, 2004). Concrètement, une fois l'implant mis en place, des signes sont maintenus tant que l'enfant semble en avoir besoin et servent de support à l'apprentissage précoce du langage oral. Ainsi, tous les enfants qui ont participé à cette étude ont reçu une exposition au moins minimale aux signes et ont migré graduellement vers l'usage exclusif de l'oral.

De plus, tous les participants avaient des habiletés cognitives non-verbales dans les limites de la normale : soit ils ont obtenu un score standard supérieur à 85 au *Leiter International Performance Scale-Revised* (Roid, & Miller, 1997), soit ils ont été jugés dans la moyenne en fonction de leur âge chronologique par le par le psychologue de l'équipe du programme en déficience auditive et implant cochléaire de l'IRD PQ, qui a procédé à plusieurs séances d'observation et posé un jugement clinique sur le potentiel cognitif et intellectuel de l'enfant.

Enfin, les habiletés auditives ont été évaluées pour chacun des participants. L'échelle *Measure of Auditory Integration Scale (MAIS)* et sa version pour enfants plus jeunes *IT-MAIS* (Zimmerman-Phillips, Robbins, & Osberger, 2001), élaborés à l'Indiana University School of Medicine, est un rapport parental qui permet d'évaluer les habiletés auditives de l'enfant dans des situations réelles du quotidien. Chaque échelle contient dix situations, énoncées de façon informelle par l'évaluateur, que les parents sont invités à commenter. Un score sur 40 est ainsi obtenu.

4.4.2 Instrument de mesure du vocabulaire

La version pour le français québécois des *Inventaires MacArthur-Bates de développement de la communication* (IMBDC) est l'instrument de mesure principal de la présente étude. Deux versions sont disponibles selon l'âge de l'enfant : le questionnaire *Mots et gestes* (Trudeau, Frank, & Dubois, 1997), conçu pour les 8 à 16 mois, est composé de deux parties qui examinent la compréhension et la production de mots (Premiers mots) et de gestes symboliques et communicatifs (Actions et gestes). Le questionnaire *Mots et énoncés* (Frank, Poulin-Dubois, & Trudeau, 1997), conçu pour les 16 à 30 mois, comporte également deux parties, qui s'attardent à la production de mots (Mots qu'emploient les enfants) et à l'émergence de la grammaire (Énoncés et grammaire). Le parent complète le questionnaire adapté à l'âge de son enfant. Pour le questionnaire Mots et énoncés, le parent coche chacun des mots produits par son enfant. Cet outil peut être administré dans l'une ou l'autre des modalités de communication (oral ou signes). Une étude de normalisation comprenant quelque 1200 enfants francophones du Québec âgés de 8 à 30 mois a récemment été complétée (Trudeau & Boudreault, 2008). Les résultats préliminaires quant à la validité concordante et la validité prédictive indiquent que la version québécoise des inventaires MacArthur est un outil valide (Boudreault et al., 2007).

4.4.3 Procédures

Le questionnaire IMBDC Mots et énoncés était remis aux parents lors d'une visite d'évaluation et ceux-ci devaient le remplir (en spécifiant la modalité de communication de l'enfant, soit orale ou signée) puis le retourner par la poste à l'évaluatrice, dans une enveloppe déjà affranchie. Tous les parents ont retourné le questionnaire dans les trois semaines suivant l'évaluation de l'enfant. Les parents n'ont reçu aucune compensation, financière ou autre, pour leur participation au projet.

4.4.4 Traitement des données

En lien avec les objectifs poursuivis, la présente étude porte sur la section vocabulaire du questionnaire Mots et énoncés, qui comprend 664 mots répartis en 21 catégories (voir Boudreault et al., 2007, pour une description détaillée des catégories sémantiques).

Pour les analyses de la taille du vocabulaire en fonction de l'âge, les mots marqués par le parent comme étant produits oralement (tous les participants à l'étude communiquaient oralement au moment de la cueillette des données) ont été additionnés. Dans le cas des analyses plus détaillées sur la composition du vocabulaire, nous avons regroupé les mots selon leur catégorie grammaticale, soit : (a) des substantifs, (b) des verbes, (c) des adjectifs et (d) des mots de classe fermée (ou mots de fonction : pronoms, conjonctions, déterminants, prépositions, adverbes et mots-questions). Enfin, les catégories « effets sonores » et « jeux et routines » ont été définies comme « autre » parce que d'une part, il s'agit d'onomatopées et d'autre part, d'actions répétées et de mots sociaux n'appartenant pas nécessairement à une catégorie grammaticale précise. Les items du questionnaire Mots et énoncés se répartissent comme suit : 355 substantifs (53,5%), 109 verbes (16,4%), 60 adjectifs (9%), 99 mots de classe fermée (14,9%) et 41 items autres (6,2%).

4.4.5 Analyse des données

En lien avec le premier objectif, la taille du vocabulaire en fonction de l'âge (chronologique et auditif) a été établie. Les résultats obtenus au IMBDC par les enfants avec implant ont par la suite été comparés avec les données normatives : un âge équivalent à la taille du vocabulaire a été attribué à chaque enfant en établissant une concordance à partir du nombre médian de mots dans chacune des tranches d'âge de l'échantillon normatif. Les données normatives pour les âges supérieurs à 30 mois (31 à 36 mois) n'ont

finalement pas pu être utilisées parce que l'échantillon du IMBDC était de taille insuffisante.

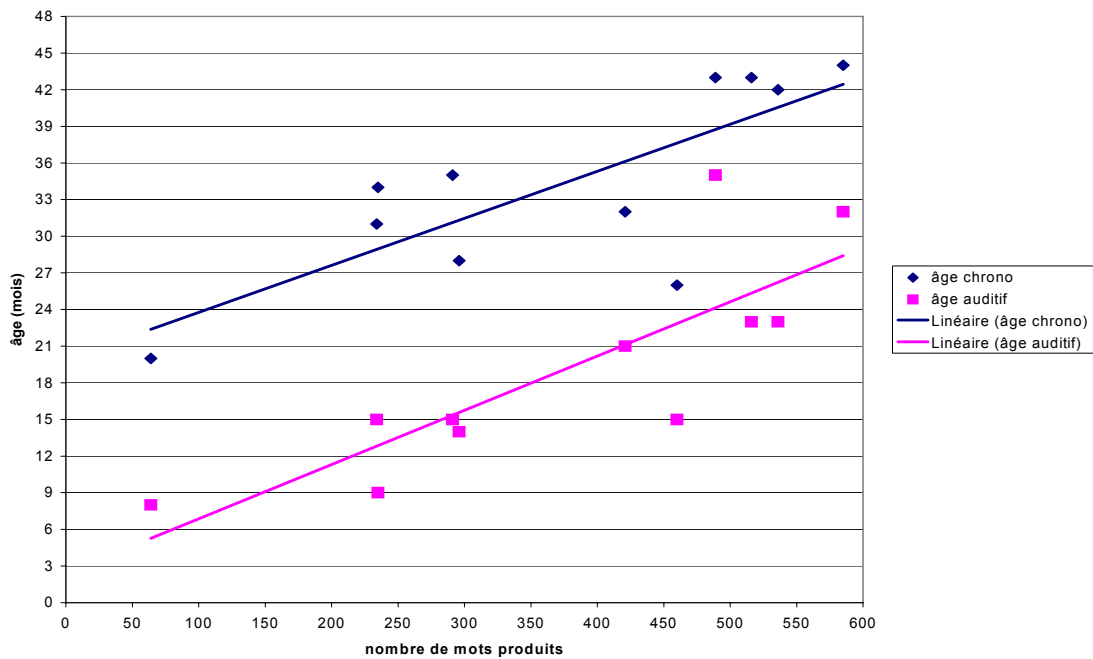
En second lieu, la distribution à travers les catégories grammaticales a été analysée en fonction de la taille du vocabulaire, pour l'ensemble des participants. Pour ce faire, nous avons dénombré les premiers mots acquis par la majorité des enfants avec implant (acquis par 9 des 11 enfants). Ces 189 premiers mots des enfants avec implant ont été comparés avec les 155 et les 216 premiers mots acquis par les enfants entendants : ces chiffres correspondent aux mots acquis par 90% des enfants entendants dans deux tranches d'âge distinctes, qui se situent de part et d'autre des 189 premiers mots des enfants avec implant (il n'y avait pas de correspondance parfaite du nombre de mots acquis chez les enfants avec implant et l'échantillon normatif). Par la suite, nous avons comparé les proportions de mots dans chaque catégorie grammaticale entre les 189 premiers mots des enfants avec implant et des 155 et 216 premiers mots des entendants, de même que le contenu du lexique dans chaque ensemble de mots, pour constater quels étaient les mots communs et spécifiques aux enfants avec implant de même qu'aux enfants entendants. Cette analyse de la distribution grammaticale en termes de proportions et de contenu avait pour but de constater les similitudes et différences entre sourds et entendants en ce qui a trait à la composition du vocabulaire pour une taille de vocabulaire à peu près semblable.

Enfin, en lien avec le troisième objectif, une analyse corrélacionnelle a été menée entre la taille du vocabulaire expressif et les variables reliées à l'âge à l'activation et au degré d'habiletés auditives (score au MAIS) ont été réalisées dans le but de déterminer précisément dans quelle mesure ces facteurs sont associés à la performance en vocabulaire expressif.

4.5 Résultats

Le nombre de mots produits par chacun des 11 enfants varie entre 64 et 585 mots (en moyenne 375). Tel qu'illustré dans la Figure 1, le nombre total des mots produits augmente généralement avec l'âge et, par conséquent, avec la durée de port. Il est à noter que c'est l'enfant le plus jeune (20 mois) et ayant la plus courte durée de port (8 mois) qui a produit le plus petit nombre de mots (64). C'est le seul enfant qui a produit moins de 200 mots.

Figure 1. Nombre de mots produits en fonction de l'âge chronologique et auditif ($n = 11$)



4.5.1 Comparaison avec la norme – âge équivalent à la taille du vocabulaire

Le tableau I indique l'âge équivalent auquel correspond la taille du vocabulaire de chaque enfant avec implant (« âge lexical équivalent »). Nous avons apparié avec la taille

médiane du vocabulaire dans l'échantillon normatif qui était la plus proche du nombre total de mots produits par chaque enfant avec implant

Tableau I : Participants : sexe, marque d'implant et stratégie de codage, âge à l'activation, âge chronologique, durée de port ; scores au MAIS et au IMBDC ($n = 11$)

Initiales*	Sexe	Âge chro- nolo- gique (mois)	Âge à l'acti- vation (mois)	Âge auditif (mois)	Marque d'implant	Stratégie de codage	Score MAIS (/40)	Nombre de mots produits	âge lexical équiva- lent [±]
DI	F	20	12	8	-	-	31	64	18
IT	G	26	11	15	Nucleus24RE	ACE1200	38	460	28
QK	F	28	14	14	Clarion90kHelix	Hi-Res- P/Fidelity120	31	296	24
BA	G	31	15	16	Clarion90kHelix	Hi-Res- P/Fidelity120	34	234	23
QE ^a	F	32	11	21	Clarion90k	Hi-Res-P	40	421	27
YR	G	34	25	9		Hi-Res-P	30	235	23
HD	F	35	20	15	Nucleus24RE	ACE2400	34	291	24
ZE	F	42	19	23	Nucleus24RE	ACE1200	40	536	29
AH	F	43	20	23	Clarion90kHelix	Hi-Res-P	36	516	29
WY ^b	G	43	8	35	Clarion90k	Hi-Res-P	39	489	28
BX	G	44	12	32	Clarion90k	Hi-Res-P	39	585	30
moyenne (é.-type)		34,3** (7,9)	15,2 (5,2)	19,2** (8,6)			35,6 (3,8)	375 (162)	25,7** (3,6)

* initiales générées aléatoirement

^améningite à l'âge de 9 mois

^bméningite à l'âge de 5 mois

[±]âge équivalent selon la taille médiane du vocabulaire dans l'échantillon normatif (Trudeau et al., 2008).

** différences statistiquement significative entre l'âge chronologique, auditif et équivalent : $p < .01$ (test des rangs de Wilcoxon)

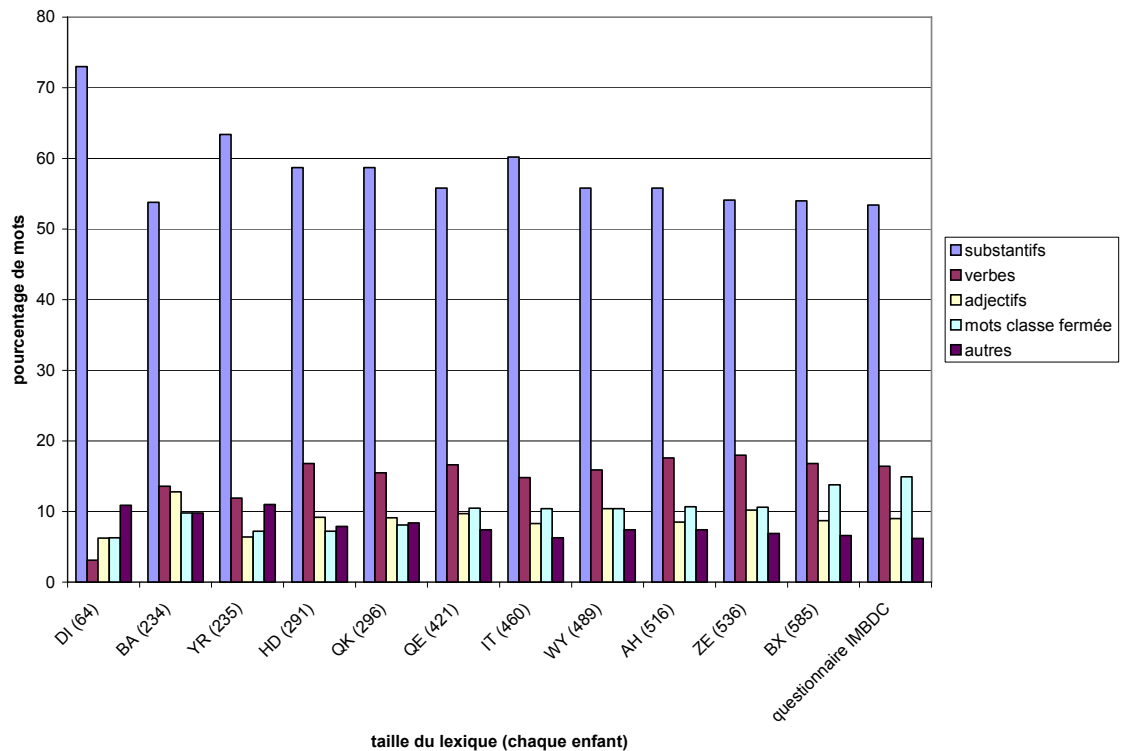
Un test de Wilcoxon (procédure non-paramétrique) révèle une différence statistiquement significative ($z = -2.805$; $p = .005$) entre l'âge chronologique et l'âge lexical équivalent : l'âge lexical équivalent est significativement plus bas que l'âge chronologique (la moyenne de la différence est de 10 mois). Le même test effectué avec l'âge auditif révèle également une différence significative entre l'âge lexical équivalent et l'âge auditif ($z = -2.363$; $p = .018$).

Ces résultats illustrent que l'âge lexical équivalent est plus bas que l'âge chronologique mais plus élevé que l'âge auditif. On peut ainsi en conclure que les enfants avec implant montrent un retard par rapport à la norme en fonction de l'âge chronologique mais pas en fonction de l'âge auditif.

4.5.2 Analyse quantitative de la distribution grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire

Tel qu'illustré dans la Figure 2, on observe d'abord que de manière très générale, la représentation grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire est assez similaire et relativement proche de celle du questionnaire Mots et énoncés dans son ensemble (colonne à l'extrême droite de la Figure 2). Pour l'ensemble des enfants, on observe ainsi une forte représentation des substantifs et des proportions relativement stables dans les autres catégories, spécialement quand le lexique atteint les 300 mots (enfant HD et les suivants). La proportion des mots grammaticaux reste petite peu importe la taille du vocabulaire. Ce schéma de développement est semblable à celui retrouvé dans l'étude de Kern (2003), qui porte sur le développement lexical des enfants français de 16 à 30 mois à partir du questionnaire MBCDI.

Figure 2. Composition grammaticale du lexique en fonction de sa taille ($n = 11+$ ensemble du questionnaire)



Par ailleurs, les mots acquis par 9 des 11 enfants porteurs d'un implant sont au nombre de 189. Nous avons établi des comparaisons entre ces 189 premiers mots des enfants avec implant et les 155 et 216 premiers mots des entendants en ce qui a trait à la distribution grammaticale et au contenu du lexique dans chaque ensemble de mots, pour constater quels étaient les mots communs et spécifiques aux enfants avec implant et aux enfants entendants. Le Tableau II présente la comparaison des proportions de mots de chaque catégorie grammaticale acquis par les enfants avec implant et par les enfants de l'échantillon normatif au moment où les premiers 150 à 200 mots sont acquis dans les deux échantillons d'enfants.

Tableau II. Proportion de mots dans chaque catégorie grammaticale en fonction des premiers mots acquis

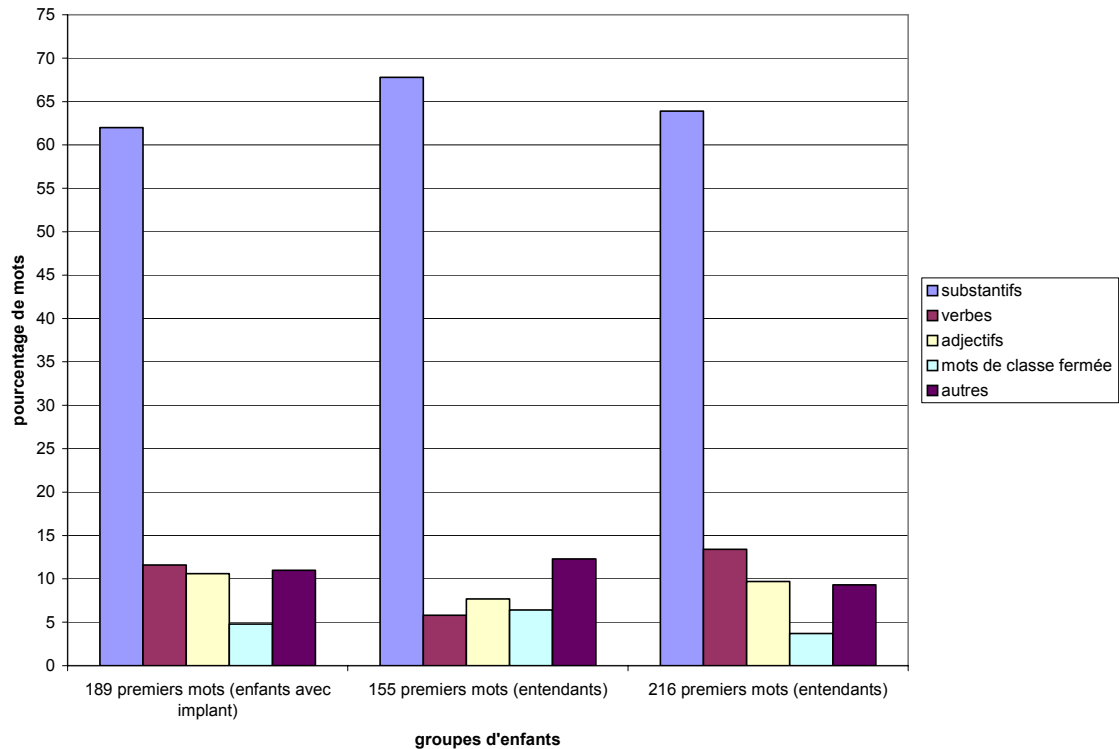
Catégorie grammaticale	189 premiers mots des enfants avec implant		155 premiers mots des enfants entendants		216 premiers mots des enfants entendants	
	mots acquis	% du total (/189)	mots acquis	% du total (/155)	mots acquis	% du total (/216)
Substantifs	117/355	62 %	105/355	67,8%	138/355	63,9%
Verbes	22/109	11,6%	9/109	5,8%	29/109	13,4%
Adjectifs	20/60	10,6%	12/60	7,7%	21/60	9,7%
Mots de classe fermée	9/99	4,8%	10/99	6,4%	8/99	3,7%
Autres	21/41	11 %	19/41	12,3%	20/41	9,3%
TOTAL	189/664	100 %	155/664	100 %	216/664	100 %

De manière très générale, l'examen du Tableau II révèle que la distribution des mots dans les différentes catégories grammaticales est relativement semblable entre les enfants avec implant et les enfants entendants. L'examen des proportions de mots à l'intérieur de chaque catégorie indique que les enfants avec implant semblent montrer un profil de vocabulaire qui ressemble davantage à celui des enfants qui ont acquis les 216 premiers mots (tranche d'âge de 30 mois) qu'à celui des enfants qui ont acquis les 155 premiers mots (tranche d'âge de 28 mois). Ainsi, on observe que la proportion de substantifs par rapport au total des mots, bien qu'assez semblable chez les enfants avec implant (62%) et les entendants, ressemble davantage au profil des 216 premiers mots (63,9%) qu'à celui des 155 premiers mots (67,8%). De même, la proportion de verbes chez les enfants avec implant (11,64%) ressemble davantage au profil des 216 premiers mots (13,4%); à l'intérieur des 155 premiers mots, on note un nombre singulièrement bas de verbes, soit 9 seulement (5,8%). Les enfants avec implant ont produit plus du double de verbes (22) et les enfants ayant acquis 216 mots en ont produit plus du triple (29). Les proportions d'adjectifs produits par les enfants avec implant (20) ressemble également davantage au profil entendant des 216 premiers mots (21). Les 155 premiers mots des entendants incluent un

nombre plus restreint d'adjectifs (12). En ce qui a trait aux mots de classe fermée (adverbes, prépositions, pronoms, déterminants) les proportions du total sont relativement similaires entre les enfants avec implant (4,8%) et les enfants entendants que ce soit à l'intérieur des 216 premiers mots (3,7%) ou des 155 premiers mots (6,4%). En termes de nombre, les enfants avec implant ont produit pratiquement autant d'items de classe fermée que les entendants. Toutefois, l'ensemble des enfants a acquis très peu de mots de classe fermée. Enfin, dans la catégorie « autres », les proportions sont très similaires entre les enfants avec implant et les entendants. La Figure 3 illustre la distribution grammaticale chez les trois groupes d'enfants.

Afin de déterminer s'il existait des différences entre les enfants avec implant et les deux groupes d'enfants entendants en ce qui a trait à la distribution des mots à travers les catégories grammaticales, nous avons procédé à une analyse statistique de ces distributions avec un test de Khi-deux ($\chi^2 = 8,543$; $dl = 8$). Celle-ci a clairement révélé une absence de différence significative entre les groupes ($p = .382$).

Figure 3. Pourcentage de mots acquis dans chacune des catégories grammaticales dans les 189 premiers mots des enfants avec implant et les 155 premiers mots et 216 premiers mots chez les enfants entendants



4.5.3 Analyse qualitative de la distribution grammaticale en fonction de la taille du vocabulaire

Le tableau III présente la comparaison détaillée des mots de chaque catégorie grammaticale acquis par les enfants avec implant et les enfants de l'échantillon normatif ayant la taille du vocabulaire la plus proche de celle des enfants avec implant, soit 216 mots (enfants de 30 mois).

L'examen du Tableau III révèle peu de différence en termes de contenu du vocabulaire dans la catégorie des substantifs : 103 substantifs sont communs aux enfants

sourds avec implant et aux enfants entendants. Il en va de même pour les mots hors-catégorie (effets sonores et jeux et routines), où 19 mots sont communs aux deux groupes. Une seule particularité est notée dans la catégorie des substantifs, en ce qui a trait à la catégorie sémantique des parties du corps (9 mots de cette catégorie sont communs aux enfants avec implant et aux enfants entendants mais 8 mots de plus sont produits par les entendants seulement). Dans la catégorie des adjectifs, on observe 14 mots en commun. Toutefois, on remarque que les enfants avec implant ont acquis 5 des 8 mots du questionnaire qui expriment des couleurs (blanc, jaune, noir, orange, vert) alors que deux couleurs seulement sont acquises dans les 216 premiers mots chez les entendants (bleu, rouge). Dans les autres catégories sémantiques, relativement peu de différences de contenu sont apparues. On remarque à nouveau que très peu de mots de classe fermée sont produits par l'ensemble des enfants : ce sont les enfants avec implant qui en produisent le plus (5).

Tableau III. Mots constituant les 189 premiers mots acquis par les enfants avec implant et les 216 premiers mots acquis chez les enfants entendants

Catégorie grammaticale	Mots propres aux enfants avec implant	Mots acquis communs			Mots propres aux enfants entendants	
Substantifs	lion	canard	grenouille	papillon	bibitte	
	singe	chat	lapin	poisson	ourson/toutou	
	bicyclette	cheval	mouton	poule	tortue	
	moto	chien	oiseau	souris	bulles	
	poussette	cochon	auto	vache	bloc	
	balle	éléphant	autobus	train	toutou	
	jouet	girafe	avion	tracteur		
			ballon	bateau	livre	chips
			cadeau	camion	crayon	poulet

Tableau III. (suite)

Catégorie grammaticale	Mots propres aux enfants avec implant	Mots acquis communs			Mots propres aux enfants entendants
	café	banane	eau	pizza	bedaine
	fraise	biscuit	fromage	poisson	bras
	œuf	bonbon	gâteau	pomme	doigt
		carotte	jus	raisin	fesses
		céréales	lait	soupe	joue
		chocolat	pain	spaghetti	jambe
		crème glacée	patate	yogourt	langue
			orange		tête
		foulard	bas	chapeau	pantalons
	genou	botte	couche	pantoufle	boîte
	arbre	chandail	manteau	pyjama	ciseaux
	clown	bobo	mitaine	soulier	photo
		bouche	dent	oreille	savon
		cheveux	main	pied	serviette
			nez	yeux	chambre
		brosse à dents			escalier
					salle de bain
		clé	cuillère	lunettes	piscine
		couteau	fourchette	mouchoir	balançoire
		chaise	lumière	poubelle	bonhomme de
		table	télévision	téléphone	neige
		eau	porte	bain	ciel
		étoile	fleur	lit	lune
		maison	neige	soleil	pluie
					fête

Tableau III. (suite)

Catégorie grammaticale	Mots propres aux enfants avec implant	Mots acquis communs			Mots propres aux enfants entendants
		magasin	nuage	maman	parc
		ami	dehors	monsieur	garçon
		bébé	grand-	papa	madame
		filles	maman	son propre	
			grand-papa	nom	
Total substantifs	14	103			35
Verbes	coller	aider	asseoir		aimer
	couper	attendre	boire		aller
	entendre	caler	briser/casser		arrêter
	glisser	fermer	laver		attacher
	tourner	regarder	manger		chanter
	travailler	sauter	tomber		courir
			jouer		danser
			marcher		donner
			ouvrir		dessiner
			pousser		finir
					pleurer
					taper
					vouloir
Total verbes	6	16			13
Adjectifs	blanc	beau/belle	doux		avoir mal
	fâché	bleu	fini		capable
	orange	bon	froid		faim
	jaune	brisé/cassé	mouillé		fatigué
	noir	chaud	rouge		haut
	vert	debout	parti		malade
		gros/grand	sale		petit
					peur

Tableau III. (suite)

Catégorie grammaticale	Mots propres aux enfants avec implant	Mots acquis communs		Mots propres aux enfants entendants
Total adjectifs	6	14		8
Mots de classe fermée	à côté en-haut encore beaucoup tantôt	où dans	en-bas par terre	à moi moi ici
Total mots de classe fermée	5	4		3
Autres	coin coin téléphone	bêêê meuh miaou allô bain bravo bye chut coucou	oh oh tchou tchou wouf wouf bonjour dodo caca/pipi merci non oui	bonne nuit s'il-vous-plaît
Total autres	2	19		1
TOTAL	33	156		60
		189 mots		216 mots

La même comparaison, effectuée avec les 155 premiers mots, révèle des tendances similaires, tant au plan des proportions que du contenu, à l'intérieur des catégories des substantifs, des adjectifs, des mots de classe fermée et des autres mots. Une différence notable existe toutefois entre les enfants avec implant et les entendants en ce qui a trait à la catégorie des verbes : alors que 6 verbes seulement sont communs aux deux groupes

d'enfants, 16 sont produits uniquement par les enfants avec implant et 3 autres apparaissent uniquement dans les 155 premiers mots des enfants entendants. Le tableau IV présente les verbes acquis chez les enfants avec implant comparativement aux enfants entendants (155 premiers mots).

Tableau IV : Verbes acquis chez les enfants avec implant faisant partie des 155 premiers mots chez les entendants

	propres aux enfants avec implant		communs	propres aux enfants entendants
Verbes	aider	glisser	asseoir	aimer
	attendre	jouer	boire	chanter
	caler	marcher	briser/casser	courir
	coller	ouvrir	laver	
	couper	pousser	manger	
	entendre	regarder	tomber	
	fermer	sauter		
	tourner	travailler		
Total	16		6	3

4.5.4 Lien entre la taille du vocabulaire et les variables reliées à l'âge à l'activation et au degré d'habiletés auditives

En dernier lieu, les associations entre la taille du vocabulaire et les variables reliées à l'âge à l'activation de l'appareil et aux habiletés auditives (score au IT-MAIS et MAIS) pour l'ensemble du groupe de participants ont été calculées. Étant donné le petit nombre de participants ($n = 11$), des corrélations de Spearman ont été utilisées. Aucune corrélation n'a été obtenue entre la taille du vocabulaire et l'âge au moment de l'activation de l'appareil ($r_s = -.192$). Toutefois, une forte corrélation a été obtenue entre le score au questionnaire d'habiletés auditives (IT-MAIS ou MAIS) et le nombre de mots produits ($r_s = .748$; $p =$

.008), suggérant que le bénéfice auditif obtenu avec l'implant est associé à la taille du vocabulaire expressif.

4.6 Discussion

Cette étude avait pour but de comparer le développement du vocabulaire expressif des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire avec le développement typique, à l'aide de la version québécoise de l'Inventaire MacArthur-Bates du développement de la communication (IMBDC). De manière générale, la taille du vocabulaire augmente à mesure que l'âge chronologique augmente, tel qu'attendu dans le développement typique (Bates et al., 1995 ; Boudreault et al., 2007 ; Kern, 2003). Ce résultat est confirmé par la forte corrélation significative trouvée entre le nombre de mots produits et l'âge au moment où le questionnaire a été rempli par les parents. En ce qui a trait à la représentation grammaticale, nous avons observé, indépendamment de la taille totale du vocabulaire, une plus forte représentation de substantifs que de mots des autres catégories (verbes, adjectifs, mots de classe fermée). De plus, les proportions de substantifs et de verbes ont tendance à subir une augmentation lorsque la taille du lexique passe de 0 à 100-150 mots, puis à se stabiliser, ce qui correspond tout à fait aux tendances du développement typique pour le français européen présentées dans Kern (2003). En outre, également à l'instar de Kern (2003), nous avons observé une diminution du nombre de mots « autres » (onomatopées et mots associés aux jeux et routines), assortie d'une stabilité dans la proportion des mots de classe fermée (déterminants, pronoms, adverbes, prépositions, conjonctions).

Ces résultats signifient que, lorsque mesuré à un moment précis du développement, le profil lexical des enfants qui ont reçu un implant en bas âge ressemble à celui des enfants entendants, à taille de lexique égale. De tels résultats concordent avec ceux de Warner-Czyz, Davis, MacNeilage, Matyear, & Tobey (2008), qui ont conclu que les enfants ayant reçu l'implant avant l'âge de deux ans produisaient moins de mots au total et moins de mots différents, dans des échantillons de langage spontané, par rapport à des témoins entendants

de même âge chronologique. Ces mêmes enfants avec implant montraient néanmoins une prédominance de substantifs, tout comme les entendants. Ces résultats convergent également vers ceux d'études longitudinales dont celle de Szagun (2001), qui a constaté que malgré la présence d'un retard des enfants sourds par rapport aux entendants en termes de nombre de mots produits, la courbe d'évolution lexicale était de forme semblable chez des enfants avec implant et un groupe apparié d'enfants entendants évalués avec la version allemande du MBCDI.

En lien avec le premier objectif spécifique de l'étude, qui visait à comparer les enfants porteurs d'un implant cochléaire aux normes du IMBDC, les résultats pour l'ensemble du groupe en ce qui a trait à l'âge lexical équivalent montrent que les enfants avec implant se situent généralement en avance sur leur âge auditif et en retard sur leur âge chronologique. Plus particulièrement, il semble que lorsque les enfants sont âgés de moins de 35 mois, leur niveau se rapproche davantage de leur âge chronologique. Inversement, les enfants âgés de plus de 35 mois montrent un niveau s'approchant davantage de leur âge auditif (voir tableau I) ; de plus, les cinq enfants du groupe qui ont les durées de port les plus courtes (entre 8 et 15 mois d'âge auditif) sont ceux qui montrent la plus grande avance sur leur âge auditif, sans égard à l'âge d'activation. Cet apparent rythme d'acquisition accéléré dans les premiers mois de port de l'implant a été fréquemment documenté dans la recherche, bien que les auteurs ne fournissent que très peu d'hypothèses explicatives de ce phénomène (voir notamment Robbins, Bollard & Green, 1999 et McConkey-Robbins, 2000a).

Un tel résultat pourrait aussi s'expliquer par le fait qu'au-delà d'un certain nombre de mots, l'acquisition ne suit pas un rythme aussi rapide qu'au début du développement lexical. Cette hypothèse a déjà été soulevée par Lederberg et Spencer (2005). Ces chercheuses ont comparé l'acquisition chez les entendants, les enfants sourds de parents sourds et les enfants sourds de parents entendants ; selon elles, l'apparition du langage

expressif semble avoir une certaine robustesse (ou résilience) mais seulement pour les premiers mots ; si peu de langage reste accessible, le langage formel ne se développera pas davantage. L'acquisition lexicale au-delà d'un certain vocabulaire initial serait ainsi plus vulnérable à une exposition non-optimale au langage. La situation linguistique vécue par les enfants porteurs d'un implant cochléaire peut en effet être qualifiée de non-optimale en ce sens que bien que l'implant cochléaire constitue une solution technique efficace en fournissant une entrée qui augmente considérablement l'accès auditif au langage oral, celui-ci n'offre pas un signal acoustique aussi riche et complet qu'une audition normale (Lederberg & Spencer, 2005 ; Le Normand, Ouellet, & Cohen, 2003 ; Svirsky et al., 2004 ; Szagun, 1997, 2000), sans oublier le fait que le modèle signé offert par les parents entendants n'est pas comparable à celui d'un parent sourd dont c'est la langue maternelle. Quoi qu'il en soit, une étude longitudinale pourrait permettre de mieux comprendre ces questions en lien avec le rythme d'acquisition du vocabulaire.

Les résultats à ce niveau d'analyse portent à conclure que selon l'observation de la performance de chaque participant, le niveau de vocabulaire atteint pourrait se rapprocher davantage du niveau d'âge chronologique plutôt que de celui de l'âge auditif. Cette interprétation n'est toutefois pas explicitement renforcée par le traitement statistique des résultats d'âge équivalent pour l'ensemble du groupe : qui plus est, les équivalences d'âge doivent être prudemment interprétés, notamment parce qu'on ne possède pas, pour le moment, de normes pour les âges supérieurs à 30 mois ; bien que les participants à la présente étude n'aient pas atteint le nombre maximal de mots du questionnaire Mots et énoncés, il demeure néanmoins possible que l'outil n'ait plus la sensibilité souhaitée pour évaluer les habiletés lexicales des enfants au-delà de l'âge de 36 mois.

Par ailleurs, il a été démontré que le développement précoce du vocabulaire chez les enfants entendants était lié à la capacité de faire correspondre une étiquette (sonore) verbale à un objet après quelques expositions seulement (« fast-mapping »; Golinkoff et al., 2000).

Or, des études menées chez des enfants porteurs d'implant ont montré que ceux-ci ont des difficultés à apprendre rapidement un mot après quelques présentations, suggérant que ces enfants sourds pourraient avoir des habiletés de traitement phonologique atypiques ou en retard (Houston, Carter, Pisoni, Kirk, & Ying, 2005). Pourtant, selon cette étude et selon l'hypothèse soulevée plus haut quant à la possibilité que le développement du vocabulaire dépende entièrement de l'accès auditif offert par l'implant, on aurait pu s'attendre à ce que pour l'ensemble des participants, la taille du vocabulaire corresponde clairement à l'âge auditif (durée de port) plutôt qu'à l'âge chronologique, d'autant plus qu'on observe une corrélation entre le score obtenu au questionnaire d'habiletés auditives et la taille du vocabulaire. Il est donc possible de penser que l'entrée auditive n'est pas le seul facteur en cause dans le développement linguistique précoce et qu'en effet, tel que soulevé précédemment, il puisse y avoir d'autres facteurs qui influent sur l'acquisition. Par exemple, la grande majorité des participants ont débuté leur exposition au langage par le biais des signes avant de passer au langage oral ; or, Szagun (2001) fait remarquer que les programmes de réadaptation en implant cochléaire qui incluent l'usage des gestes et du langage signé favorisent la capacité à traiter les symboles, ce qui contribue au développement cognitif et langagier (Szagun, 2001). Il est en effet raisonnable de penser qu'une stimulation qui supporte la communication orale à l'aide de signes permet à l'enfant sourd d'avoir un accès facilité à la représentation symbolique du langage ou en d'autres termes, à l'association entre une forme (un signifiant) et une signification (un signifié). Yoshinaga-Itano (2005) utilise l'expression difficile à traduire « piggyback » (littéralement « transporter sur son dos ») pour parler du développement du vocabulaire oral supporté par l'utilisation des signes.

Le deuxième objectif spécifique visait à obtenir des indices sur le degré de similitude dans la composition du lexique des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire et des entendants. Nous avons dénombré les premiers mots des enfants avec implant et avons comparé ces 189 premiers mots avec les 155 et 216 premiers mots

produits par les enfants entendants. Le nombre de mots chez les enfants avec implant (189 mots) était similaire au nombre de mots acquis chez les enfants de 28 mois (155 mots) et de 30 mois (216 mots). Globalement, le profil lexical des enfants sourds porteurs d'un implant ressemble à celui des enfants entendants en ce qui a trait aux premiers mots ; toutefois, on observe quelques différences en ce qui a trait aux proportions de mots dans chaque catégorie grammaticale selon que la comparaison s'effectue avec les 155 ou les 216 premiers mots.

En fait, le profil du vocabulaire précoce des enfants avec implant est très similaire au profil des enfants ayant acquis 216 mots, notamment à cause des verbes : rappelons que les enfants avec implant ont produit 22 verbes alors que dans le groupe ayant 155 mots, on n'en retrouve que 9. Enfin, dans la catégorie des adjectifs on observe une très légère différence à l'avantage des enfants avec implant. Ce constat appuie une autre étude menée auprès d'enfants porteurs d'un implant et ayant fait état d'une possible plus grande utilisation de modificateurs (adjectifs et adverbes) chez les enfants avec implant ($n = 6$) par rapport à des témoins entendants (Warner-Czyz et al., 2008). Or, l'un des éléments centraux de la linguistique cognitive (Langacker, 1987, 1991) en ce qui a trait au développement du langage est précisément l'acquisition des verbes (Tomasello, 1992). Plusieurs chercheurs ont de fait mis de l'avant le rôle des verbes en tant que moteur de l'émergence de la grammaire, notamment Bates, Bretherton et Snyder (1988), qui ont souligné que le lexique initial de verbes chez les enfants était un bon prédicteur du développement de la compétence grammaticale précoce. Pour sa part, Tomasello (1992) affirme que les premiers verbes acquis par les enfants sont les éléments-clés de l'organisation grammaticale précoce. Le fait de maîtriser un certain nombre de verbes pourrait donc favoriser la poursuite du développement linguistique. Dans leur article sur les premiers résultats de l'étude de normalisation du IMBDC, Boudreault et al. (2007) soulignent que la longueur moyenne des trois plus longs énoncés recueillis dans le questionnaire Mots et énoncés est davantage influencée par la taille du vocabulaire que par

l'âge, puisque des corrélations plus fortes ont été obtenues avec le nombre de mots produits. Il faudrait dès lors valider l'existence d'un lien entre le lexique de verbes et le développement des habiletés grammaticales chez les enfants ayant participé à cette étude, par exemple en vérifiant ces corrélations avec le nombre de verbes.

En ce qui a trait aux légères différences entre les enfants avec implant et les entendants quant à la représentation sémantique à l'intérieur des catégories grammaticales, par exemple la production des mots exprimant des couleurs, on peut se demander si celles-ci pourraient être reliées à un effet de l'intervention reçue par les enfants porteurs d'un implant. Il est donc possible de s'interroger sur le rôle de l'intervention et se demander jusqu'à quel point et de quelle manière le développement lexical précoce peut être influencé par la fréquence et le contenu de celle-ci, de même que par les stratégies d'intervention employées (stimulation globale ou intervention ciblée). Tous les enfants de cette étude ont reçu le même type d'intervention en orthophonie en plus d'avoir été soumis à des programmes intensifs d'entraînement auditif qui suivent un cheminement relativement précis. L'examen des plans de traitement orthophonique et du contenu des séances d'entraînement auditif des participants à l'étude aurait permis de connaître les mots spécifiques entraînés. Il importe toutefois de souligner que plusieurs cliniciens bâtissent leur intervention en vocabulaire en s'inspirant du programme GIRAFE (Bergeron et Henry, 1994), un instrument spécifiquement conçu pour les enfants qui présentent une déficience auditive. Cet outil est composé de grilles d'observation de divers aspects du langage, dont une grille d'acquisition du vocabulaire. Chaque mot est marqué d'un symbole représentant les jalons du développement lexical (50 premiers mots, 250 premiers mots, 500 premiers mots, 500 mots et plus). Cet outil clinique est destiné à suivre les progrès des enfants de 0 à 5 ans.

Si, comme le souligne Tomasello (2003), l'apprentissage est basé sur l'acquisition d'exemples particuliers, en d'autres mots si les enfants apprennent, jusqu'à un certain point,

les mots auxquels ils sont souvent exposés, le répertoire lexical de base des enfants sourds pourrait donc se développer avec un certain « biais d'intervention ». De plus, il est possible que les programmes d'entraînement auditif favorisent l'émergence de verbes d'action, très faciles à illustrer parce que l'enfant peut effectuer lui-même l'action (sur un jouet par exemple). Par ailleurs, Naigles et Hoff-Ginsberg (1998) ont proposé que les verbes les plus fréquemment utilisés dans l'input quotidien, placés en fin d'énoncé (les rendants ainsi plus saillants) et utilisés dans diverses structures syntaxiques étaient les verbes les plus susceptibles d'apparaître dans l'usage de l'enfant en acquisition. À cet égard, le rôle de la stimulation linguistique en général de même que le rôle possible que pourrait jouer une exposition supplémentaire aux signes codés devront être examinés de plus près.

Enfin, des corrélations entre la taille du vocabulaire et les variables reliées à l'âge ont révélé des associations significatives avec l'âge chronologique et la durée de port de l'implant mais aucune association avec l'âge à l'activation de l'appareil. Ces résultats concordent avec ceux de Szagun (2001), qui a également noté que l'âge au moment de recevoir l'implant n'était pas un bon prédicteur du développement linguistique subséquent, particulièrement en ce qui a trait au vocabulaire. Dans cette étude, c'est le niveau d'audition avant de recevoir l'implant qui a le mieux prédit le développement du langage (vocabulaire et grammaire). De plus, Dooley et al. (2008), dans leur étude sur l'évolution du vocabulaire expressif tel que mesuré avec le MBCDI, concluent que la taille du vocabulaire augmente de manière significative avec la durée de l'expérience de port de l'implant, indépendamment de l'âge à l'activation, chez des enfants ayant reçu l'implant avant l'âge de 2 ans. En somme, si l'âge au moment de l'activation de l'appareil pouvait être une variable prédictive des progrès linguistiques subséquents dans les études où l'on comparait des enfants ayant reçu l'implant à des âges très variables, par exemple entre 2 et 5 ans (Brackett & Zara, 1998), voire jusqu'à 7 ans (Nikolopoulos et al., 2004), il semble au contraire que lorsque les études s'intéressent à des enfants qui ont eu l'implant en bas âge à l'intérieur d'une étendue d'âge plus étroite, l'effet de l'âge à l'activation se fasse moins

sentir (Duchesne, Sutton, & Bergeron, sous presse), du moins en ce qui concerne le vocabulaire.

En somme, sous réserve que les résultats s'appliquent au développement des mots monomorphémiques (formes non-fléchies), ceux-ci tendent à démontrer que le développement lexical chez les enfants porteurs d'un implant n'est pas inhabituel ni atypique et ne semble pas non plus fondamentalement différent du développement des enfants entendants et ce, tant sur le plan quantitatif qu'en ce qui a trait à la distribution lexicale à travers les catégories grammaticales. Par contre, Bassano (2008) précise que les études qui examinent le développement lexical du français à partir de la cueillette de langage brossent un tableau quelque peu différent en termes de distribution à travers les catégories grammaticales, notamment en ce qui a trait à la proportion de mots grammaticaux. En effet, Bassano (2008) indique une augmentation appréciable des mots grammaticaux (particulièrement les déterminants et les pronoms) à l'âge de 30 mois. Il semble que cet accroissement reflète la richesse de ces catégories en français. Une cueillette de langage spontané auprès des enfants avec implant aurait peut-être permis de mettre en lumière une telle organisation lexicale.

On peut également voir au-delà des données que le IMBDC permet de recueillir. Ainsi, Tomasello (2003), dans sa théorie basée sur l'usage, souligne que l'inventaire de constructions linguistiques se développe graduellement à partir des régularités retrouvées dans la langue ambiante, selon la fréquence d'apparition. Les premières productions de l'enfant sont ainsi souvent la reproduction d'unités linguistiques spécifiques qui proviennent de l'input. Ainsi, la théorie prévoit que les premiers mots de vocabulaire seront des substantifs, des verbes et des modificateurs (adjectifs et adverbes). Tomasello (2003) indique aussi que les items linguistiques qui sont peu proéminents sur le plan phonologique (perceptuel) et sémantique (comme les déterminants, conjonctions ou auxiliaires), ont de grandes chances de ne pas figurer dans l'inventaire de base de mots produits par l'enfant

(ce qui ne veut pas dire que ces mots ne subissent pas de traitement préalable à leur compréhension : voir Shi, Marquis, & Gauthier, 2006). Les résultats obtenus dans cette étude confirment la tendance signalée par Tomasello (2003).

Par ailleurs, Tomasello (2003) indique que les jeunes enfants ayant un développement typique peuvent avoir dans leur inventaire linguistique des mots de classe ouverte, des mots de classe fermée et des structures plus complexes comme des syntagmes figés (petites phrases lexicalisées). Si l'on applique ces notions au développement de l'enfant sourd, on s'attendrait à ce que le premier lexique de l'enfant avec implant, malgré sa taille réduite par rapport à la norme des entendants, puisse contenir des unités linguistiques variées, incluant des syntagmes figés, étant donné que ces structures font partie de l'input reçu : or, l'observation clinique montre que les enfants sourds qui reçoivent un implant, parfois de manière très précoce, produisent de ces phrases toutes faites qu'ils entendent abondamment dans le discours qui leur est adressé (par exemple : *non c't'à moi ; attends une minute ; c't'à mon tour*). Une étude à partir d'échantillons de langage spontané permettrait de recueillir des données sur les structures plus complexes qui sont lexicalisées et employées par les enfants au même titre que des mots simples.

Cette étude vient renforcer l'idée que l'implant cochléaire en bas âge peut avoir pour effet de favoriser un développement linguistique qui non seulement s'approche de la normale en termes de niveau atteint, mais aussi qui ressemble à la normale au plan qualitatif (Ertmer, Strong, & Sadagopan, 2003 ; Colletti, Carner, Miorelli, Guida, Colletti, & Fiorino, 2005). L'implant pourrait avoir un effet « normalisant », en quelque sorte. En effet, malgré les nombreuses sources de variabilité inhérentes à l'étude (contenu de l'intervention, implication parentale, revenu et scolarité des parents), il y a un large recoupement en termes de composition du vocabulaire entre les enfants avec implant et les entendants.

4.7 Implications cliniques

Les résultats de cette étude montrent que le IMBDC est utile pour mesurer le niveau de langage atteint par les jeunes enfants qui ont reçu l'implant cochléaire et pour suivre les progrès précoces en vue d'orienter l'intervention clinique. Étant donné la difficulté d'obtenir des données fiables sur le développement lorsque les niveaux de langage sont peu élevés, le fait d'utiliser des données tirées de l'observation des parents permet de raffiner l'évaluation des très jeunes enfants porteurs d'un implant pour mieux cibler les priorités de l'intervention au plan du vocabulaire et dans le but d'optimiser le développement du langage. Par ailleurs, cette étude permet d'informer les pratiques cliniques des orthophonistes en ce qui a trait aux stratégies d'intervention, afin que celles-ci se modèlent sur le développement typique attendu et permettent un apprentissage favorisant le développement grammatical subséquent.

4.8 Limites de l'étude et pistes de recherche

Un seul type d'évaluation a été employé dans cette étude ; malgré la validité avérée de l'outil d'évaluation utilisé, il aurait été profitable d'aller puiser à d'autres sources de données pour donner davantage de poids aux observations. Par exemple, la cueillette d'échantillons de langage spontané aurait permis de valider les observations recueillies dans le IMBDC et ainsi contribuer à l'obtention d'un portrait encore plus représentatif des habiletés de vocabulaire des enfants dans des situations naturelles de communication. Par ailleurs, le fait d'avoir utilisé un devis transversal nous empêche de mesurer le rythme d'acquisition et de connaître les progrès des enfants dans le temps pour obtenir une courbe développementale.

Une autre limite de cette étude est de n'avoir pas amassé de données sur le niveau socioéconomique des familles. Or, selon LeNormand, Parisse et Cohen (2008), cette

variable a une forte incidence sur le développement du langage. Dans une étude auprès d'enfants français ayant reçu un implant cochléaire, Ouellet (2006) a montré que les enfants provenant d'un milieu plus aisé économiquement ont progressé significativement mieux que ceux provenant d'un milieu moyen ou défavorisé sur la mesure de la longueur moyenne des énoncés sur une période de trois ans après la pose de l'implant. Toutefois, plusieurs études (menées en Amérique du Nord) indiquent que le niveau socioéconomique des familles d'enfants avec implant est sensiblement plus élevé que celui de la population générale (Cheng, Rubin, Powe, Mellon, Francis, & Niparko, 2000 ; Witkin, 2005 ; Nicholas & Geers, 2006 ; Sorkin & Zwolan, 2008). Il semblerait que cela soit également le cas au Programme québécois pour l'implant cochléaire (selon des données informelles du programme). Il demeure difficile de distinguer s'il s'agit d'un biais systématique de sélection (où les familles mieux nanties sont plus susceptibles d'accepter de participer aux recherches, comme par exemple dans l'étude de DesJardin, Ambrose & Eisenberg, 2009) ou si réellement, les familles d'enfants avec implant sont plus aisées que la population en général. Il faut par ailleurs tenir compte du mode de financement et de l'accessibilité aux services de santé selon les divers pays.

La recherche ayant par ailleurs démontré que la fréquence de la stimulation linguistique pouvait avoir une incidence sur des mesures de vocabulaire, notamment celles du *MacArthur-Bates Communication Development Inventories* (Dale & Goodman, 2005 ; Goodman, Dale, & Li, 2008), le fait de tenir compte du format et du contenu de l'intervention reçue par les enfants, par exemple en examinant les plans de traitement orthophonique et d'entraînement auditif pourrait être une piste de recherche prometteuse qui pourrait avoir des retombées cliniques réelles. Par contre, le niveau de participation des parents aux programmes d'intervention a été davantage présumé que réellement mesuré ; or, il a été démontré que l'engagement des parents, combiné à d'autres facteurs favorables, avait un impact sur le développement linguistique des enfants avec implant (Sarant, Holt, Dowell, Rickards, & Blamey, 2008).

Dans une perspective plus exploratoire, si effectivement les verbes sont le moteur du développement grammatical précoce, une étude de plus grande envergure devrait être menée pour établir des liens entre le nombre de verbes produits, les contextes d'utilisation de ceux-ci par les enfants et le développement de la longueur moyenne des énoncés par exemple. Il serait également approprié de construire des tâches expérimentales visant à vérifier si, en réalité, les enfants porteurs d'un implant développent leur compétence grammaticale précoce à partir de constructions organisées autour des verbes.

4.9 Références

- Bassano, D. (1998). L'élaboration du lexique précoce chez l'enfant français : Structure et variabilité. *Enfance*, 4, 123-153.
- Bassano, D. (2008). Jalons du développement du langage en français. Encyclopédie sur le développement des jeunes (pp. 1-8). London, ON : Réseau canadien de recherche sur le langage et l'alphabétisation. Extrait le 12/12/2008, <http://www.literacyencyclopedia.ca/pdfs/topic.php?topId=242>.
- Bates, E., Bretherton, I., & Snyder, L. (1988). *From first words to grammar: Individual differences and dissociable mechanisms*. New York: Cambridge University Press.
- Bates, E., Dale, P. S., & Thal, D. (1995). Individual differences and their implications for theories of language development. In Fletcher P. & MacWhinney B. (Eds.), *The handbook of child language* (pp.96-151). Blackwell Publishers, Cambridge, Massachusetts.
- Bates, E., & Goodman, J. (1997). On the inseparability of grammar and the lexicon: Evidence from acquisition, aphasia and real-time processing. *Language and Cognitive Processes*, 12, 507–586.

- Bates, E., & Marchman, V. A. (1988). What is and is not universal in language acquisition. In F. Plum (Ed.), *Language, communication and the brain* (pp. 19-38). New-York: Raven Press.
- Bergeron, A.-M., & Henry, F. (1994). GIRAFE : Guide d'intervention en réadaptation auditive : Formule de l'enfant. Québec, QC : Méridien.
- Boudreault, M.-C., Cabirol, É.-A., Trudeau, N., Poulin-Dubois, D., & Sutton, A. (2007). Les Inventaires MacArthur du développement de la communication : validité et données normatives. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, *31(1)*, 27-37.
- Brackett, D., & Zara, C. V. (1998). Communication outcomes related to early implantation. *American Journal of Otology*, *19*, 453-460.
- Briscoe, J., Bishop, D. V. M., & Norbury, C. F. (2001). Phonological processing, language, and literacy: A comparison of children with mild-to-moderate sensorineural hearing loss and those with specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *42(3)*, 329-340.
- Caselli, C., Casadio, P., & Bates, E. (1999). A comparison of the transition from first words to grammar in English and Italian. *Journal of Child Language*, *26(1)*, 69-109.
- Cheng, A. K., Rubin, H. R., Powe, N. R., Mellon, N. K., Francis, H. W., & Niparko, J. K. (2000). Cost-utility analysis of the cochlear implant in children. *Journal of the American Medical Association*, *284(7)*, 850-856.
- Chomsky, N. (1980). *Rules and representations*. Oxford: Basil Blackwell.
- Clark, E. V. (1998). Lexical creativity in French-speaking children. *Cahiers de psychologie cognitive*, *17(2)*, 513-530.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months : report on 10 patients. *Laryngoscope*, *115*, 445-449.
- Connor, C. M., Craig, H. K., Raudenbush, S. W., Heavner, K., & Zwolan, T. A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary

- and speech-production growth: Is there an added value for early implantation? *Ear and Hearing*, 27, 628-644.
- Dale, P. S., Dionne, G., Eley, T., & Plomin, R. (2000). Lexical and grammatical development : A behavioral genetic perspective. *Journal of Child Language*, 27, 619-642.
- Dale, P. S., & Goodman, J. C. (2005). Commonality and individual differences in vocabulary growth. In Slobin, D. & Tomasello, M. (Eds.), *Beyond Nature-nurture: essays in honor of Elizabeth Bates*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Davis, J. M., Efenbein, J., Schum, R., & Bentler, R. A. (1986). Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational, and psychosocial behavior of children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 51, 53-62.
- De Boysson-Bardies, B. (1999). *Comment la parole vient aux enfants*. Éditions Odile Jacob.
- DesJardin, J. L., Ambrose, S., & Eisenberg, L. S. (2009). Literacy in children with cochlear implants: The importance of early oral language and joint storybook reading. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14, 22-43.
- Dionne, G., Dale, P. S., Boivin, M., & Plomin, R. (2003). Genetic evidence for bidirectional effects of early lexical and grammatical development. *Child Development*, 74, 394-412.
- Dixon, J. A., & Marchman, V. A., (2007). Grammar and the lexicon: Developmental ordering in language acquisition. *Child Development*, 78, 190-212.
- Dooley, M., Ryan, L., Schmidt, A., Warner-Czyz, A. D., Davis, B. L., MacNeilage, P. F., et al. (2008, avril). *How does expressive vocabulary grow in early-implanted children?* Communication affichée présentée à la 10th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies. San Diego, CA.
- Duchesne, Sutton, & Bergeron (sous presse). Language achievement in children who received a cochlear implant between one and two years of age: group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*.

- Ertmer, D. J., Strong, L. M., Sadagopan, N. (2003). Beginning to communicate after cochlear implantation: Oral language development in a young child. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 328-340.
- Fenson, L., Marchman, V. A., Thal, D., Dale, P. S., Bates, E. & Reznick, J. S. (2006). The MacArthur-Bates Communicative Development Inventories: User's Guide and Technical Manual, Second Edition. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Fink, N. E., Wang, N-Y., Visaya, J., Niparko, J. K., Quittner, A., Eisenberg, L. S., et al. (2007). Childhood development after cochlear implantation (CdaCI) study: Design and baseline characteristics. *Cochlear Implants International*, 8(2), 92-116.
- Foster-Cohen, S., Edgin, J. O., Champion, P. R., & Woodward, L. J. (2007). Early delayed language development in very preterm infants: Evidence from the MacArthur-Bates CDI. *Journal of Child Language*, 34, 655-675.
- Frank, I., Poulin-Dubois, D., & Trudeau, N. (1997). *Inventaires MacArthur du développement de la communication : Mots et énoncés*. Montréal.
- Gilbertson, M., & Kamhi, A. G. (1995). Novel word learning in children with hearing impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 630-642.
- Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Bloom, L., Smith, L. B., Woodward, A. L., Akhtar, N., et al. (2000). *Becoming a word learner: A debate on lexical acquisition*. New York, NY: Oxford University Press.
- Goodman, J. C., Dale, P. S., & Li, P. (2008). Does frequency count? Parental input and the acquisition of vocabulary. *Journal of Child Language*, 35, 515-531.
- Hage, C. (2005). De la communication au langage: développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde [From communication to language: Spoken language development in the child with a profound hearing impairment]. In C. Transler, J. Leybaert, & J. É. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp.121-146). Marseille: Solal Éditeur.
- Hall, D. G. & Waxman, S. R. (2004). *Weaving a lexicon*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

- Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Hennon, E. A., & Maguire, M. J. (2004). Hybrid theories as the frontier of developmental psychology: The emergentist coalition model of word learning as a case in point. In D. G. Hall & S. R. Waxman (Eds.), *Weaving a Lexicon* (pp. 173-204). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Houston, D. M., Carter, A. K., Pisoni, D. B., Kirk, K. I., & Ying, E. A. (2005). Word learning in children following cochlear implantation. *Volta Review*, *105*(1), 41-72.
- Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (2004). *Programme Implant cochléaire*. Québec.
- Kail, M., Bassano, D. (2000). Méthodes d'investigation et démarches heuristiques. In Kail, M. et Fayol, M (Eds.), *L'acquisition du langage (Le langage en émergence. De la naissance à trois ans)*. Presses universitaires de France, 29-60.
- Kern, S. (2003). Le compte-rendu parental au service de l'évaluation de la production lexicale des enfants français entre 16 et 30 mois. *Glossa*, *85*, 48-62.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*(Suppl. 189), 69-73.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Ying, E. A., Perdew, A. E., & Zuganelis, H. (2002). Cochlear implantation in young children: Effects of age at implantation and communication mode [monograph]. *Volta Review*, *102*(4), 127-144.
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Padden, D., Nelson, T., & Pruitt, J. (2005). Early speech perception and later language development: implications for the "critical period". *Language Learning and Development*, *1*(3&4), 237-264.
- Lederberg, A. R., & Spencer, P. E. (2005). Critical periods in the acquisition of lexical skills: Evidence from deaf individuals. In P. Fletcher & J. Miller (Eds.), *Language Disorders and Development Theory* (pp. 121-145). Philadelphia: John Benjamins.
- Langacker, R. (1987). *Foundations of cognitive grammar, Volume 1*. Stanford, CA: Stanford University Press.

- Langacker, R. (1991). *Foundations of cognitive grammar, Volume 2*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- LeNormand, M.-T., Ouellet, C., & Cohen, H. (2003). Productivity of lexical categories in French-speaking children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 53(2), 257-262.
- LeNormand, M.-T., Parisse, C., & Cohen, H. (2008). Lexical diversity and productivity in French preschoolers : Developmental, gender and sociocultural factors. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 22, 47-58.
- Luyster, R., Qiu, S., Lopez, K., & Lord, C. (2007). Predicting outcomes of children referred for autism using the MacArthur–Bates Communicative Development Inventory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 667-681.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: The importance of early implantation. *Acta Otolaryngologica*(Suppl. 552), 55-63.
- Mayne, A. M., Yoshinaga-Itano, C., Sedey, A. L. (2000). Receptive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard-of-hearing. *Volta Review*, 100, 29-52.
- Mayne, A. M., Yoshinaga-Itano, C., & Sedey, A. L., & Carey, A. (2000). Expressive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard-of-hearing. *Volta Review*, 100, 1-28.
- McConkey-Robbins, A. (2000). Language development. In Waltzman, S., & Cohen, N. (Eds.), *Cochlear implants* (pp. 269-283). New-York: Thieme Medical Publishers.
- Mellon, N., K. (2000). Language acquisition. In Niparko, J. K., Kirk, K. I., Mellon, N. K., Robbins, A. M., Tucci, D. L., & Wilson, B. S. (Eds.), *Cochlear implants: principles & practices*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 291-321.
- Miller, J. F., Sedey, A. L., & Miolo, G. (1995). Validity of parent report measure of vocabulary development for children with Down Syndrome. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1037-1044.

- Naigles, L.R., & Hoff-Ginsberg, E. (1998). Why are verbs learned before other verbs? Effects of input frequency and structure on children's early verb use. *Journal of Child Language*, 25, 95-120.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2006). Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear and Hearing*, 27(3), 286-298.
- Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S., & O'Donoghue, G. M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 130, 629-633.
- Norbury, C. F., Bishop, D. V. M., & Briscoe, J. (2001). Production of English finite verb morphology: A comparison of SLI and mild-moderate hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 165-178.
- Osberger, M. J. (1986). Language and learning skills of hearing-impaired students. *ASHA Monographs*, 23.
- Ouellet, C. (2006). *Acquisition du langage chez les enfants avec implant cochléaire*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, 155 pages.
- Padovani, C. M. A., & Teixeira, E. R. (2004). Using the MacArthur Communicative development inventories to assess the lexical development of cochlear implanted children. *Pro Fono*, 16, 217-224.
- Pettito, L. A. (1994). Are signed languages "real" languages? Evidence from American Sign Language and Langue des Signes Québécoise, *Signpost (International Quarterly of the Sign Linguistics Association)*, 7(3), 1-10.
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. New-York: William Morrow & Co.
- Rinaldi, P., & Caselli, C. (2008). Lexical and grammatical abilities in deaf Italian preschoolers: The role of duration of formal language experience. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* (Advance Access published June 5, 2008).
- Roid, G., & Miller, L. (1997). *The Leiter International Performance Scale-Revised*. Wood Dale, IL: Stoelting Co.

- Ruben, R.J., Schwartz, R. (1999). Necessity versus sufficiency: the role of input in language acquisition. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47, 137-140.
- Sarant, J. Z., Holt, C. M., Dowell, R. C., Rickards, F. W., & Blamey, P. J. (2008). Spoken language development in oral preschool children with permanent childhood deafness. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Advance Access, published October 6, 2008.
- Scherer, N. J., & D'Antonio, L. L. (1995). Parent questionnaire for screening early language development in children with cleft palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 32(1), 7-13.
- Shi, R., Marquis, A., & Gauthier, B. (2006). Segmentation and representation of function words in preverbal French-learning infants. In D. Bamman, T. Magnitskaia, & C. Zaller (Eds.), *Proceedings of the 30th Annual Boston Conference on Language Development* (pp.549-560). Boston, MA: Cascadilla Press.
- Sorkin, D. L., & Zwolan, T. A. (2008). Parental perspectives regarding early intervention and its role in cochlear implantation in children. *Otology & Neurotology*, 29, 137-141.
- Spencer, P. E. (2004). Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: Child, family, and linguistic factors. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9, 395-412.
- Stallings, L. M., Gao, S., & Svirsky, M.A. (2002). Assessing the language abilities of pediatric cochlear implant users across a broad range of ages and performance abilities. *The Volta Review*, 102(4), 215-235.
- Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., & Lewis, D. E. (2004). Novel-word learning in children with normal hearing and hearing loss. *Ear and Hearing*, 25, 47-56.
- Svirsky, M. A., Teoh, S., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at implantation. *Audiology & Neurootology*, 9, 224-233.

- Szagun, G. (1997). A longitudinal study of the acquisition of language by two German-speaking children with cochlear implants and of their mothers' speech. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 42, 55-71.
- Szagun, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants: A developmental psycholinguistic approach. *Audiology & Neurootology*, 5, 39-47.
- Szagun, G. (2001). Language acquisition in young German-speaking children with cochlear implants: Individual differences and implications for conceptions of a "sensitive phase". *Audiology & Neurootology*, 6, 288-297.
- Thal, D. J., Marchman, V., Stiles, J., Aram, D., Trauner, D., Nass, R., & Bates, E. (1991). Early lexical development in children with focal brain injury. *Brain and Language*, 40, 491-527.
- Thal, D., DesJardin, J. L., & Eisenberg, L. S. (2007). Validity of the MacArthur-Bates Communicative Development Inventories for measuring language abilities in children with cochlear implants. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16, 54-64.
- Tomasello, M. (1992). *First verbs : A case study of early grammatical development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tomasello, M. (2003). *Constructing a language: A usage-based theory of language acquisition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tomblin, J. B., Barker, B. A., Spencer, L. J., Zhang, X., & Gantz, B. J. (2005). 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.
- Trudeau, N., et collaborateurs (2008). Les inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication : enfin prêts ! *14e Congrès de l'Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec*, novembre 2008.
- Trudeau, N., et collaborateurs (2008). Les Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication (IMBCD). Manuel technique et guide de l'utilisateur. Montréal.

- Trudeau, N., Frank, I., & Poulin-Dubois, D. (1997). *Inventaires MacArthur du développement de la communication : Mots et gestes*. Montréal.
- Trudeau, N., Frank, I., & Poulin-Dubois, D. (1999) Une adaptation en français québécois du MacArthur Communicative Development Inventory. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 23(2), 61-73.
- Warner-Czyz, A. D., Davis, B. L., MacNeilage, P. F., Matyear, C. A., & Tobey, E. A. (2008, avril). Early word acquisition in very young cochlear implant users. Communication présentée à la 10th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies. San Diego, CA.
- Werker, J. F. (2003). Baby steps to learning language. *Journal of Pediatrics*, 143, S63-S69.
- Witkin, D. M. (2005). *Identification of factors predicting spoken language development in young children with cochlear implant*. Washington University School of Medicine. Retrived August 10, 2006 from <http://linpub1.wustl.edu:8080/bitstream/1838.TST/115/1/Witkin.pdf>.
- Yoshinaga-Itano, C. (2005, June), *From Sign Language to spoken English: Evidence of a lexical piggyback in the language of deaf children with cochlear implants*. Conference presented at the Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI.
- Young, G. A., & Killen, D. H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 111, 802-810.
- Zimmerman-Phillips, S., Robbins, A. M., Osberger, M. J. (2001). *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*. Sylmar, California: Advanced Bionics Corp.

4.10 Note de l'auteur

Cette étude a été menée dans le cadre de la thèse de doctorat de la première auteure, à l'Université de Montréal et a été financée par des bourses du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH) et du Fonds québécois de recherche sur la société et la culture (FQRSC). Nous tenons à remercier tous les enfants et leurs familles pour avoir participé à cette étude. Nous remercions également les cliniciens du Programme en déficience auditive et implant cochléaire de l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (Canada).

Chapitre 5 : Discussion générale

La présente thèse dévoilait les résultats de trois études en lien avec le développement du langage chez les enfants sourd porteurs d'un implant cochléaire. Le premier article (Chapitre 2) rapportait les tendances observées dans la littérature dans une revue systématique. Le deuxième article (Chapitre 3) relatait la tendance générale du développement à travers diverses composantes du langage chez un groupe d'enfants porteurs d'un implant comparativement à la norme des enfants entendants. Le troisième article (Chapitre 4) explorait la taille et la composition du vocabulaire expressif précoce dans le but d'observer les similitudes et différences, tant au plan du nombre de mots que du contenu du lexique précoce, entre les enfants porteurs d'un implant et les enfants entendants en ce qui a trait au développement des premiers mots de vocabulaire.

5.1 Les questions importantes de l'acquisition

Les travaux présentés dans le cadre de cette thèse ont couvert des questions importantes de l'acquisition du langage chez cette population d'enfants sourds issus de parents entendants. Les trois articles se sont employés à comprendre les questions du quoi, du comment et du pourquoi de l'acquisition chez les enfants porteurs d'un implant. La première question, *à quoi ressemble* le développement du langage chez les enfants avec implant? a pris dans la présente thèse, la forme d'une évaluation des connaissances actuelles et de la performance linguistique d'un groupe d'enfants. Même si, de manière générale dans la recherche, le développement des habiletés linguistiques est plutôt vu comme un effet secondaire de l'implantation cochléaire (dont le but premier est de remplacer l'audition déficiente), on peut néanmoins arguer que pour les enfants avec une surdité congénitale, le bénéfice langagier est une manifestation extrêmement importante de la réussite avec un implant parce que le langage est relié à la réussite scolaire et aux habiletés sociales, elles-mêmes gages d'une pleine participation sociale (Boothroyd, 1982). De plus, selon Marschark, Lang et Albertini (2002), la question de la contribution de

l'implant au développement cognitif et langagier, de même qu'à la réussite scolaire, demeure le résultat, ou l'aboutissement le plus important aux yeux des parents et des intervenants.

Or, malgré l'abondance de littérature sur le développement du langage chez les enfants porteurs d'un implant, l'impression qu'on ne connaît pas de manière précise à quoi ressemble leur profil langagier reste bien présente. Alors que plusieurs recherches concluent que le langage est en retard par rapport au développement typique, certains chercheurs se demandent s'il est « déviant » ou atypique et, par conséquent, se rapproche davantage d'un trouble de langage plutôt que d'un retard (McConkey-Robbins, 2000a). Pourtant, peu d'études ont véritablement répondu à cette question (Young & Killen, 2002 ; Hawker, Ramirez-Inscoe, Bishop, Twomey, O'Donoghue, & Moore, 2008). Ainsi, il y a lieu de s'interroger sur l'uniformité des gains sur le langage selon les diverses composantes dans le volet réceptif et expressif, afin de dépeindre le caractère distinctif (ou non) du développement langagier chez les enfants avec implant, par rapport au développement typique chez les entendants, mais aussi à l'intérieur même de la population des enfants sourds porteurs d'un implant. Pour pouvoir répondre à cette question et cerner leur développement, il importe d'examiner les tendances générales de celui-ci mais aussi les performances individuelles des enfants, et ce, dans plus d'une composante du langage, dans le but de constituer les caractéristiques de ce développement. C'est pourquoi le vocabulaire de même que les habiletés morphosyntaxiques ont été examinés dans la présente thèse.

Il est certain qu'avant d'en savoir davantage sur la façon dont les enfants avec implant apprennent langage (*comment*), il convient d'abord d'identifier ce qu'ils ont appris (*quoi*), ce à quoi les trois articles de cette thèse apportent des éléments de réponses. La question du *comment*, cherche donc à établir quels sont les mécanismes impliqués dans le développement. Alors que la revue systématique a discuté des facteurs invoqués par les chercheurs pour expliquer les bénéfices de l'implant sur le langage, les deuxième et

troisième études ont permis de faire des inférences sur l'influence de variables diverses reliées à l'âge et au temps de même qu'aux habiletés sociales et auditives.

En dernier lieu, la question du *pourquoi* concerne la nature du retard ou du trouble de langage et c'est à ce niveau que les perspectives théoriques sur le développement du langage entrent en jeu. Les fondements du développement linguistique chez les enfants sourds dont les parents sont entendants sont restés jusqu'ici assez peu explicités dans les modèles théoriques de l'acquisition. Toutefois, si l'on veut savoir pourquoi l'acquisition du langage dans la modalité orale est difficile pour ces enfants sourds, ou encore pourquoi certains enfants qui reçoivent un implant rattrapent le niveau des enfants entendants alors que d'autres continuent de présenter des difficultés importantes, il importe de se questionner sur les mécanismes qui sous-tendent le développement. En principe, les résultats des travaux présentés dans cette thèse devraient permettre, par induction, de discuter de l'apport de mécanismes innés et de celui de l'environnement dans le développement du langage. L'avènement de l'implant cochléaire apparaît avoir relancé le besoin non seulement d'une mise à jour des connaissances au sujet de l'acquisition du langage par les enfants sourds dans ce contexte tout particulier d'exposition au langage, mais aussi d'une interprétation renouvelée des données en lien avec les perspectives théoriques offertes.

5.2 Discussion

Les résultats de la revue systématique (Chapitre 2) ont fait ressortir deux profils de développement de la littérature : alors qu'une majorité d'enfants ayant reçu un implant avant l'âge de trois ans présentaient un retard de langage après une durée variable de port de l'appareil, quelques enfants ont atteint le niveau de langage attendu en fonction de l'âge. De plus, ceux qui ont montré un niveau de langage dans les limites de la normale étaient ceux qui avaient reçu leur implant au plus jeune âge, soit autour de deux ans, plutôt qu'à

trois ans. Les résultats de la revue systématique montrent aussi que certains enfants ont atteint des niveaux de langage, dans l'une ou plusieurs composantes, correspondant à l'âge auditif (ou durée de port), alors que d'autres sont parvenus à des niveaux supérieurs à l'âge auditif mais inférieur à l'âge chronologique. De plus, la revue systématique a fourni des indices quant au fait que certaines composantes du langage pourraient être plus affectées que d'autres, bien que ces indices n'aient pu être validés par les résultats de la méta-analyse. Ces indices ont confirmé la nécessité d'évaluer plus d'une composante du langage afin d'établir si les gains sont uniformes à travers les différents domaines linguistiques, ce qui fait l'objet de la deuxième étude de la thèse. Les résultats suggèrent aussi, malgré la variabilité observée dans les études, que les bénéficiaires langagiers sont influencés par le fait de recevoir l'implant à deux ans plutôt qu'à trois ans. Cet élément a motivé le choix de fourchette d'âge à l'implantation des participants aux deux études subséquentes.

Enfin, les résultats de la revue systématique ont permis de dégager une série de facteurs proposés par les chercheurs comme pouvant expliquer la variabilité des bénéfices de l'implant sur le langage. Les aspects liés à l'âge au moment de recevoir l'implant et à la durée d'expérience avec l'appareil, de même que les aspects liés aux caractéristiques personnelles et provenant de l'environnement de l'enfant, incluant les habiletés cognitives (non-verbales) ou le mode de communication et le type d'intervention clinique ont été discutés. Par contre, ces facteurs n'ont pas toujours fait l'objet d'analyses dans les études. Nos deux études subséquentes comportent ainsi des analyses visant à mesurer l'association entre certains de ces facteurs, notamment les variables liées à l'âge, et la performance obtenue dans les différentes sphères du langage. De plus, d'autres de ces variables ont été contrôlées dans nos deux autres études, et ce, afin de réduire la variabilité (niveau cognitif non-verbal dans la moyenne, exclusion des enfants ayant d'autres déficits, même type d'intervention, étendue d'âge moins grande au moment de l'activation de l'appareil). En somme, les résultats de la première étude ont permis d'établir le cadre méthodologique

général des deux études subséquentes, tant au plan de la sélection des participants que des composantes du langage évaluées et des analyses effectuées.

Les résultats de l'étude sur les tendances individuelles et de groupe (Chapitre 3) ont fait ressortir des différences entre les tendances du groupe et les performances individuelles en ce qui concerne le développement des habiletés lexicales et grammaticales. Alors que les résultats de groupe suggèrent que les enfants qui reçoivent un implant cochléaire autour de l'âge de deux ans atteignent des niveaux de langage dans les limites de la normale, l'examen des performances individuelles d'un sous-groupe formé des enfants les plus âgés a permis de proposer quatre profils de développement. Deux de ces profils représentent des extrêmes, soit un niveau de langage dans les limites de la normale pour l'ensemble des composantes et un retard généralisé à l'ensemble des composantes. Un autre profil montre des habiletés lexicales dans la norme assorti d'un retard morphosyntaxique et enfin, un dernier profil présente des disparités importantes à travers les composantes du langage. De tels résultats sont venus fortement nuancer les résultats de groupe. En effet, dans trois des quatre profils de développement, la compréhension des phrases était atteinte, en contraste avec des habiletés de vocabulaire réceptif et expressif relativement préservées. Plus de la moitié des participants ont montré des niveaux de langage, au niveau lexical, équivalents aux enfants entendants de même âge chronologique; une proportion moins grande des enfants s'est retrouvée dans les limites de la normale au niveau morphosyntaxique. Il ressort clairement de ces résultats que les habiletés morphosyntaxiques des enfants avec implant pourraient être plus vulnérables que le vocabulaire.

L'étude sur les tendances individuelles et de groupe a révélé des niveaux de vocabulaire réceptif et expressif dans les limites de la normale pour le groupe d'enfants avec implant ; la troisième étude visait donc à approfondir cet aspect du langage, plus particulièrement dans son volet expressif, en explorant une étape antérieure du développement lexical (comparativement au niveau évalué dans la deuxième étude), soit

l'apparition des premiers mots de vocabulaire. L'âge équivalent à la taille du vocabulaire a été comparé à l'âge chronologique puis à l'âge auditif, ce qui a révélé que les enfants avec implant sont parvenus à un niveau de vocabulaire supérieur à l'âge auditif mais inférieur à l'âge chronologique, confirmant ainsi certains des résultats de la revue systématique.

Les premiers mots acquis par les enfants avec implant ont été comparés au même nombre des premiers mots acquis par les enfants entendants, abstraction faite de l'âge. Cette analyse a révélé qu'à l'intérieur des 200 premiers mots acquis chez les enfants avec implant et les enfants entendants, peu de différences existaient en termes de distribution des mots dans les catégories grammaticales des substantifs, des verbes, des adjectifs, des mots de classe fermée (déterminants, adverbes, prépositions, conjonctions) et des mots exprimant des onomatopées et des routines. Ces résultats démontrent que le profil lexical chez les enfants porteurs d'un implant est relativement similaire à celui des enfants entendants, lorsque les deux groupes sont appariés sur la taille du vocabulaire. Toutefois, on observe un retard en fonction de l'âge chronologique pour plusieurs d'entre eux, ce qui se traduit par une taille totale de vocabulaire moins grande. Les résultats appuient néanmoins le courant de recherches qui suggère que l'implant cochléaire en bas âge favorise un développement linguistique qui non seulement tend vers la normale en termes de niveau atteint, mais aussi sur le plan qualitatif (Ertmer, Strong, & Sadagopan, 2003 ; Colletti et al., 2005).

Mis en commun, les résultats de l'étude sur les tendances individuelles et de groupe et ceux de l'étude sur le développement lexical suggèrent que l'implant peut, de manière générale, avoir un effet « normalisant » sur le langage parce que l'accès à l'input auditif est amélioré. Ceci implique qu'il est possible pour les enfants ayant un implant, de recevoir une certaine quantité d'information phonologique, lexicale, morphologique et syntaxique par le biais du canal auditif. Toutefois, il semble que cela ne suffise pas pour rattraper à coup sûr le niveau de langage des pairs entendants dans l'ensemble des composantes du langage. Sur le plan linguistique, certaines composantes du langage pourraient ainsi

montrer une certaine résilience, du moins dans les débuts de l'apprentissage du langage. La résilience du langage peut être définie comme étant la capacité qu'a le langage de se développer en dépit de l'adversité, c'est-à-dire dans des circonstances qui ne facilitent pas le développement (Goldin-Meadow, 2003). Dans le cas des enfants sourds profonds qui reçoivent un implant cochléaire, le langage parvient à se développer en dépit d'une exposition retardée au langage (oral mais aussi signé parce que les parents entendants ne connaissent pas la langue des signes) du moins jusqu'au dépistage de la surdité ; à la suite de la pose d'un implant, l'accès auditif est le meilleur que l'on puisse obtenir à ce jour mais cet accès n'est pas parfait, il n'est pas normal. Les résultats de l'étude sur le développement lexical précoce sont jusqu'à un certain point cohérents avec le courant de recherches sur les propriétés résilientes du langage en présence d'un input auditif et linguistique très appauvri tel que celui d'enfants sourds profonds éduqués en oralisme et non-exposés à des signes qui parviennent néanmoins à créer un système de « signes-maison » (Goldin-Meadow, 2003). À partir de l'observation de ces signes-maison, cette chercheuse constate que les items lexicaux auraient des propriétés résilientes, notamment la stabilité de la forme, l'arbitrarité (malgré un certain degré d'iconicité) et le fait que les mots-signes sont différenciés selon leur fonction grammaticale (Goldin-Meadow, 2005).

Les résultats de notre deuxième étude concernant les habiletés lexicales et les résultats de notre troisième étude sur le développement précoce du vocabulaire expressif semblent aussi aller en ce sens. En effet, alors que dans l'étude sur les tendances individuelles et de groupe, les habiletés lexicales se situent dans les limites de la normale pour une majorité d'enfants (par rapport aux habiletés morphosyntaxiques), l'étude consacrée au vocabulaire (Chapitre 4) a révélé qu'en ce qui a trait à la distribution lexicale en fonction de la taille du vocabulaire, les enfants avec implant ont suivi la tendance observée dans la norme.

5.2.1 Vulnérabilité de la morphosyntaxe

Alors que les habiletés lexicales (expressives et réceptives) étaient relativement préservées chez les enfants étudiés, le niveau de compréhension des phrases se situait en-deça des limites de la normale chez la majorité des participants les plus âgés ($n = 14$). Il semble donc que les étapes ultérieures du développement, montrent une atteinte, si l'on se fie aux résultats de l'étude sur les tendances individuelles et de groupe (Chapitre 3). Ces résultats concordent avec ceux, pour l'anglais, de Norbury, Bishop et Briscoe (2001), qui mentionnent que les composantes langagières les plus vulnérables à une exposition linguistique retardée sont la morphologie et la syntaxe. Nos résultats concordent également avec les recherches sur la syntaxe du français chez les sourds (Delage & Tuller, 2007 ; Tuller, 2000) et avec les résultats d'une autre étude qui a démontré des différences plus importantes au plan des habiletés grammaticales que lexicales, entre les enfants avec implant et les entendants (Rinaldi & Caselli, 2009). Le fait que chez les enfants porteurs d'implant les habiletés lexicales apparaissent plus robustes (ou résilientes) que les habiletés morphosyntaxiques peut également être mis en parallèle avec les études sur les situations de privation extrême, notamment avec le cas archi-connu de Genie, une enfant négligée de 13 ans (Curtiss, 1977), qui a accompli des progrès notables au plan lexical mais a continué de démontrer des déficits importants au plan de la syntaxe et de la morphologie.

Par ailleurs, des recherches menées auprès de personnes sourdes profondes de naissance, ayant appris leur langue première (l'American Sign Language) à des âges variables ($n = 30$), ont montré que la réussite à une tâche de jugement sur la grammaticalité de structures syntaxiques en ASL est dépendante de l'âge auquel cette langue avait été acquise, soit dès la naissance, entre 5 et 7 ans, ou encore entre 8 et 13 ans (Boudreault & Mayberry, 2006). Les locuteurs exposés dès la naissance ont montré de meilleures performances que les deux autres sous-groupes exposés plus tard à cette langue, suggérant

que les habiletés syntaxiques sont affectées par une exposition retardée à une langue première.

En somme, alors que l'analyse des données amassées dans la littérature ne permet pas de déterminer si la situation linguistique des enfants sourds ayant reçu un implant cochléaire ressemble davantage à un retard ou à un trouble de langage, les résultats de notre étude sur les tendances individuelles et de groupe et ceux de notre étude sur le développement lexical suggèrent l'idée d'un retard sur le plan lexical et d'un profil qui ressemble à un trouble en ce qui a trait à la compréhension morphosyntaxique. L'hypothèse d'un déficit spécifique à la morphologie et la syntaxe fait bien sûr penser à la dysphasie, un trouble primaire (ou spécifique) de langage. Ce terme inclut un ensemble de manifestations linguistiques considérées comme déviantes par rapport au développement normal attendu et persistant dans le temps, au-delà de l'âge de 6-7 ans (Monfort & Juarez, 2006). Hawker et ses collaborateurs (2008) ont d'ailleurs trouvé que la performance langagière typique d'enfants porteurs d'un implant ressemblait en fait à celle d'enfants entendants qui présentaient une dysphasie, ce qui appuie la possibilité d'un profil de trouble morphosyntaxique chez certains participants à l'étude sur les tendances individuelles et de groupe. Par ailleurs, une étude menée auprès de deux groupes d'enfants sourds (avec une surdité soit sévère, soit profonde et porteurs d'appareils auditifs) et d'enfants dysphasiques (tous francophones, âgés de 6 à 13 ans) a montré que les mêmes items grammaticaux étaient affectés (en production spontanée et induite) dans les deux populations, soit le clitique accusatif « le » et le « se » employé dans les formes pronominales (Jacq, Tuller, & Fuet, 1999).

Par contre, on ne peut en aucune façon avancer que les difficultés grammaticales rencontrées chez ces enfants s'expliquent par un problème spécifique de traitement ou de représentation du langage qui serait lié à la surdité (donc que la surdité en elle-même amènerait un trouble de langage) puisque les enfants sourds de parents sourds peuvent

apprendre adéquatement la Langue des Signes, tout comme les enfants entendants apprennent la langue orale (Abrahamsen, 2000). Il serait donc possible que certains enfants porteurs d'un implant qui montrent des difficultés de langage très importantes par rapport à la population générale d'enfants avec implant aient en fait un trouble de langage concomitant à la surdité (Hawker et al., 2008). On ne peut exclure la possibilité que dans notre échantillon, certains enfants présentent un trouble de langage en plus de leur surdité, bien qu'il s'agissait d'un critère d'exclusion des participants à nos études (le trouble devait être diagnostiqué ou très fortement suspecté par un professionnel compétent). Par contre, l'hypothèse d'une vulnérabilité particulière de la morphologie pour les enfants sourds ne peut pas non plus être complètement éliminée.

5.2.2 Explications possibles des difficultés morphosyntaxiques

Volterra, Capirci et Caselli (2001) ont expliqué les difficultés grammaticales des enfants sourds par le fait que la surdité, parce qu'elle nuit au traitement des éléments acoustiques de la parole, a pour conséquence un développement atypique des représentations morpho-phonologiques, ce qui affecte l'acquisition et la maîtrise des aspects morphologiques du langage. Des difficultés de traitement des informations auditives de nature verbale chez les enfants qui ont une perte auditive ont également été évoquées dans une étude de Jutras et Gagné (1999) : comparés à des enfants ayant une audition normale, les enfants avec une perte auditive ont montré des difficultés avec l'organisation séquentielle de stimuli auditifs de nature verbale. Or, ces mêmes enfants n'obtenaient pas une performance différente des enfants avec une audition normale lorsque les tâches de traitement auditif impliquaient des stimuli non-verbaux (sons purs et bruits). On peut en conclure qu'un déficit de l'audition périphérique amène des difficultés spécifiques de perception qui affecteraient particulièrement le traitement des informations acoustiques de nature verbale.

Or, selon les approches théoriques basées sur l'apport de l'environnement et des habiletés d'apprentissage, l'acquisition du langage repose sur la quantité et la qualité d'audition disponible et sur l'accessibilité à un modèle linguistique. Plus particulièrement, dans les théories basées sur l'usage (Tomasello, 2003), l'inventaire de constructions linguistiques se développe graduellement à partir des régularités retrouvées dans la langue ambiante. Cette théorie prévoit que les items linguistiques qui sont peu proéminents sur le plan phonologique (perceptuel) et sémantique (mots de fonction comme les déterminants, conjonctions ou auxiliaires), ont des chances de ne pas figurer dans l'inventaire de base de l'enfant (sur le plan de la production). On peut ainsi supposer que tous les éléments du langage qui ne sont pas perceptuellement saillants pourraient poser des difficultés d'acquisition. Cette hypothèse a déjà été appliquée à des enfants ayant des surdités légères à modérées locuteurs de l'anglais (Norbury, Bishop, & Briscoe, 2001). Selon cette hypothèse, les morphèmes peu saillants au plan perceptuel risquent d'être « manqués », par les enfants qui ont une surdité, ce qui pourrait induire un retard dans le développement grammatical.

Pourtant, plusieurs études ont mis de l'avant le fait que les enfants sourds porteurs d'un implant pourraient avoir moins de difficultés avec les marques morphologiques que les utilisateurs de prothèses auditives (omission ou usage incorrect des marques morphologiques) étant donné leurs meilleures habiletés de perception des sons de la parole (Spencer, Tye-Murray, & Tomblin, 1998). Cette hypothèse, applicable à l'anglais, repose sur le fait que les sons de haute fréquence, explosifs et fricatifs, caractéristiques des marques flexionnelles du pluriel et du passé en langue anglaise, sont plus accessibles auditivement avec un implant. Toutefois, ces éléments peuvent très difficilement être transposés au français, pour lequel les marques flexionnelles ne sont pas toujours audibles ou reposent sur d'autres types de contraste phonétique (par exemple « le » par rapport à « les »). Quant aux mots de fonction, malgré leur fréquence élevée d'apparition dans l'input, ils sont souvent de courte durée, monosyllabiques, souvent peu accentués et produits rapidement, voire amputés d'un segment, dans le discours familier continu (par

exemple « il a » prononcé [ja]; « tu en veux » prononcé « t'en veux »). Non seulement ces caractéristiques rendent ces petits mots difficiles à capter et à segmenter auditivement, mais de plus, ils sont difficiles à encoder visuellement à l'aide de la lecture labiale (Hage, 2005). Des études sur l'encodage auditif et visuel des morphèmes libres (mots de fonction) par des enfants sourds d'âge scolaire rapportent le même type d'observations pour l'italien (Volterra, Capirci, & Caselli, 2001). Szagun (2002) indique que l'acquisition des déterminants définis en allemand est particulièrement retardée chez les enfants avec implant, en raison de leur faible saillance dans le discours continu, ce qui rend ces mots plus susceptibles d'être « manqués » par un enfant qui présente une surdité, fût-elle appareillée.

Les travaux en français sur les habiletés morphosyntaxiques des sourds restent à ce jour peu nombreux, portant surtout sur le langage écrit (Dubuisson & Daigle, 1998) ou mesurant l'impact du Langage Parlé Complété (un système manuel d'aide à la lecture labiale : Alegria & Leybaert, 2005). Quelques études ont examiné l'acquisition de la morphosyntaxe français oral d'enfants porteurs de prothèses auditives ayant des surdités de degré léger à modéré (Delage & Tuller, 2007) ou sévère à profond (Jacq, Tuller, & Fuet, 1999). À notre connaissance, aucune étude n'a encore examiné la question de l'impact de saillance perceptuelle des items morphologiques en français sur le développement du langage chez des enfants porteurs d'implant cochléaire. Il n'en demeure pas moins que les difficultés particulières de morphosyntaxe réceptive qui ressortent de nos résultats apparaissent compatibles avec une interprétation faisant appel aux théories basées sur l'usage (Tomasello, 2003).

Ils nous apparaît plus difficile d'interpréter les résultats en utilisant le cadre théorique de la Grammaire Universelle (GU). En effet, même si la morphosyntaxe est davantage atteinte que le lexique chez une majorité d'enfants, nos résultats ne permettent pas de démontrer que la grammaire est un module séparé du reste de la cognition. Une autre

difficulté d'interprétation tient au fait que les tâches effectuées dans le cadre de nos études n'ont pas de lien avec la grammaticalité des stimuli. Une analyse des erreurs en fonction d'une catégorisation préalable des items testés selon leurs difficultés grammaticales pourrait probablement nous en apprendre davantage sur les processus d'acquisition et de « réglage » des paramètres de la grammaire chez les enfants qui présentent une surdité. Dans le même ordre d'idées, une autre explication des difficultés morphosyntaxiques pourrait tenir au contexte d'acquisition langagière atypique, quelle que soit la cause de cette « perturbation », dysphasie ou surdité. En d'autres termes, on peut se demander si les difficultés observées se retrouveraient dans plusieurs populations où l'acquisition du langage est perturbée, de même que dans plusieurs langues, ce qui touche la question des propriétés universelles du langage.

Par contre, le fait que plusieurs des enfants qui ont participé à nos études aient réussi à atteindre des niveaux de langage qui correspondent à leur niveau d'âge (ou qui à tout le moins dépassent le niveau équivalent à l'âge auditif – voir Chapitre 4) en dépit d'une exposition linguistique retardée et d'une entrée auditive imparfaite soulève la question des capacités innées à apprendre le langage. Cette difficulté d'interprétation des résultats selon un cadre de Grammaire Universelle nous incite à penser que l'état des connaissances sur le développement du langage des enfants sourds, et particulièrement des enfants qui reçoivent un implant cochléaire, a besoin de se développer davantage.

5.2.3 La période critique pour l'acquisition

La revue systématique rapportait que la plupart des auteurs des études incluses dans la revue font un lien entre les bénéfices accrus d'une implantation cochléaire en bas âge et l'existence d'une période critique ou sensible pour l'acquisition du langage. À première vue, il apparaît que les enfants avec implant constituent la population idéale pour étudier la question de la période critique pour l'acquisition du langage. Pourtant, pour soutenir

l'existence d'une période critique, les études en implant cochléaire devraient démontrer que l'acquisition du langage se fait moins efficacement ou ne se fait pas lorsqu'un certain âge est dépassé au moment de la pose de l'implant (Tomblin, Barker, & Hubbs, 2007). Or Tomblin et ses collaborateurs (2007) soulignent que les données de recherche amassées jusqu'ici n'ont pas prouvé cette hypothèse. Le bénéfice tiendrait plutôt au fait que l'implantation précoce permet de devancer l'exposition à l'input auditif et langagier en réduisant la durée de la surdité.

La difficulté à interpréter nos résultats en lien avec le concept de période critique pour l'acquisition d'une première langue tient à un ensemble de facteurs. Premièrement, l'enfant sourd expérimente une période de privation auditive variable, qui va de quelques mois à parfois plus de 2 ans, selon le moment du dépistage de la surdité. Or, on a montré que plusieurs étapes de développement précoce des habiletés de perception de la parole étaient déterminantes pour le développement subséquent du langage oral (voir Kuhl et al., 2005). Si l'on prend pour acquis que ces étapes se développent de manière successive avec la maturation de l'enfant, on constate que plusieurs de ces étapes seraient, en principe, déjà franchies au moment de la pose d'un implant (par exemple pour un enfant qui reçoit l'implant autour de l'âge d'un an). Lederberg et Spencer (2005) soulignent que pour que l'acquisition linguistique corresponde au niveau d'âge, l'enfant sourd doit avoir accès à une entrée auditive dès son plus jeune âge. On doit également tenir compte du fait que l'enfant a pu recevoir une stimulation linguistique de nature variable entre l'annonce du diagnostic et la pose de l'implant. Après le dépistage, la pose d'appareils et éventuellement d'un implant, l'input linguistique devient plus disponible parce que la stimulation linguistique des parents est plus adaptée : toutefois, le problème de l'accès aux stimuli auditifs n'est pas entièrement résolu puisque l'information acoustique transmise par l'implant est moins spécifique et moins différenciée que celle offerte par une cochlée intacte.

En fait, l'acquisition de la langue orale dans le contexte de la déficience auditive et de l'implant ne ressemble ni à l'acquisition standard d'une langue maternelle ni à l'acquisition standard d'une langue seconde. De plus, non seulement il est difficile de relier directement nos résultats à une période critique, mais aussi de comparer la situation des enfants sourds qui reçoivent un implant à celle d'autres populations qui servent à illustrer la période critique. Ainsi, bien qu'un parallèle pourrait être fait entre la situation des enfants qui reçoivent un implant et celle des enfants issus de l'adoption internationale, il reste que ces enfants adoptés ont eu accès à de la stimulation linguistique dès leur naissance et à une langue pleinement accessible dès l'arrivée dans le pays d'accueil. Surtout, ces enfants ont une audition normale qui leur permet de construire des représentations phonologiques complètes, ce qui n'est pas le cas chez les enfants qui reçoivent un implant, comme on l'a exposé précédemment.

Par ailleurs, contrairement aux enfants entendants de parents sourds, qui se développent en situation de bilinguisme simultané en acquérant la Langue des Signes via leurs parents (utilisation de la Langue des Signes par les parents et utilisation de l'oral à la garderie ou dans la famille élargie par exemple), l'enfant sourd qui porte un implant ne peut être considéré comme un bilingue ; l'exposition précoce aux signes codés est rarement suffisante et organisée pour devenir le mode de communication prédominant et cette exposition est le plus souvent transitoire, en ce sens que les parents, qui ne sont pas des locuteurs compétents en Langue des Signes, abandonneront graduellement l'utilisation des signes au fur et à mesure que l'enfant développera son langage oral et deviendra de plus en plus compétent oralement.

Qui plus est, l'âge-charnière ou l'âge limite, continue de faire l'objet de débats dans la communauté scientifique. On a proposé un « âge critique » de trois ans et demi pour le système auditif central en étudiant ses implications pour l'implantation cochléaire (Sharma, Dorman, & Spahr, 2002 ; Sharma, Dorman, & Kral, 2005). Les résultats de ces recherches

suggèrent qu'un accès plus précoce aux stimuli auditifs semble favoriser le développement adéquat des voies auditives centrales. À partir de tels résultats, on peut extrapoler que de meilleures habiletés de traitement auditif favoriseront à leur tour l'encodage des phonèmes, ce qui aura sans doute un impact sur le développement linguistique. En outre, la période critique pour l'acquisition du langage ne serait pas un phénomène uniforme : les différentes composantes du langage pourraient être soumises à des périodes critiques de durée différente (Ruben, 1997). La conclusion qui s'impose est que les données amassées dans nos études ne permettent pas, tout comme dans les autres études de cette nature, d'interpréter nos résultats directement sous l'angle de la période critique pour l'acquisition d'une première langue.

5.2.4 Le rôle de l'input et de l'apprentissage explicite

Dans quelque théorie de l'acquisition que ce soit, l'input linguistique joue un rôle certain, soit comme déclencheur des paramètres de la grammaire (Pinker, 1994), soit comme matériau de base à la construction graduelle d'un inventaire d'unités linguistiques (Tomasello, 2003). En ce qui a trait aux études présentées dans cette thèse, on ne peut que spéculer sur le rôle de l'exposition à l'input langagier parce que, tout comme dans la plupart des études en ce domaine, cette variable n'a pas été mesurée. En fait, la question du rôle de l'input linguistique reçu et de l'intervention dans le développement du langage des enfants ayant reçu un implant n'a pas été souvent soulevée dans la recherche à ce jour. À cet égard, il convient de distinguer l'input linguistique offert de ce qui est réellement assimilé (*uptake*) par l'enfant en train de construire son langage. L'input provient du langage de l'adulte mais ce que l'enfant absorbe est la matière constituante de l'input que l'enfant comprend et retient, ce qu'il retire de l'input en fonction de son niveau de développement (Harris, 1992).

Or, pour les enfants sourds dont les parents sont entendants, le langage – qu’il soit oral ou signé – doit être « enseigné », c’est-à-dire présenté de manière explicite, précisément pour augmenter la possibilité que l’enfant puisse absorber le plus de langage possible provenant de l’input adulte (Hage, 2005). Cette chercheuse propose que l’acquisition de la langue orale par les enfants sourds s’effectue en grande partie par apprentissage explicite, ce qui aurait un effet sur le développement morphosyntaxique. Tel que mentionné dans le Chapitre 2, il est courant de retrouver des difficultés morphosyntaxiques chez les enfants avec une déficience auditive parce que ces aspects sont plus difficiles à enseigner que le vocabulaire (Hage, 2005). Quoi qu’il en soit, il semble que ce soit la disponibilité et l’accessibilité de l’entrée linguistique – visuelle ou auditive – qui demeurent les composantes les plus importantes pour un développement linguistique optimal, peu importe la modalité utilisée (Ruben & Schwartz, 1999).

Par ailleurs, plusieurs études ont examiné l’impact du mode de communication employé sur la performance langagière mais n’ont pas tenu compte de la stimulation et de l’intervention reçue par les enfants (Kirk, Miyamoto, Lento et al., 2002 ; Miyamoto et al., 2003). Or, tous les enfants inclus notre étude sur les tendances individuelles et de groupe, de même qu’à celle sur le développement lexical, ont participé à un programme de réadaptation intensive d’une durée de trois mois après l’activation de leur implant et ont continué à bénéficier d’intervention régulière en orthophonie après cette période. Les principes à la base de l’intervention précoce auprès des enfants ayant une déficience auditive comportent une stimulation auditive optimale mais aussi une stimulation linguistique enrichie et l’emploi de stratégies d’enseignement du langage. De plus, il a été démontré que la longueur moyenne des énoncés de la mère, de même que l’usage par celle-ci de stratégies de stimulation du langage (par exemple le fait de poser des questions ouvertes) était associé à de meilleures habiletés de langage chez des enfants porteurs d’un implant (DesJardin, 2004). Une autre étude a souligné l’importance de la participation des parents aux programmes d’intervention précoce pour favoriser le développement du

langage chez les enfants sourds d'âge préscolaire (Sarant et al., 2008) Sur le plan théorique, tout ceci soulève la question du niveau minimal de stimulation requis par un enfant qui reçoit un implant afin que se mettent en branle les paramètres propres à la langue ambiante (si l'on se situe dans une perspective de Grammaire Universelle). D'autre part, la question de l'intégrité de l'input auditif et linguistique reçu pour plutôt pouvoir faire un apprentissage basé sur les régularités retrouvées dans l'input peut également être soulevée. Quoi qu'il en soit, des recherches récentes suggèrent que la quantité et la nature de l'input est reliée à l'acquisition du vocabulaire (Goodman, Dale, & Li, 2008) et des habiletés syntaxiques (Vasilyeva, Huttenlocher, & Waterfall, 2006).

Dans nos trois études, la question des facteurs associés à la performance langagière des enfants avec implant a été soulevée. Toutefois, rappelons que l'analyse de ces facteurs n'avait pas pour but de passer au crible l'apport de chacun d'entre eux, ni de mesurer l'impact de leur cumul, mais plutôt d'explorer les facteurs les plus fortement associés au niveau de langage atteint. Les données de la littérature présentées dans la revue systématique ont permis de dégager une série de facteurs explicatifs des résultats des études. Ainsi, l'âge à l'activation de l'appareil et, dans une moindre mesure, la durée d'expérience avec l'appareil, ont fait l'objet d'analyses dans les études sélectionnées. Les auteurs n'ont pas systématiquement analysé les facteurs liés aux caractéristiques personnelles et environnementales de l'enfant, ce qui incluait les habiletés cognitives (non-verbales) et l'intervention clinique. Dans notre étude sur les tendances individuelles et de groupe, mais aussi dans l'étude sur le développement lexical, quelques-uns de ces facteurs ont fait l'objet d'analyses, ou encore ont été contrôlés au moment du recrutement des participants : ainsi, tous les participants avaient un niveau cognitif non-verbal dans la moyenne, tous avaient reçu de l'intervention intensive et régulière et enfin, l'âge à l'activation s'étendait de 8 à 28 mois. Contrairement aux résultats de la revue systématique, qui faisaient ressortir l'importance de l'âge au moment de la pose de l'implant, il ne semble pas que cette variable ait une influence lorsque l'ensemble des enfants étudiés reçoit

l'implant en moyenne autour de l'âge de 20 mois, comme l'ont démontré les analyses corrélationnelles de l'étude sur les tendances individuelles et de l'étude sur le développement lexical.

5.3 Limites de la recherche

Cette recherche comporte un certain nombre de limites, dont notamment les désavantages méthodologiques inhérents aux études transversales et descriptives. Nos données n'apportent pas d'éclairage à la question de l'évolution dans le temps des habiletés linguistiques une fois l'implant cochléaire mis en place. On ne peut non plus prédire ni le rythme d'acquisition, ni le temps requis pour éventuellement rattraper le niveau linguistique des pairs entendants, si toutefois un rattrapage doit se produire. De plus, les résultats sont généralisables aux enfants avec implant qui partagent les caractéristiques des participants aux études, soit le fait d'être francophone, d'avoir reçu l'implant entre l'âge d'un et deux ans et de ne pas présenter d'autre déficit. Enfin, plusieurs caractéristiques personnelles et socio-familiales n'ont pas fait l'objet d'analyses en lien avec la performance langagière. Or, les résultats de la revue systématique ont suggéré que des interactions complexes existent entre ces variables, rendant inévitable la variabilité dont il a été fait état dans la recherche jusqu'ici, de même que dans les études présentées dans cette thèse. Par contre, le fait qu'un certain nombre de facteurs aient fait l'objet d'un contrôle au moment de la sélection des participants a permis de restreindre la variabilité habituellement retrouvée dans les études de cette nature. Par conséquent, il a été possible de dégager des profils de performance linguistique et d'atteindre un degré d'analyse que peu d'études ont exploré jusqu'ici.

Si la présente thèse a apporté une contribution aux connaissances sur l'état de situation concernant le développement du langage de ces enfants en apportant des réponses à la question *à quoi ressemble le développement*, il reste que seules certaines des données de l'étude sur le développement lexical ont permis d'apporter quelques éléments de réponse

au *comment*, du fait de l'analyse des premiers mots de vocabulaire des enfants avec implant et des entendants en termes qualitatifs. La question du *pourquoi* reste pour le moment en suspens : en effet, les résultats des études présentées dans cette thèse n'apportent pas d'éclairage aux raisons pour lesquelles les habiletés lexicales des enfants avec implant sont relativement similaires à celles des entendants, ce qui suggère un retard, alors que les habiletés morphosyntaxiques réceptives sont, pour une majorité d'enfants, très inférieures à la norme, ce qui ressemble davantage à un trouble.

5.4 Pistes de recherche à développer

Ces derniers éléments soulèvent plusieurs pistes de recherche à développer : ainsi, la recherche future devra s'employer à particulariser les problèmes morphosyntaxiques retrouvés chez les enfants avec implant par l'évaluation du volet expressif autant que réceptif de la morphologie et de la syntaxe. De cette façon, un portrait conséquent des zones de force et de faiblesse pourra être établi pour cette population. Les profils de performance qui ont émergé de l'étude sur les tendances individuelles et de groupe pourront ainsi être mieux définis, voire même être regroupés différemment. En ce qui a trait au volet expressif, la cueillette d'échantillons de langage spontané est l'une des méthodes que des chercheurs ont employées pour recueillir de telles informations chez les enfants dysphasiques francophones (Elin Thordardottir & Namazi, 2007) ; une analyse des erreurs morphologiques et syntaxiques pourrait alors être effectuée. Une analyse plus fine de la morphosyntaxe réceptive devra aussi être conduite : pour ce faire, des tâches devront vraisemblablement être élaborées pour le français. À l'heure actuelle, les recherches qui ont été menées sur le développement syntaxique et morphologique chez les enfants avec implant concernent notamment l'anglais (Spencer et al., 1998 ; Svirsky et al., 2002), l'allemand (Szagun, 2000, 2002), le néerlandais (van Nes, 2008) et l'hébreu (Friedmann & Szterman, 2006).

Un autre élément que la recherche aura à résoudre est la façon dont les enfants avec implant acquièrent le langage (la question du comment) : on a évoqué plus haut le fait que l'intervention sur le langage consistait à présenter celui-ci de manière explicite aux enfants sourds, alors que le langage s'apprendrait plutôt de manière incidente dans le cas du développement typique (Deleau, 2007). On peut, de manière générale, définir l'apprentissage incident (ou apprentissage passif) comme le fait d'apprendre de façon non-intentionnelle, sans renforcement apparent (Colman, 2001). Or, l'un des bénéfices potentiels de l'implantation cochléaire précoce serait précisément la possibilité d'expérimenter l'apprentissage incident, qui selon McConkey-Robbins (2003), peut se produire si l'enfant a un accès adéquat (sans être nécessairement parfait) aux informations acoustiques de la parole. Les mécanismes sous-jacents à ce type d'apprentissage ont été vérifiés dans des études utilisant des modèles connexionnistes pour examiner l'acquisition des pronoms personnels (Oshima-Takane, Takane, & Schultz, 1999). Les résultats de ce type d'études devront être étendus à d'autres éléments morphologiques et à la syntaxe (Oshima-Takane, 1988).

Par ailleurs, les modèles théoriques de traitement de l'information semblent être une avenue prometteuse pour explorer les relations entre la perception et la production du langage chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire (Pisoni, 2000). Il faudra plus particulièrement examiner plus avant le rôle de la perception sur le développement morphologique du français. À cet égard, les méthodes employées dans les études sur la dysphasie (Elin Thordardottir et Namazi, 2007) pourraient être combinées avec diverses méthodes expérimentales employées dans la recherche sur les troubles de traitement auditif (Jutras, Lagacé, Lavigne, Boissonneault, & Lavoie, 2007).

De plus, la cause ou l'origine du trouble morphosyntaxique devra être expliquée (la question du pourquoi) : pour ce faire, des tâches expérimentales pourraient être élaborées à partir d'éléments distincts de modèles théoriques dans le but de tester des hypothèses

précises. Par exemple, l'acquisition de contrastes morphologiques en lien avec les contrastes phonétiques qui leur correspondent pourrait être évaluée, amenant la recherche sur un tout autre terrain, celui de l'interface entre la phonologie et la grammaire. Notons que des études menées auprès d'enfants dysphasiques locuteurs de l'anglais ont abordé directement le sujet de l'interface morphophonologique en examinant le rôle des habiletés phonologiques dans la production d'éléments morphologiques (Marshall, 2006).

Enfin, la question de la contribution des capacités linguistiques innées par rapport aux aspects de l'apprentissage n'a pas encore été adéquatement examinée jusqu'à présent, si ce n'est dans les recherches impliquant des enfants sourds privés de langage oral qui ont développé des systèmes de signes-maison (Goldin-Meadow, 2003). Il y aurait lieu de se pencher sur les types d'études qui pourraient répondre à de telles questions.

La seconde piste que pourra prendre la recherche future concerne l'examen plus systématique des facteurs associés à la performance linguistique. À partir des résultats de notre étude sur les tendances individuelles et de groupe (Chapitre 3), il y aurait lieu de d'explorer les caractéristiques spécifiques des enfants qui atteignent des niveaux de langage dans la norme pour toutes les sphères du langage évaluées, et inversement, d'examiner les facteurs liés à des performances faibles (Pisoni et al., 1997). Les facteurs liés à l'âge ayant été largement étudiés, y compris dans les études présentées dans cette thèse, il s'agira notamment de mesurer l'influence de l'input parental ou du milieu de garde, de même que l'intervention reçue, tant au plan de la fréquence et de la constance des services spécialisés, que de la nature des traitements orthophoniques. Par ailleurs, l'étude des variables impliquées dans la perception et le traitement du langage, par exemple la mémoire ou l'attention, pourraient offrir aux chercheurs et aux cliniciens de nouvelles explications pour la variabilité qu'on observe inmanquablement dans les études impliquant de jeunes enfants sourds qui reçoivent un implant (Pisoni, 2000).

D'intervention expérimentale et controversée, l'implant cochléaire est devenu, au XXI^e siècle, un aspect incontournable de la prise en charge des personnes devenues sourdes et des enfants qui naissent avec une surdité importante dans des familles entendantes. Cette thèse apporte une contribution à la compréhension de la surdité et des enjeux langagiers qui y sont reliés. Les résultats présentés ont permis d'évaluer l'impact de la surdité et de la pose d'un implant cochléaire sur le niveau de langage atteint par les enfants qui reçoivent un implant en bas âge.

Bibliographie

- Abrahamsen, A. A. (2000). Exploration of enhanced gestural input to children in the bimodal period. In K. Emmorey & H. Lane (Eds.), *The signs of language revisited. An anthology to honor Ursula Bellugi and Edward Klima*, pp. 358–399. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Alegria, J., & Leybaert, J. (2005). Le langage par les yeux chez l'enfant sourd : lecture, lecture labiale et langage parlé complété. In C. Transler, J. Leybaert, & J. É. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp.213-251). Marseille: Solal Éditeur.
- Allen, M. C., Nikolopoulos, T. P., & O'Donoghue, G. M. (1998). Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *American Journal of Otology*, 19(6), 742-746.
- Anderson, I., Weichbold, V., Dhaese, P. S. C., Szuchnik, J., Sainz Quevedo, M., Martin, J., & al. (2004). Cochlear implantation in children under the age of 2 – what do the outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 425-431.
- Archbold, S., Lutman, M., & Marshall, D. (1995). Categories of auditory performance. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 104(Suppl. 166), 312-314.
- Atkins, D., Eccles, M., Flottorp, S., Guyatt, G. H., Henry, D., Hill, S., et al. (2004). Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations I: Critical appraisal of existing approaches. *BMC Health Services Research*, 4, 38.
- Balkany, T. J., Hodges, A., Miyamoto, R. T., Gibbin, K., & Odabasi, O. (2001). Cochlear implants in children. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 34, 455-467.
- Bassano, D. (1998). L'élaboration du lexique précoce chez l'enfant français : Structure et variabilité. *Enfance*, 4, 123-153.
- Bassano, D. (2008). Jalons du développement du langage en français. Encyclopédie sur le développement des jeunes (pp. 1-8). London, ON : Réseau canadien de recherche sur le langage et l'alphabétisation.
- <http://www.literacyencyclopedia.ca/pdfs/topic.php?topId=242>. (consulté le 12/12/2008)

- Bat-Chava, Y., Martin, D., & Kosciw, J. G. (2005). Longitudinal improvements in communication and socialization of deaf children with cochlear implants and hearing aids: Evidence from parental reports. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *46*, 1287-1296.
- Bates, E., Bretherton, I., & Snyder, L. (1988). *From first words to grammar: Individual differences and dissociable mechanisms*. New York: Cambridge University Press.
- Bates, E., Dale, P. S., & Thal, D. (1995). Individual differences and their implications for theories of language development. In Fletcher P. & MacWhinney B. (Eds.), *The handbook of child language* (pp.96-151). Blackwell Publishers, Cambridge, Massachusetts.
- Bates, E., Goodman, J. (1997). On the inseparability of grammar and the lexicon: Evidence from acquisition, aphasia and real-time processing. *Language and Cognitive Processes*, *12*, 507–586.
- Bates, E., & MacWhinney, B. (1989). Functionalism and the Competition Model. In B. MacWhinney & E. Bates (Eds.), *The Crosslinguistic Study of Sentence Processing*, pp. 3-73. Cambridge University Press.
- Baumgartner, W. D., Pok, S. M., Egelierler, B., Franz, P., Gstoettner, W., & Hamzavi, J. (2002). The role of age in pediatric cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *62*, 223-228.
- Bégin, A.-M., Blouin, C., Bergeron, F., Duchesne, L., Gagné, J.-P., & Landry, M. (2001, août). *Développement communicationnel d'un enfant ayant reçu un implant cochléaire à 5 mois*. Conférence présentée au 25^e Congrès de l'Association internationale de Logopédie et Phoniatrie (IALP), Montréal, Canada.
- Bench, R. J. (1992). *Communications skills in hearing-impaired children*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Bergeron, A.-M., & Henry, F. (1994). GIRAFE : Guide d'intervention en réadaptation auditive : Formule de l'enfant. Québec, QC : Méridien.

- Bergeron F. (1998). Développement d'une batterie de tests multimédias visant à évaluer les habiletés audiovisuelles de perception de la parole. *Canadian Journal of Rehabilitation*, 11(4), 182-183.
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., & Wade, A. (2007, June). *Information retrieval and effect size extraction and calculation for systematic reviews*. Paper presented at the CLLRNet 6th Annual Network Conference, Calgary, Alberta, Canada.
- Bernard, R. M., & Abrami, P. C. (2007). *Materials for effect size extraction and calculation workshop*. Unpublished manuscript, Centre for the Study of Learning and Performance, Concordia University, Montreal, Canada.
- Bertram, B. (2000). Assessment of the Outcomes Following Cochlear Implantation in Young Children. *Wilhelm Hirte Cochlear Implant Centre (CIC)*, Hannover, Germany. Retrieved June 14, 2008, from [http://www.acfos.org/publication/our articles/pdf/acfos3/bbertram.pdf](http://www.acfos.org/publication/our%20articles/pdf/acfos3/bbertram.pdf)
- Bishop, D. V. M. (1983). Comprehension of English syntax of profoundly deaf children. *Journal of Child Psychiatry*, 24, 415-434.
- Blamey, P. J., & Sarant, J. Z. (2002). Speech perception and language criteria for paediatric cochlear implant candidature. *Audiology & Neuro-Otology*, 7, 114-121.
- Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J., et al. (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 264-285.
- Bollard, P. M., Chute, P. M., Popp, A., & Parisier, S. C. (1999). Specific language growth in young children using the CLARION cochlear implant. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 108(Suppl. 177), 119-123.
- Boothroyd, A. (1982). *Hearing impairments in young children*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Bortfeld, H., & Whitehurst, G. J. (2001). Sensitive periods in first language acquisition. In D. Bailey, J. Bruer, F. Symons, & J. Lichtman (Eds.), *Critical thinking about critical periods* (pp. 173-192). Baltimore: Brookes.
- Boudreault, M.-C., Cabirol, É.-A., Trudeau, N., Poulin-Dubois, D., & Sutton, A. (2007). Les Inventaires MacArthur du développement de la communication : validité et données normatives. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, *31*(1), 27-37.
- Boudreault, P. & Mayberry, R. I. (2006). Grammatical processing in American Sign Language: Age of first-language acquisition effects in relation to syntactic structure. *Language and Cognitive Processes*, *21*, 608-635.
- Brackett, D., & Zara, C. V. (1998). Communication outcomes related to early implantation. *American Journal of Otology*, *19*, 453-460.
- Brown, J. B. (1984). Examination of grammatical morphemes in the language of hard-of-hearing children. *Volta Review*, *86*, 229-238.
- Bruer, J. (2001). A critical and sensitive primer. In D. Bailey, J. Bruer, F. Symons, & J. Lichtman (Eds.), *Critical thinking about critical periods* (pp. 3-26). Baltimore: Brookes.
- Carrow-Woolfolk, E. (1985). Test for Auditory Comprehension of Language (Revised Edition). Allen, TX: DLM Teaching Resources.
- Carrow-Woolfolk, E. (1995). *OWLS Listening Comprehension and Oral Expression Scale*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Caselli, C., Casadio, P., & Bates, E. (1999). A comparison of the transition from first words to grammar in English and Italian. *Journal of Child Language*, *26*(1), 69-109.
- Centre Hospitalier Universitaire de Québec. (2007, October). [Patients implanted in the Québec Cochlear Implant Program]. Unpublished raw data.
- Cheng, A. K., Rubin, H. R., Powe, N. R., Mellon, N. K., Francis, H. W., & Niparko, J. K. (2000). Cost-utility analysis of the cochlear implant in children. *Journal of the American Medical Association*, *284*(7), 850-856.
- Chomsky, N. (1980). *Rules and representations*. Oxford: Basil Blackwell.

- Clark, E. V. (1998). Lexical creativity in French-speaking children. *Cahiers de psychologie cognitive*, 17(2), 513-530.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: Report on 10 patients. *Laryngoscope*, 115, 445-449.
- Colman, A. M. (2001). "Incidental learning." *A Dictionary of Psychology*. Consulté le 22 décembre 2008 sur Encyclopedia.com: <http://www.encyclopedia.com/doc/1O87-incidentallearning.html>
- Connor, C. M., Hieber, S., Arts, H. A., & Zwolan, T. A. (2000). Speech, vocabulary, and the education of children using cochlear implants: Oral or total communication? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 1185-1204.
- Connor, C. M., Craig, H. K., Raudenbush, S. W., Heavner, K., & Zwolan, T. A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: Is there an added value for early implantation? *Ear and Hearing*, 27, 628-644.
- Cowan, R. S. C., Dowell, R. C., Hollow, S. J., Dettman, G., Rance, G., Barker, E. J., et al. (1995). The progress of children using the multichannel cochlear implant in Melbourne. *Australian Journal of Otolaryngology*, 2(1), 86-89.
- Crystal, D., Fletcher, P., & Garman, M. (1981). *The grammatical analysis of language disability: A procedure for assessment and remediation*. London: Edward Arnold.
- Curtiss, S. (1977). *Genie: A psycholinguistic study of a modern-day "wild child"*. New-York: Academic Press.
- Dale, P. S., & Goodman, J. C. (2005). Commonality and individual differences in vocabulary growth. In Slobin, D. & Tomasello, M. (Eds.), *Beyond Nature-nurture: essays in honor of Elizabeth Bates*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Davis, J. M., Elfenbein, J., Schum, R., & Bentler, R. A. (1986). Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational, and psychosocial behavior of children. *Journal of Speech and Hearing Research, 51*, 53-62.
- Dawson, P. W., Blamey, P. J., Dettman, S. J., Barker, E. J., & Clark, G. M. (1995). A clinical report on receptive vocabulary skills in cochlear implant users. *Ear and Hearing, 16*, 287-294.
- De Boysson-Bardies, B. (1999). *Comment la parole vient aux enfants*. Éditions Odile Jacob.
- Delage, H., & Tuller, L. (2007). Language development and mild-to-moderate hearing loss: Does language normalize with age? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*, 1300-1313.
- Deleau, M. (2007). 2è après-propos. Surdité et psychologie: d'une approche sensorielle à une approche écologique d veloppementale. *Enfance, 59*, 298-309.
- DesJardin, J. L. (2004). Maternal self-efficacy and involvement: Supporting language development in young deaf children with cochlear implants. Doctoral dissertation UMI No. 3146602.
- DesJardin, J. L., Ambrose, S., & Eisenberg, L. S. (2009). Literacy in children with cochlear implants: The importance of early oral language and joint storybook reading. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 14*, 22-43.
- Dettman, S. J., Pinder, D., Briggs, R. J. S., Dowell, R. C., & Leigh, J. R. (2007). Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: Risks versus benefits. *Ear and Hearing, 28*(Suppl.), 11S-18S.
- Dooley, M., Ryan, L., Schmidt, A., Warner-Czyz, A. D., Davis, B. L., MacNeilage, P. F., et al. (2008, avril). *How does expressive vocabulary grow in early-implanted children?* Communication affich e présentée à la 10th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies. San Diego, CA.
- Dubuisson, C. & Daigle, D. (1998). *Lecture, écriture et surdité*. Montréal :  ditions Logiques.

- Duchesne, L., Sutton, A. & Bergeron, F. (sous presse). Language achievement in children who received a cochlear implant between one and two years of age: group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*.
- Duchesne, L., Bergeron, F., & Sutton, A. (2008). Language development in young children who received cochlear implants: A systematic review. *Communicative Disorders Review, 2*(2), 33-78.
- Dunn, L. M., & Dunn, L. M. (1997). *Peabody Picture Vocabulary Test* (3rd edition). Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Dunn L. M., Dunn L. M., Whetton C., & Pintilie D. (1982). *The British Picture Vocabulary Scale*. Windsor, England: NFER-Nelson.
- El-Hakim, H., Levasseur, J., Papsin, B. C., Panesar, J., Mount, R. J., Stevens, D., et al. (2001). Assessment of vocabulary development in children after cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 127*(9), 1053-1059.
- Elin Thordardottir & Namazi, M. (2007). Specific language impairment in French-speaking children: Beyond grammatical morphology. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*, 698-715.
- Ertmer, D. J., & Mellon, J. A. (2001). Beginning to talk at 20 months: Early vocal development in a young cochlear implant recipient. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 192-206.
- Ertmer, D. J., Strong, L. M., Sadagopan, N. (2003). Beginning to communicate after cochlear implantation: Oral language development in a young child. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 46*, 328-340.
- Fenander, R., & Redmond, S. (2006, June). *Acquisition of finite verb morphology in pediatric cochlear implant users*. Poster session presented at the Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI.

- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Thal, D., Bates, E., Hartung, J. P., et al. (1993). *The MacArthur-Bates Communicative Inventories: User's Guide and Technical Manual*. Baltimore: Brookes.
- Fenson, L., Marchman, V. A., Thal, D., Dale, P. S., Bates, E. & Reznick, J. S. (2006). *The MacArthur-Bates Communicative Development Inventories: User's Guide and Technical Manual, Second Edition*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Fink, N. E., Wang, N-Y., Visaya, J., Niparko, J. K., Quittner, A., Eisenberg, L. S., et al. (2007). Childhood development after cochlear implantation (CdaCI) study: Design and baseline characteristics. *Cochlear Implants International*, 8(2), 92-116.
- Fitzpatrick, E., Brewster, L. (2008). Pediatric cochlear implantation in Canada: Results of a survey. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 32(1), 29-35.
- Flipsen, P., & Colvard, L. G. (2005). Intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, 39, 93-108.
- Foster, R., Giddan, J., & Stark, J. (1973). *Assessment of Children's Language Comprehension*. Palo Alto, CA: Psychologists Press
- Foster-Cohen, S., Edgin, J. O., Champion, P. R., & Woodward, L. J. (2007). Early delayed language development in very preterm infants: Evidence from the MacArthur-Bates CDI. *Journal of Child Language*, 34, 655-675.
- Frank, I., Poulin-Dubois, D., & Trudeau, N. (1997). *Inventaires MacArthur du développement de la communication : Mots et énoncés*. Montréal.
- Friedmann, N., Szterman, R. (2006). Syntactic movement in orally trained children with hearing impairment. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11, 56-75.
- Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D. M. R., Gantz, B., & Woodworth, G. G. (1997). 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.

- Gardner, M. F. (1985). *Expressive One-Word Picture Vocabulary Test*. Novato, CA: Academic Therapy Publications.
- Garnham, C., O'Driscoll, M., & Ramsden, S. (2002). Speech understanding in noise with a Med-El COMBI 40-cochlear implant using reduced channel sets. *Ear and Hearing, 23*, 540–552.
- Geers, A. E. (2002). Factors affecting the development of speech, language, and literacy in children with early cochlear implantation. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 33*, 172-183.
- Geers, A. E. (2004). Speech, language and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 130*, 634-638.
- Geers, A. E. (2006). Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. *Advances in Otorhinolaryngology, 64*, 50-65.
- Geers, A. E., Brenner, C., Nicholas, J., Uchanski, R., Tye-Murray, N., & Tobey, E. (2002). Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 111*(Suppl. 189), 127-130.
- Geers, A. E., & Moog, J. S. (1994). Spoken language results: vocabulary, syntax, and communication. *Volta Review, 96*(5), 131-148.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Moog, J. S. (2007). Estimating the influence of cochlear implantation on language development in children. *Audiological Medicine, 5*, 262-273.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and hearing (Suppl.), 24*, 46S-58S.
- Gilbertson, M., & Kamhi, A. G. (1995). Novel word learning in children with hearing impairment. *Journal of Speech and Hearing Research, 38*, 630-642.
- Glasziou, P., Vandenbroucke, J., & Chalmers, I. (2004). Assessing quality of research. *British Journal of Medicine, 328*, 39-41.

- Goldin-Meadow, S. (2003). *The resilience of language: What gesture creation in deaf children can tell us about how all children learn language*. New-York: Psychology Press.
- Goldin-Meadow, S. (2005). Watching language grow. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(7), 2271-2272.
- Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Bloom, L., Smith, L. B., Woodward, A. L., Akhtar, N., et al. (2000). *Becoming a word learner: A debate on lexical acquisition*. New York: Oxford University Press.
- Goodman, J. C., Dale, P. S., & Li, P. (2008). Does frequency count? Parental input and the acquisition of vocabulary. *Journal of Child Language*, 35, 515-531.
- Govaerts, P. J., De Beukelaer, C., Daemers, K., De Ceulaer, G., Yperman, M., Somers, T., et al. (2002). Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology & Neurotology*, 23, 885-890.
- Grayden, D. B., & Clark, G. M. (2006). Implant design and development. In H. R. Cooper & L. C. Craddock (Eds.), *Cochlear implants: A practical guide* (2nd edition) (pp.1-20). Chichester, England: Whurr Publishers Limited.
- Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière. (1995). Épreuve de compréhension de Carrow-Woolfolk, adaptation française du Test of Auditory Comprehension of Language-R [Test for Auditory Comprehension of Language]. Montréal, Québec, Canada: Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec.
- Gregory, S., & Mogford, K. (1981). Early language development in deaf children. In B. Woll, J. Kyle, & M. Deuchar (Eds.), *Perspectives in British Sign Language and deafness*. London: Croom Helm.
- Groupe coopératif en orthophonie – Région Laval, Laurentides, Lanaudière. (1995). Test de dénomination EO-WPVT-R de Gardner, adaptation française du Expressive One-Word Picture Vocabulary Test-R [Expressive One-Word Picture Vocabulary Test]. Montréal, Québec, Canada: Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec.

- Hage, C. (2005). De la communication au langage: développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde. In C. Transler, J. Leybaert, & J. É. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp.121-146). Marseille: Solal Éditeur.
- Hall, D. G. & Waxman, S. R. (2004). *Weaving a lexicon*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Hammes, D. M., Novak, M. A., Rotz, L. A., Willis, M., Edmonson, D. M., & Thomas, J. F. (2002). Early identification and cochlear implantation: Critical factors for spoken language development. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 74-78.
- Harris, M. (1992). Language experience and early language development: From input to uptake. Hove. U.K.: Lawrence Erlbaum.
- Hassanzadeh, S., Farhadi, M., Daneshi, A., & Emamdjomeh, H. (2002). The effects of age on auditory speech perception development in cochlear-implanted prelingually deaf children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *126*(5), 524-527.
- Hawker, K., Ramirez-Inscoe, J., Bishop, D. V. M., Twomey, T., O'Donoghue, G., & Moore, D. R. (2008). Disproportionate language impairment in children using cochlear implants. *Ear and Hearing*, *29*, 467-471.
- Hay-McCutcheon, M., Pisoni, D. B., Kirk, K. I., & Miyamoto, R. T. (2006, June). *Language skills of school-aged children with cochlear implants*. Paper presented at the 9th International Conference on Cochlear Implants and Related Sciences, Vienna.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-analysis*. San Diego: Academic Press.
- Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Hennon, E. A., & Maguire, M. J. (2004). Hybrid theories as the frontier of developmental psychology: The emergentist coalition model of word learning as a case in point. In D. G. Hall & S. R. Waxman (Eds.), *Weaving a Lexicon* (pp. 173-204). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Holt, R. F., & Svirsky, M. A. (2008). An exploratory look at pediatric cochlear implantation: Is earliest always best? *Ear and Hearing*, *29*, 492-511.

- Holt, R., Svirsky, M. A., Neuburger, H., & Miyamoto, R. T. (2004). Age at implantation and communicative outcome in pediatric cochlear implant users: Is younger always better? *International Congress Series, 1273*, 368–371.
- Houston, D. M., Carter, A. K., Pisoni, D. B., Kirk, K. I., & Ying, E. A. (2005). Word learning in children following cochlear implantation. *Volta Review, 105*(1), 41-72.
- Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (2004). *Programme Implant cochléaire*. Québec.
- Ireton, H., & Thwing, E. (1974). *Minnesota Child Development Inventory*. Minneapolis, MN: Behavior Science Systems.
- Jacq, G., Tuller, L., & Fuet, F. (1999). Spécificités morphosyntaxiques du français de l'enfant sourd : une étude comparative. *Glossa, 69*, 4-14.
- Jutras, B., & Gagné, J.-P. (1999). Auditory sequential organization among children with and without a hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 42*, 553-567.
- Jutras, B., Lagacé, J., Lavigne, A., Boissonneault, A., & Lavoie, C. (2007). Auditory processing disorders, verbal disfluency, and learning difficulties: A case study. *International Journal of Audiology, 46*, 31-38.
- Kail, M., Bassano, D. (2000). Méthodes d'investigation et démarches heuristiques. In Kail, M. et Fayol, M (Eds.), *L'acquisition du langage (Le langage en émergence. De la naissance à trois ans)*. Presses universitaires de France, 29-60.
- Kane, M. O., Schopmeyer, B., Mellon, N. K., Wang, N., & Niparko, J. K. (2004). Prelinguistic communication and subsequent language acquisition in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 130*, 619-623.
- Kern, S. (2003). Le compte-rendu parental au service de l'évaluation de la production lexicale des enfants français entre 16 et 30 mois. *Glossa, 85*, 48-62.
- Kirk, K. I. (2000). Challenges in the clinical investigation of cochlear implant outcomes. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S.

- Wilson (Eds.), *Cochlear implants: Principles and practices* (pp. 225-259). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 111(Suppl. 189), 69-73.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Ying, E. A., Perdew, A. E., & Zuganelis, H. (2002). Cochlear implantation in young children: Effects of age at implantation and communication mode [monograph]. *Volta Review*, 102(4), 127-144.
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Padden, D., Nelson, T., & Pruitt, J. (2005). Early speech perception and later language development: implications for the “critical period”. *Language Learning and Development*, 1(3&4), 237-264.
- Langacker, R. (1987). *Foundations of cognitive grammar, Volume 1*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Langacker, R. (1991). *Foundations of cognitive grammar, Volume 2*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Law, J., & Plunkett, C. (2006). Grading study quality in systematic reviews. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 33, 28-36.
- Lederberg, A. R., & Spencer, P. E. (2005). Critical periods in the acquisition of lexical skills: Evidence from deaf individuals. In P. Fletcher & J. Miller (Eds.), *Language Disorders and Development Theory* (pp. 121–145). Philadelphia: John Benjamins.
- Lenihan, S. T. (1998). Communicative interactions between mothers and children with cochlear implants. (Doctoral dissertation UMI No. 9926964).
- LeNormand, M.-T., Ouellet, C., & Cohen, H. (2003). Productivity of lexical categories in French-speaking children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 53(2), 257-262.
- LeNormand, M.-T., Parisse, C., & Cohen, H. (2008). Lexical diversity and productivity in French preschoolers: Developmental, gender and sociocultural factors. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 22, 47-58.

- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New-York: John Wiley & Sons.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with specific language impairment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Littel, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic Reviews and Meta-Analysis*. New-York: Oxford University Press.
- Locke, J. (1997). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265–326.
- Luyster, R., Qiu, S., Lopez, K., & Lord, C. (2007). Predicting outcomes of children referred for autism using the MacArthur–Bates Communicative Development Inventory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 667-681.
- Macauley, C. E., & Ford, R. M. (2006). Language and theory-of-mind development in prelingually deafened children with cochlear implants: A preliminary investigation. *Cochlear Implants International*, 7(1), 1-14.
- Maloney, E. S., & Larrivee, L. S. (2007). Limitations of age-equivalent scores in reporting the results of norm-referenced tests. *Contemporary Issues in Communication Sciences and Disorders*, 34, 86-93.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., Perez, N., Molina, M., & Garcia-Tapia, R. (1999). Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 49(Suppl. 1), S193-S197.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004a). Advantages of cochlear implantation in prelingual deaf children before 2 years of age when compared with later implantation. *Laryngoscope*, 114, 1462-1469.
- Manrique, M., Cervera-Paz F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004b). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: The importance of early implantation. *Acta Otolaryngologica*(Suppl. 552), 55-63.
- Marschark, M., Lang, H. G., & Albertini, J.A. (2002). *Educating deaf students: From research to practice*. New York: Oxford University Press.

- Marschark, M., Schick, B., & Spencer, P. E. (2006). Understanding Sign Language development of Deaf children. In B. Schick, M. Marschark, & P. E. Spencer (Eds.), *Advances in the Sign Language development in Deaf children* (pp. 3-19). New-York: Oxford University Press.
- Marshall, C. R. (2006). The morpho-phonological interface in specific language impairment. *Language Acquisition*, *13*, 373-375.
- Mayberry, R. I., & Eichen, E. B. (1991). The long-lasting advantage of learning sign language in childhood: Another look at the critical period for language acquisition. *Journal of Memory and Language*, *30*, 486-512.
- Mayne, A. M., Yoshinaga-Itano, C., Sedey, A. L. (2000). Receptive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard-of-hearing. *Volta Review*, *100*, 29-52.
- Mayne, A. M., Yoshinaga-Itano, C., & Sedey, A. L., & Carey, A. (2000). Expressive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard-of-hearing. *Volta Review*, *100*, 1-28.
- McCauley, R. J. (2001). *Assessment of Language Disorders in Children*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- McCauley, R. J., & Swisher, L. (1984). Use and misuse of norm-referenced tests in clinical assessment: A hypothetical case. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, *49*, 338-348.
- McConkey-Robbins, A. (2000a). Language development. In Waltzman, S., & Cohen, N. (Eds.), *Cochlear implants*. New-York: Thieme Medical Publishers, 269-283.
- McConkey-Robbins, A. (2000b). Rehabilitation after cochlear implantation. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear implants: Principles and practices* (pp. 323-367). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McConkey-Robbins, A. (2003). Communication intervention for infants and toddlers with cochlear implants. *Topics in Language Disorders*, *23*, 16-33.

- Mellon, N., K. (2000). Language acquisition. In Niparko, J. K., Kirk, K. I., Mellon, N. K., Robbins, A. M., Tucci, D. L., & Wilson, B. S. (Eds.), *Cochlear implants: principles & practices*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 291-321.
- Miller, J. F., Sedey, A. L., & Miolo, G. (1995). Validity of parent report measure of vocabulary development for children with Down Syndrome. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1037-1044.
- Miyamoto R. T., Houston D. M., Kirk K. I., Perdew A. E., & Svirsky, M. A. (2003). Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta otolaryngologica*, 123, 241-244.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Seghal, S. T., Lento, C., & Wirth, J. (1999). *Early implantation and the development of communication abilities in children* (Research on spoken language processing, Progress Rep. No. 23, pp. 273-287). Indianapolis: Indiana University School of Medicine, Department of Otolaryngology-Head & Neck Surgery.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Seghal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta oto-laryngologica*, 119, 219-224.
- Miyamoto, R. T., Svirsky, M. A., & Robbins, A. M. (1997). Enhancement of expressive language in prelingually deaf children with cochlear implants. *Acta Otolaryngologica*, 117, 154-157.
- Molina, M., Huarte, A., Cervera-Paz, F. J., Manrique, M., & Garcia-Tapia, R. (1999). Development of speech in 2-year-old children with cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47, 177-179.
- Mogford, K. (1993). Oral language acquisition in the prelinguistically deaf. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language Development in Exceptional Circumstances* (pp.110-131). Hove, UK, Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mondain, M., Sillon, M., Vieu, A., Levi, A., Reuillard-Artières, F., Deguine, O., et al. (2002). Cochlear implantation in prelingually deafened children with residual hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 63, 91-97.

- Monfort, M. & Juarez, A. (2006). Les enfants dysphasiques sourds et l'implant cochléaire. *Rééducation orthophonique*, 44, 113-127.
- Moog, J. S. & Geers, A. E. (2003). Epilogue: major findings, conclusions, and implications for deaf education. *Ear and hearing*, 24(suppl.) S121-S125.
- Naigles, L.R., & Hoff-Ginsberg, E. (1998). Why are verbs learned before other verbs? Effects of input frequency and structure on children's early verb use. *Journal of Child Language*, 25, 95-120.
- Neville, H. J., & Mills, D. L. (1997). Epigenesis of language. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 3, 282-292.
- Newman, A. J., Bavelier, D., Corina, D., Jezzard, P., & Neville, H. J. (2002). A critical period for right hemisphere recruitment in American Sign Language processing. *Nature Neuroscience*, 5, 76-80.
- Newport, E. (1990). Maturation constraints on language learning. *Cognitive Science*, 14, 11-28.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2006). Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear and Hearing*, 27(3), 286-298.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2007). Will 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.
- Nie, K., Barco, A., & Zeng, F. (2006). Spectral and temporal cues in cochlear implant speech perception. *Ear and hearing*, 27, 208-217.
- Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S., & O'Donoghue, G. M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 130, 629-633.
- Nikolopoulos, T. P., O'Donoghue, G. M., & Archbold, S. M. (1999). Age at implantation: Its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope*, 109, 595-599.

- Norbury, C. F., Bishop, D. V. M., & Briscoe, J. (2001). Production of English finite verb morphology: A comparison of SLI and mild-moderate hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 165-178.
- Nott, P., Brown, P. M., Cowan, R., & Wigglesworth, G. (2005). What's in a diary? Di-EL first words. *Deafness and Education International, 7*(2), 98-116.
- Nott, P., Cowan, R., Brown, P. M., & Wigglesworth, G. (2003). Assessment of language skills in young children with profound hearing loss under 2 years of age. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 8*, 401-421.
- Novak, M. A., Firszt, J. B., Rotz, L. A., Hammes, D., Reeder, R., & Willis, M. (2000). Cochlear implants in infants and toddlers. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, 109*(Suppl.), 46-49.
- Olsson, C. (2005). The use of communicative functions among pre-school children with multiple disabilities in two different setting conditions: group versus individual patterns. *Augmentative and Alternative Communication, 21*, 3-18.
- Osberger, M. J. (1986). Language and learning skills of hearing-impaired students. *ASHA Monographs, 23*.
- Oshima-Takane, Y. (1988). Children learn from speech not addressed to them: The case of personal pronouns. *Journal of Child Language, 15*, 94-108.
- Oshima-Takane, Y., Takane, Y., & Schultz, T. R. (1999). The learning of first and second person pronouns in English: Network models and analysis. *Journal of Child Language, 26*, 545-575.
- Ouellet, C. (2006). *Acquisition du langage chez les enfants avec implant cochléaire*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, 155 pages.
- Ouellet, C., Le Normand, M.-T., & Cohen, H. (2001). Language evolution in children with cochlear implants. *Brain and Cognition 46*(1-2), 231-235.
- Padovani, C. M. A., & Teixeira, E. R. (2004). Using the MacArthur Communicative development inventories to assess the lexical development of cochlear implanted children. *Pro Fono, 16*, 217-224.

- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Oxford: Blackwell.
- Pettito, L. A. (1994). Are signed languages “real” languages? Evidence from American Sign Language and Langue des Signes Québécoise, *Signpost (International Quarterly of the Sign Linguistics Association)*, 7(3), 1-10.
- Phillips, B., Ball, C., Sackett, D., Badenoch, D., Straus, S., Haynes, B., et al. (2001). *Oxford Centre for Evidence-based Medicine Levels of Evidence*. Consulté le 22 février 2007 sur <http://www.cebm.net>
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. New-York: William Morrow & Co.
- Pisoni, D. B. (2000). Cognitive factors and cochlear implants: Some thoughts on perception, learning, and memory in speech perception. *Ear and Hearing*, 21, 70-78.
- Pisoni, D. B. (2005). Speech perception in deaf children with cochlear implants. *Research on Spoken Language Processing Progress Report No 26*. Bloomington, IN: Speech Research Laboratory.
- Pisoni, D. B., Svirsky, M. A., Kirk, K. I., & Miyamoto, R. T. (1997). Looking at the stars: A first report on the intercorrelations among measures of speech perception, intelligibility, and language development in pediatric cochlear users. *Research on Spoken Language Processing Progress Report No 21*. Bloomington, IN: Speech Research Laboratory.
- Reynell, J. K., & Gruber, C. P. (1990). *Reynell Developmental Language Scales*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Rice, M. L. (2000). Grammatical symptoms of specific language impairment. In D. M. V. Bishop & L. B. Leonard (Eds.), *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome*. Hove, U.K.: Psychology Press.
- Rice, M. L., & Wexler, K. (1996). Toward tense as a clinical marker of specific language impairment in English-speaking children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 1239-1257.

- Rinaldi, P., & Caselli, C. (2009). Lexical and grammatical abilities in deaf Italian preschoolers: The role of duration of formal language experience. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 14*, 63-75.
- Robbins, A. M., Bollard, P. M., & Green, J. (1999). Language development in children implanted with the CLARION cochlear implant. *The annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 108*(Suppl. 177), 113-118.
- Robbins, A. M., Green, J. E., & Waltzman, S. B. (2004). Bilingual oral language proficiency in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 130*, 644-647.
- Robbins, A., & Osberger, M. J. (1990). *Meaningful Use of Speech Scale*. Indiana University School of Medicine, Indianapolis, IN.
- Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Berry, S. W. (1991). Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children. *American Journal of Otolaryngology, 12*(Suppl.), 144-150.
- Robbins, A. M., Svirsky, M. A., Kirk, K. I. (1997). Children with implants can speak but can they communicate? *Otolaryngology, Head and Neck Surgery, 117*, 155-160.
- Robinson, K., (1998). Implications of developmental plasticity for the language acquisition of deaf children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 46*, 71-80.
- Roid, G., & Miller, L. (1997). *The Leiter International Performance Scale-Revised*. Wood Dale, IL: Stoelting Co.
- Rossetti, L. (1990). *The Rossetti Infant-Toddler Language Scale: A measure of communication and interaction*. East Moline, IL: LinguiSystems.
- Ruben, R. J. (1997). A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Oto-laryngologica, 117*, 202-205.
- Ruben, R.J., Schwartz, R. (1999). Necessity versus sufficiency: the role of input in language acquisition. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 47*, 137-140.

- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Russell, J. (2004). *What is language development? Rationalist, empiricist and pragmatist approaches to the acquisition of syntax*. Oxford, U. K.: Oxford University Press.
- Sarant, J. Z., Blamey, P. J., Cowan, R., & Clark, G. M. (1997). The effect of language knowledge on speech perception: What are we really assessing? *The American Journal of Otology*, 18(Suppl. 6), S135-S137.
- Sarant, J. Z., Holt, C. M., Dowell, R. C., Rickards, F. W., & Blamey, P. J. (2008). Spoken language development in oral preschool children with permanent childhood deafness. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Advance Access, published October 6, 2008.
- Saussure, F. de (1915/1969). *Cours de linguistique générale*. Paris : Payot.
- Shannon, R. V. (2007). Understanding hearing through deafness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(17), 6883-6884.
- Sharma, A., Dorman, M. F., Spahr, A. J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation. *Ear and Hearing*, 23, 532-539.
- Sharma, A., Dorman, M. F., & Kral, A. (2005). The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hearing Research*, 203, 134-143.
- Schauwers, K., Gillis, S., Daemers, K., De Beukelaer, C., De Ceulaer, G., Yperman, M., et al. (2004). Normal hearing and language development in a deaf-born child. *Otology & Neurotology*, 25, 924-929.
- Schauwers, K., Gillis, S., & Govaerts, P. (2005). Language acquisition in children with a cochlear implant. In P. Fletcher & J. F. Miller (Eds.), *Developmental Theory and Language Disorders*. (pp. 95-119). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.

- Scherer, N. J., & D'Antonio, L. L. (1995). Parent questionnaire for screening early language development in children with cleft palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 32(1), 7-13.
- Schiavetti, N., & Metz, D. E. (2005). *Evaluating Research in Communicative Disorders* (5th edition). Boston: Allyn and Bacon.
- Schirmer, B. R. (1985). An analysis of the language of young hearing-impaired children in terms of syntax, semantics, and use. *American Annals of the Deaf*, 130, 15-19.
- Semel, E., Wiig, E. H., & Secord, W. A. (1995). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals 3*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Serry, T. A., & Blamey, P. J. (1999). A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 141-154.
- Seung, H., Holmes, A., & Colburn, M. (2005). Twin language development: A case study of a twin with a cochlear implant and a twin with typical hearing. *Volta Review*, 105(2), 175-188.
- Shi, R., Marquis, A., & Gauthier, B. (2006). Segmentation and representation of function words in preverbal French-learning infants. In D. Bamman, T. Magnitskaia, & C. Zaller (Eds.), *Proceedings of the 30th Annual Boston Conference on Language Development* (pp.549-560). Boston, MA: Cascadilla Press.
- Sorkin, D. L., & Zwolan, T. A. (2008). Parental perspectives regarding early intervention and its role in cochlear implantation in children. *Otology & Neurotology*, 29, 137-141.
- Snow, C.E. (1999). Social perspectives on the emergence of language. In B. MacWhinney (Ed.), *The emergence of language* (pp.257-276). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sparrow, S. S., Balla, D. A., & Cicchetti, D. V. (1984). *Vineland Adaptive Behavior Scales, interview edition*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Spencer, L. J., Barker, B. A., & Tomblin J. B. (2003). Exploring the language and literacy outcomes of pediatric cochlear implant users. *Ear and Hearing*, 24, 236-247.

- Spencer, L. J., Tye-Murray, N., & Tomblin, J. B. (1998). The production of English inflectional morphology, speech production and listening performance in children with cochlear implants. *Ear and Hearing, 19*, 310-318.
- Spencer, P. E. (2004). Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: Child, family, and linguistic factors. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 9*, 395-412.
- Spencer, P. E., & Lederberg, A. R. (1997). Different modes, different models: Communication and language of young deaf children and their mothers. In L. B. Adamson, & M. A. Ronski (Eds.), *Communication and language acquisition: Discoveries from atypical development*. Baltimore, MD: Brooks, 1997.
- Stallings, L. M., Gao, S., & Svirsky, M.A. (2002). Assessing the language abilities of pediatric cochlear implant users across a broad range of ages and performance abilities. *The Volta Review, 102(4)*, 215-235.
- Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., & Lewis, D. E. (2004). Novel-word learning in children with normal hearing and hearing loss. *Ear and Hearing, 25*, 47-56.
- Summerfield, A.Q., Marshall, D.H. (1999). Paediatric cochlear implantation and health-technology assessment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 47*, 141-151.
- Svirsky, M. A., Stallings, L. M., Lento, C. L., Ying, E., & Leonard, L. B. (2002). Grammatical morphological development in pediatric cochlear implant users may be affected by the perceptual prominence of the relevant markers. *The annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology, 189(Suppl.)*, 109-112.
- Svirsky, M. A., Teoh, S., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at implantation. *Audiology & Neurootology, 9*, 224-233.

- Szagun, G. (1997). A longitudinal study of the acquisition of language by two German-speaking children with cochlear implants and of their mothers' speech. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *42*, 55-71.
- Szagun, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants: A developmental psycholinguistic approach. *Audiology & Neurootology*, *5*, 39-47.
- Szagun, G. (2001). Language acquisition in young German-speaking children with cochlear implants: Individual differences and implications for conceptions of a "sensitive phase". *Audiology & Neurootology*, *6*, 288-297.
- Szagun, G. (2002). Learning the h(e)ard way: The acquisition of grammar in young German-speaking children with cochlear implants and with normal hearing. In F. Windsor, M. L. Kelly, & N. Hewlett (Eds.), *Investigations in clinical phonetics and linguistics* (pp.131-144). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Thal, D. J., Marchman, V., Stiles, J., Aram, D., Trauner, D., Nass, R., & Bates, E. (1991). Early lexical development in children with focal brain injury. *Brain and Language*, *40*, 491-527.
- Thal, D., DesJardin, J. L., & Eisenberg, L. S. (2007). Validity of the MacArthur-Bates Communicative Development Inventories for measuring language abilities in children with cochlear implants. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *16*, 54-64.
- Tomasello, M. (1992). *First verbs : A case study of early grammatical development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tomasello, M. (2003). *Constructing a Language: A Usage-based Theory of Language Acquisition*. London: Harvard University Press.
- Tomasello, M. (2006). The social bases of language acquisition. *Social Development*, *1*, 67-87.
- Tomblin, J. B., Spencer, L. J., & Gantz, B. J. (2000). Language and reading acquisition in children with and without cochlear implants. *Advances in Otorhinolaryngology*, *57*, 300-304.

- Tomblin, J. B., Barker, B. A., & Hubbs, S. (2007). Developmental constraints on language development in children with cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 46, 512-523.
- Tomblin, J. B., Barker, B. A., Spencer, L. J., Zhang, X., & Gantz, B. J. (2005). 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.
- Tomblin, J. B., Spencer, L. J., Flock, S., Tyler, R. S., & Gantz, B. (1999). A comparison of language achievement in children with cochlear implants and children using hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing research*, 42, 497-511.
- Tonelson, S., Watkins, S. (1979) *The SKI*HI Language Development Scale*. Project SKI*HI. Logan, Utah: Utah State University.
- Trudeau, N., et al. (2008). Les inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication : enfin prêts ! *14e Congrès de l'Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec*, novembre 2008.
- Trudeau, N., et collaborateurs (2008). Les Inventaires MacArthur-Bates du développement de la communication (IMBCD). Manuel technique et guide de l'utilisateur. Montréal.
- Trudeau, N., Frank, I., & Poulin-Dubois, D. (1997). *Inventaires MacArthur du développement de la communication : Mots et gestes*. Montréal.
- Trudeau, N., Frank, I., & Poulin-Dubois, D. (1999) Une adaptation en français québécois du MacArthur Communicative Development Inventory. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 23(2), 61-73.
- Tuller, L. (2000). Aspects de la morphosyntaxe du français des sourds. [Aspects of French morpho-syntax in deaf individuals]. *Recherches linguistiques de Vincennes*, 29, 143-156.
- Turner, H. M., III, & Bernard, R. M. (2006). Calculating and synthesizing effect-sizes. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 33, 42-55.

- Tye-Murray, N., Spencer, L. J., & Woodworth, G. G. (1995). Acquisition of speech by children who have prolonged cochlear implant experience. *Journal of Speech and Hearing Research, 38*, 327-337.
- Tyler, R. S., Fryauf-Bertschy, H., Kelsay, D. M., Gantz, B. J., Woodworth, G. P., & Parkinson, A. (1997). Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 117*, 180-187.
- Van Nes, K. (2008). The development of verbal inflection in deaf children with a cochlear implant. (Master thesis <http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2008-0911-200347/UUindex.html>).
- Vasilyeva, M., Huttenlocher, J., & Waterfall, H. (2006). Effects of language intervention on syntactic levels in preschoolers. *Developmental Psychology, 42*, 164-174.
- Volterra, V., Capirci, O., & Caselli, C. (2001). What atypical populations can reveal about language development: The contrast between deafness and Williams syndrome. *Language and Cognitive Processes, 16*, 219-239.
- Waltzman, S. B., Robbins, A. M., Green, J. E., & Cohen, N. L. (2003). Second oral language capabilities in children with cochlear implants. *Otology & Neurootology, 24*, 757-763.
- Warner-Czyz, A. D., Davis, B. L., MacNeilage, P. F., Matyear, C. A., & Tobey, E. A. (2008, avril). Early word acquisition in very young cochlear implant users. Communication présentée à la 10th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies. San Diego, CA.
- Wetherby, A. M., & Prizant, B. M. (1993). *Communication and Symbolic Behavior Scale*. Chicago, Illinois: Applied Symbolix.
- Wiig, E. H., & Secord, W. A. (1992). *Test of Word Knowledge*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wilson, B. S. (2000). Cochlear implant technology. In J. K. Niparko, K. I. Kirk, N. K. Mellon, A. McConkey-Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear*

- implants: Principles and practices* (pp. 109-121). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Williams, K. T. (1997). *Expressive Vocabulary Test*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Witkin, D. M. (2005). *Identification of factors predicting spoken language development in young children with cochlear implant*. Washington University School of Medicine. Retrieved August 10, 2006 from <http://linpub1.wustl.edu:8080/bitstream/1838.TST/115/1/Witkin.pdf>.
- Wright, M., Purcell, A., & Reed, V. A. (2002). Cochlear implants and infants: Expectations and outcomes. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*(Suppl. 189), 131-137.
- Yoshinaga-Itano, C. (2005, June), *From Sign Language to spoken English: Evidence of a lexical piggyback in the language of deaf children with cochlear implants*. Conference presented at the Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI.
- Young, G. A., & Killen, D. H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 802-810.
- Zable, A. (2001). *Cochlear implant outcomes in children: Variables influencing speech and language performance levels*. Unpublished master's thesis, Washington State University Spokane, WA.
- Zimmerman, I. L., Steiner, V. G., & Pond, R. E. (1992). *Preschool Language Scale-3*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Zimmerman-Phillips, S., Robbins, A. M., Osberger, M. J. (2001). *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*. Sylmar, California: Advanced Bionics Corp.

**Annexe : Lettre de recrutement, feuillet d'information,
formulaire de consentement**

**VOTRE PARTICIPATION
EST IMPORTANTE
POUR FAIRE AVANCER**



Québec, le 20 septembre 2006

PROJET DE RECHERCHE – IMPLANT COCHLÉAIRE

Chers parents,

Nous vous contactons pour vous inviter, vous et votre enfant, à participer à une étude sur le développement du langage. Le but du projet est d'approfondir notre compréhension du développement du langage des enfants qui ont reçu un implant cochléaire (comme par exemple le nombre de mots de vocabulaire et la capacité à faire des phrases). Ce projet aidera les orthophonistes et les autres intervenants de tout le Québec à améliorer leurs interventions pour favoriser le développement du langage chez ces enfants.

Pour réaliser ce projet, nous avons besoin de beaucoup de participants : quarante enfants qui ont reçu leur implant entre l'âge de 1 et 2 ans (plus ou moins quelques mois). **Votre contribution est donc importante.** Si vous acceptez de collaborer au projet, votre enfant participera à une ou deux rencontres d'évaluation d'environ une heure chacune. Des tests qui sont souvent utilisés par les orthophonistes pour évaluer différents aspects du langage (par exemple le vocabulaire et la compréhension des phrases) seront présentés à votre enfant.

Tout sera mis en oeuvre pour que vous n'avez pas à vous déplacer très loin. Les rencontres avec votre enfant auront lieu à l'endroit qui vous convient le mieux. Elles pourront se dérouler soit au *Centre de recherche de l'Hôpital Ste-Justine (Centre de réadaptation Marie-Enfant)* à Montréal, soit à *l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRDPQ)*, selon le lieu où vous résidez et selon votre préférence. **Vous n'aurez pas nécessairement à vous déplacer au centre d'implantation de Québec.** Vous pourrez être vus à Québec si vous habitez dans cette région ou si vous aimeriez que l'évaluation se fasse en même temps que votre visite annuelle pour la programmation à l'Hôtel-Dieu de Québec ou pour un contrôle à l'Institut.

Cette recherche a reçu l'approbation des comités d'éthique de *l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRDPQ)* et de *l'hôpital Ste-Justine*, de Montréal. Elle est supportée par le *Programme Québécois pour l'implant cochléaire*. Le projet fait partie des études de doctorat en orthophonie de Louise Duchesne, que vous connaissez peut-être, qui est orthophoniste au *Programme québécois pour l'implant cochléaire* depuis 1995.

Nous vous invitons à lire attentivement les documents qui accompagnent cette lettre. Il y a un document d'information qui explique le projet et un formulaire de consentement. Si vous désirez participer à la recherche avec votre enfant, veuillez signer et retourner rapidement le formulaire à l'aide de l'enveloppe de retour déjà affranchie. Vous serez ensuite contactés par téléphone par Louise Duchesne pour prendre le rendez-vous à l'endroit et au moment qui vous conviennent.

Si vous avez des questions à poser **avant** de prendre votre décision de participer, n'hésitez pas à contacter soit Maryse Landry, audiologiste, coordonnatrice au programme en déficience auditive et implant cochléaire de l'IRDPO, au numéro de téléphone **(418) 623-5555, poste 311** ou par courriel à maryse.landry@irdpq.qc.ca. ou encore Louise Duchesne, orthophoniste et responsable du projet, au **(418) 623-5555, poste 325** ou par courriel à louise.duchesne@umontreal.ca.


Grâce à votre participation à notre étude, vous ferez avancer les connaissances sur l'implant cochléaire et vous aiderez votre propre enfant, et aussi tous les enfants qui ont présentement un implant et ceux qui seront implantés dans le futur, à recevoir de meilleurs services. En tant que bénéficiaire d'un implant, votre enfant aidera aussi à faire progresser la cause de l'implant cochléaire en participant à la recherche.

Merci !

Louise Duchesne, M.A., M.O.A.
orthophoniste, candidate au doctorat en orthophonie

François Bergeron, Ph.D.
chercheur, Université Laval

Ann Sutton, Ph.D.
chercheuse, Centre de recherche du CHU Ste-Justine

 <p>Institut de réadaptation en déficience physique de Québec</p> <hr/> <p>Institut universitaire</p>	FEUILLET D'INFORMATION
--	-------------------------------

N° DU PROJET : 2006-69 (réservé à l'administration)

TITRE DU PROJET :

Développement des habiletés linguistiques chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire (habiletés linguistiques des enfants ayant reçu un implant à deux ans).

RESPONSABLE(S) :

- Louise Duchesne, M.A., M.O.A. , orthophoniste, étudiante au doctorat en sciences biomédicales, option orthophonie, Université de Montréal; Centre de recherche du CHU Ste-Justine; Institut de réadaptation en déficience physique de Québec; Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale ;
- Ann Sutton, Ph.D., professeure adjointe, école d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal; Centre de recherche du CHU Ste-Justine;
- François Bergeron, Ph.D., professeur adjoint, département d'orthophonie, Université Laval ; Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale

ORGANISME DE SUBVENTION :

INTRODUCTION :

Nous vous invitons à participer à un projet de recherche qui porte sur le développement du langage des enfants qui ont reçu un implant cochléaire.

Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire d'information et de consentement vous explique le but de ce projet de recherche, les procédures, les avantages, les risques et les inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin. Il vous informe également des autres traitements qui sont à votre disposition.

Le formulaire d'information et de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable du projet et aux autres membres du personnel affecté au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

NATURE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE :

L'implant cochléaire est une technologie qui est réputée avoir des impacts positifs sur le développement auditif et sur la communication. Cette étude a pour but de décrire le développement du langage d'enfants âgés entre 12 mois et 7 ans qui ont reçu un implant cochléaire en bas âge, afin de mesurer l'impact de l'implant sur l'évolution des habiletés de langage. Cette étude permettra aux orthophonistes et aux autres personnes qui travaillent auprès de cette clientèle à travers la province de Québec d'améliorer leurs interventions afin de favoriser le développement du langage.

Entre 30 et 40 enfants dont la langue maternelle est le français, sans trouble du langage connu, qui présentent une surdité congénitale sévère à profonde et qui ont reçu un implant cochléaire à l'âge de 2 ans et moins depuis janvier 2001 via le *Programme québécois pour l'implant cochléaire* seront invités à participer à la recherche.

DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE :

Le langage de votre enfant sera évalué à partir d'une série de tests de langage. Ces tests sont fréquemment utilisés en clinique et couvrent différents aspects du langage (par exemple le vocabulaire et la compréhension). L'un des outils d'évaluation est un questionnaire à remplir par le parent (MacArthur) : le parent devra être présent pour le compléter.

Un maximum de deux séances d'environ une heure à une heure et demie chacune seront nécessaires pour compléter chaque évaluation. Chacune des séances contiendra des pauses selon les besoins de l'enfant. Les rencontres d'évaluation pourront avoir lieu à quelques jours d'intervalle afin de ne pas fatiguer l'enfant. Le parent pourra être présent durant les séances d'évaluation.

Les activités d'évaluation du langage et de cueillette de données se dérouleront soit au *Centre de recherche de l'Hôpital Ste-Justine (Centre de réadaptation Marie-Enfant)*, soit à l'*Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRD PQ)*, selon votre région de résidence. Vous n'aurez donc pas nécessairement à vous déplacer au centre d'implantation de Québec, sauf si vous résidez dans cette région ou si votre rendez-vous coïncide avec la session d'évaluation prévue au projet.

RISQUES POTENTIELS ET AVANTAGES POSSIBLES :

Ce projet vise à étudier le développement du langage. Aucun bénéfice direct n'est attendu si ce n'est que de connaître la condition de votre enfant. Pour votre information et si vous le désirez, une fois que l'analyse sera terminée, nous vous enverrons un résumé des résultats obtenus par votre enfant. Dans une perspective plus générale, ce projet permettra l'avancement des connaissances sur les bénéfices de l'implant cochléaire sur le développement du langage chez les enfants sourds québécois qui reçoivent un tel implant. Ces nouvelles connaissances pourront aider les orthophonistes et tous les autres intervenants qui travaillent avec ces enfants. Un court résumé du rapport du projet sera expédié à toutes les familles qui y auront participé.

Votre participation ne présente aucun risque et aucune douleur ni pour votre enfant ni pour vous. La plupart des tâches ne sont pas amusantes mais des pauses et des périodes de jeu sont prévues pour que l'enfant puisse se reposer. Le seul inconvénient à votre participation est donc le temps nécessaire pour l'évaluation, environ deux heures et demie, échelonnées sur deux rencontres.

DROITS DU PARTICIPANT :

Votre participation et celle de votre enfant à ce projet sont tout à fait libres et volontaires. Vous pouvez à tout moment vous retirer du projet sans avoir à fournir de raison. Un refus de participer ou une interruption de participation n'aura aucun impact sur les services de réadaptation que votre enfant recevra. Toutes les données obtenues de ceux et celles qui se retirent du projet seront détruites.

QUESTIONS AU SUJET DE L'ÉTUDE :

Pour toute question concernant cette recherche, contactez les responsables du projet : Louise Duchesne, au (514) 374-1710 poste 8678 ou au (418) 623-5555 poste 325 , Dr. Ann Sutton, au (514) 374-1710 poste 8606 ou Dr. François Bergeron au (418) 656-2131, poste 12190.

Pour obtenir plus d'information concernant vos droits et ceux de votre enfant en tant que participants à un projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la coordonnatrice de la recherche de l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec, au (418) 529-9141, poste 6036.

COMPENSATION :


Aucune compensation, financière ou autre, n'est offerte pour la participation.

CONFIDENTIALITÉ ET UTILISATION DES RÉSULTATS :

Toutes les informations recueillies dans le cadre de ce projet seront soumises aux exigences de confidentialité en vigueur dans l'ensemble des établissements de santé, à moins d'une autorisation de votre part ou d'une exception de la loi.

Un code sera associé au dossier de chaque enfant afin de préserver l'anonymat des participants. Les données qui permettent d'identifier les participants (nom, adresse) seront conservées sous clé dans un endroit à part et seuls les responsables du projet y auront accès. Les données des évaluations ne seront accessibles qu'aux personnes directement impliquées dans le projet (responsables, personnel effectuant les analyses). Enfin, les données recueillies seront conservées à l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec pour une durée de 5 ans suivant la fin du projet et seront ensuite détruits. Ils ne seront pas utilisés pour d'autres fins à moins que vous ne donniez votre consentement explicite à ce sujet. Les résultats obtenus pourraient être publiés ou communiqués dans un congrès scientifique. En tout temps, la confidentialité de l'identité des participants sera préservée.

Projet de recherche approuvé par
le comité d'éthique de la recherche de l'IRDPQ, le 1er août 2006

 <p>Institut de réadaptation en déficience physique de Québec Institut universitaire</p>	<h2>FORMULAIRE DE CONSENTEMENT</h2>
---	-------------------------------------

N° de projet : 2006-69

Titre du projet : Développement des habiletés linguistiques chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire

Responsable(s) du projet : Louise Duchesne, Ann Sutton, François Bergeron

- 1) Le(la) responsable m'a informé(e) de la nature et des buts de ce projet de recherche ainsi que de son déroulement;
- 2) Le(la) responsable m'a informé(e) des risques et inconvénients associés à ma participation;
- 3) Ma participation à cette étude est volontaire et je peux me retirer en tout temps sans préjudice;
- 4) Les données de cette étude seront traitées en toute confidentialité et elles ne seront utilisées qu'aux fins scientifiques et par les partenaires identifiés au formulaire d'information;
- 5) J'ai pu poser toutes les questions voulues concernant ce projet et j'ai obtenu des réponses satisfaisantes;
- 6) Ma décision de participer à cette étude ne libère ni les chercheurs, ni l'établissement hôte de leurs obligations envers moi;
- 7) Je sais qu'aucune rémunération n'est rattachée à ma participation;
- 8) Le(la) responsable m'a remis un exemplaire du feuillet d'information et du formulaire de consentement;
- 9) J'ai lu le présent formulaire et je consens volontairement à participer à cette étude;
- 10) Je désire recevoir une copie des résultats de l'étude oui non

Nom et prénom du sujet	Date de naissance	Numéro de téléphone
Signature du sujet *	Date	
Nom du chercheur	Date	Signature
Assentiment de l'enfant (si possible)	Date	Signature

* Dans le cas de personnes mineures ou inaptes, remplacer la signature du sujet par celle du parent ou du tuteur