HAL
open science

Le développement psychologique d'enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire : études longitudinale et transversale

Aurore Berland

To cite this version:

Aurore Berland. Le développement psychologique d'enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire : études longitudinale et transversale. Psychologie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2014. Français. NNT : 2014TOU20117 . tel-01332607

HAL Id: tel-01332607

https://theses.hal.science/tel-01332607

Submitted on 16 Jun 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :
Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Discipline ou spécialité :

Psychologie

Présentée et soutenue par :
Aurore BERLAND

le : Vendredi 19 décembre 2014

Titre :

Le développement psychologique
d'enfants sourds porteurs d'implants cochléaire :
Études longitudinale et transversale

Ecole doctorale :
Comportement, Langage, Education, Socialisation, COgnition (CLESCO)

Unité de recherche :
URI Octogone-ECCD (EA 4156) / CerCo (UMR 5549, CNRS)

Directeur(s) de Thèse :
Michèle GUIDETTI, Professeure des Universités, Université Toulouse Jean Jaurès
Pascal BARONE, Directeur de Recherche, CNRS, CerCo, Toulouse

Rapporteurs :
Gaïd LE MANER-IDRISSI, Professeure des Universités, Université Rennes 2
Jacqueline LEYBAERT, Professeure des Universités, Université Libre de Bruxelles

Autre(s) membre(s) du jury

Michel Mondain, PU/PH, Université de Montpellier 1
Willy Serniclaes, Directeur de Recherche, CNRS, LPP, Université Paris 5
Olivier Deguine, PU/PH, Université Toulouse 3 – Paul Sabatier

Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans la participation des enfants implantés et entendants. Mes remerciements se tournent donc en tout premier lieu vers eux, pour leur coopération. Merci également à leurs familles d'avoir donné leur accord pour que leurs enfants soient inclus dans notre étude. Sans cela, notre travail n'aurait pas pu voir le jour.

Cette thèse est aussi le fruit de la réflexion de mes directeurs. Merci donc à eux de m'avoir recrutée sur ce projet. Merci Michèle de vos conseils, de votre disponibilité (de jour comme de nuit), et de votre patience envers moi, *petite orthophoniste,* qui ne connaissais pas le monde universitaire, et qui a parfois abordé ses codes avec maladresse. Merci de m'y avoir introduite et d'avoir toujours cru en moi, en soutenant chacune de mes démarches. A Pascal B., merci de votre regard et de vos conseils scientifiques avisés, qui m'ont chaque fois permise de me dépasser. Merci également de m'avoir aidée et soutenue, notamment dans l'écriture de mon tout premier article.

Notre travail n'aurait pas pu avoir lieu non plus sans l'étroite collaboration du service ORL de l'Hôpital Purpan de Toulouse. Je souhaite donc adresser de très sincères remerciements au Professeur Fraysse de m'avoir ouvert avec enthousiasme les portes du service ORL pédiatrique. Merci de votre soutien et de votre confiance. Grâce à cela, une collaboration riche a pu être mise en place. Tous mes remerciements vont également à Olivier Deguine pour sa participation active à l'encadrement de cette thèse. Merci d'en avoir donné les principales orientations, et de m'avoir permis concrètement de le réaliser. J'espère que ce travail sera à la hauteur de vos attentes, et de la confiance que vous avez placée en moi.
Merci également à Nadine Cochard de m'avoir accueillie au sein de l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire et à Marie-Noëlle Calmels, pour sa bienveillance et ses conseils. J'espère que nous pourrons continuer à travailler ensemble, afin que les résultats de cette thèse puissent bénéficier encore davantage de votre expertise scientifique et clinique.
Enfin, je tenais à remercier Delphine Dupin-Deguine pour sa grande disponibilité. Merci d'avoir chaque fois été présente pour réaliser les inclusions des enfants entendants, alors même que les créneaux horaires définis ne vous arrangeaient pas toujours.

Je remercie sincèrement Mmes Gaïd Le Maner-Idrissi et Jacqueline Leybaert d'avoir accepté d'évaluer et de discuter ce travail. Merci également à MM. Michel Mondain et Willy Serniclaes d'avoir accepté de donner de leur temps pour examiner mon travail de thèse et participer à ce jury.

Cette recherche a bénéficié d'un soutien financier émanant du Pôle de recherche et d'enseignement supérieur de Toulouse (PRES), ainsi que du CHU de Toulouse via un Appel d'Offre Local (2011).

Encore quelques lignes à écrire… et déjà (ou enfin, cela dépend des moments…) une page se tourne. La thèse, cette page de vie. Quatre années au cours desquelles, comme dans toute existence, les instants se sont succédés, emplis de joies, de tristesse, de désarrois, de débats… Et pour les partager, des individus, tous uniques…Certains ont marqué des instants de leur présence, d'autres ont partagé de plus longs moments et sont désormais partis continuer leur route vers d'autres aventures, d'autres sont toujours présents et quelques-uns enfin continueront sans doute un bout de chemin à mes côtés. Chacun, par sa personnalité et l'unicité des échanges partagés, qu'ils aient été scientifiques, cordiaux, ou amicaux, m'a permis d'avancer dans ma construction de jeune chercheuse, et plus largement dans mon épanouissement personnel.

* Chronologiquement, je souhaite remercier:

Mme Ballas de m'avoir laissé le choix de réaliser cette thèse « *Pesez le pour et le pour* », sans me faire peser les difficultés possibles de ma démission sur l'organisation de la structure.

Pauline d'avoir pleuré mon départ (ben oui, je l'avoue, ça fait du bien) et d'avoir accompagné cette transition, affectivement compliquée… grâce à cette aventure palpitante qu'est l'amitié. Merci après d'avoir supporté également mes absences, alors même que tu aurais pu avoir besoin de moi. Je vais me rattraper, c'est promis !

Isabelle, merci pour ta présence, tes conseils. Merci également de m'avoir accompagnée jusqu'à Toulouse en me trouvant mon tout premier nid là-bas.

Christophe, merci de tes nombreux appels. Même si je ne répondais pas toujours présente à l'autre bout du fil, tes messages sur mon répondeur ont ponctué ces quatre ans, toujours là pour me faire plaisir. Merci de n'avoir jamais abandonné, et d'avoir grandement participé à faire perdurer notre belle relation.

Jordane, de m'avoir initié aux plaisirs de la psychologie. Merci pour nos nombreuses discussions qui m'ont fait avancer… Même si la thèse et mon départ ont mis de la distance, j'espère pouvoir prendre dès à présent plus de temps pour partager de bons moments avec toi et les tiens dans les Pyrénées !

…et tous mes anciens collègues de m'avoir donné et appris autant…

Sébastien d'avoir accompagné tout mon début de thèse, avec enthousiasme et confiance. C'est avant tout grâce à toi que je me suis lancée dans cette aventure. Merci de m'avoir aidé à porter mes projets et de m'avoir soutenue contre vents et marées. Merci d'avoir été présent à 100% chaque fois que tu as pu le faire.

Chantal et Pacou d'avoir accompagné mes premiers pas sur Toulouse en me permettant de partager leur lieu de vie chaleureux…

** Puis professionnellement à Toulouse :*

Je tiens à remercier tout particulièrement les professionnels de l'Unité Pédiatrique du service ORL de Toulouse, où j'ai chaque fois trouvé bienveillance, bonne humeur et soutien. Merci de m'avoir si bien accueillie, de m'avoir aidée pour les passations, de m'avoir accompagnée dans mes réflexions. Merci pour tous ces échanges, riches et fructueux…. et aussi pour nos moments de franche rigolade. Merci à vous tous (Jean-Marc Aufrère, Nadine Cochard, Louise Derieux, Anne Honegger, Hélène Husson, Christine Landron, Nathalie

Leroux, Sarah Pailhes, Flore Pollard & Sébastien Ribas). C'était un tel bonheur de travailler avec vous, que j'ai fait de l'UPIC mon « endroit ressource ». J'espère pouvoir continuer à partager des moments avec vous qu'ils soient professionnels ou personnels !

Et plus particulièrement, merci à toi Nadine. Tous les mots que je trouve ne suffisent pas pour te traduire ma reconnaissance. Merci tout d'abord de m'avoir accueillie à bras ouverts au sein du service dès le début de ce travail. Merci de m'avoir aidée à planifier les RDV et à organiser les passations. Merci également de m'avoir accompagnée dans la construction de ma réflexion, et d'avoir consacré un nombre incalculable d'heures de ton précieux temps pour discuter et débattre avec moi. Merci de ton oreille attentive, de tes conseils judicieux, de tes encouragements répétés et de ton œil juste. Merci, en bref, d'avoir été présente à mes côtés du début à la fin de cette aventure. Une amitié est née... et je te fais la promesse de continuer à y mettre de l'engrais pour qu'elle ne s'abîme pas !

Merci également à Mathieu Marx pour les différents échanges scientifiques que nous avons pu avoir.

L'essentiel de ce travail a été réalisé au sein de l'URI Octogone, et plus particulièrement dans le laboratoire ECCD. Merci donc à toute l'équipe d'ECCD pour les nombreux échanges et plus globalement aux doctorants et statutaires d'Octogone. Merci pour les sourires et les petits mots échangés chaque matin. Merci également pour les partages d'idées et d'opinions en réunion, comme près du four à micro-ondes !

Plus particulièrement, merci Evelyne pour l'aide précieuse que tu nous apporte. Merci Pascal G. pour ton « *idée dans la voiture* ». Je sais, tu me diras que tu n'y es pour absolument rien, mais merci quand même d'avoir été à la base de la conception des deux tâches perceptives utilisées dans ce travail. J'espère qu'elles continueront à être utilisées, car je ne doute pas de leur grand intérêt. Merci également, à titre plus personnel, de tes conseils, ta disponibilité, ton écoute, et tes encouragements. Dès le départ tu as cru en moi, et n'a cessé de me le répéter, chaque fois que j'en doutais moi-même. Merci Julien, notamment pour ton aide dans la mise en place les pré-tests de nos études de perception. Merci Kamran, pour ton aide statistique souriante chaque fois que nécessaire, alors même que tout le labo te sollicitait et que tu avais toi-même des colloques à préparer ! Un professionnalisme sans faille qu'il sera nécessaire de souligner dans un CV ! Merci Nawelle, Jonas et Nives pour votre aide et les discussions qui en ont découlé autour de ce travail.

Et tout spécialement, je tiens à envoyer un très grand merci à Audrey (ma toute première collocataire du R15, pour tous nos échanges), Mayilin (ma voisine d'en face puis d'à côté, jejejeje pour ta présence et ton soutien), à Sören (pour tes conseils, tes petites phrases mélodiques lorsque tu rentres dans ton bureau qui mettent de bonne humeur, tes attentions régulières, et même très dernièrement pour le petit déjeuner), Hélène (pour ton aide toujours pertinente, efficace et fouillée et nos soirées « Grand Rond »), et Céline (pour tes petits mots au tableau).

Un très grand merci également à mes « adoptés d'ECCD » préférés : Marie, Nadia, Emilie, Nicole, Charlotte, Lionel. A vous tous, j'avais très envie de vous écrire de longs remerciements personnalisés, comme pour les personnes citées ci-avant. Mais, il est H-1 avant d'imprimer, et j'ai encore des relectures à faire. Alors je me suis dit que vous étiez les plus à mêmes de comprendre que chaque petite minute compte. Pour m'excuser, je m'engage à passer dans chacun de vos bureaux et à appeler ceux qui sont partis vers d'autres projets pour vous adresser en direct, mes

remerciements les plus profonds. Vous êtes également invités à venir prendre un verre (ou deux) à la maison !

Merci aussi à Sylvaine, qui même si elle n'est pas « octogonale », a partagé avec moi les nombreuses anecdotes d'une vie de thésarde !

Merci également à Rodika et à Marie d'avoir été présentes chaque fois que je venais sur le Cerco. Promis Rodi, je viendrai te voir en Allemagne !

Merci à Vanina Bongard et Sébastien Déjean pour leurs conseils statistiques.

** ...ou ailleurs (My « first long trip abroad ever ») :*

Thanks to Emily Tobey for opening her laboratory to me without any restriction. Thank you very much for our scientific exchanges which allow me to progress a lot. Thanks also for having allowed me to experience unique scientific moments. Thank you for your professional and personal ability to give and share. Thank you also for having made to this scientific exchange a wonderful human adventure. Rich is much more than $ or science.
Thanks to Olga, for being an awesome roommate and for sharing with me some unforgettable moments. I hope that we can continue to do it regularly! Thanks also to Oldooz, Nirmal, Hussnain, Feng and Dongmei for your welcome in the lab!
Thanks finally to Mike, Kathryn, Ellie and her parents, and especially to D'Art for having showed me the district! I want you to know that you are the only dog I have walked, ever!

A toi, Yves, merci de m'avoir « *su porter* », d'avoir avancé à mes côtés avec beaucoup de patience et d'amour. Merci également d'avoir accepté de passer de nombreuses soirées dans le bureau R15, sans ne jamais me le reprocher. Merci enfin et surtout de constituer un de mes moteurs d'épanouissement.
Merci enfin maman, pour ton écoute sensible et sensée. Merci pour m'avoir toujours aidée à me réaliser, en me poussant à chercher en moi toutes les ressources qui me sont nécessaires pour avancer sur mon « p'tit bout de chemin ».

Des lieux également ont été importants : *Bagnères* pour m'avoir accueillie chaque WE pendant quelques temps ; l'*UPIC*, au 26 rue Alfred Duméril pour sa chaleur et son ambiance si agréable; le Bureau R15, Algeco du Pavillon de la Recherche ; la rue *Victor Ségoffin*, et la table haute dans le jardin. Dans leurs murs, ou leurs allées de nombreuses anecdotes s'y trouvent… En espérant que les murs n'aient pas toujours d'oreilles…

De fait, et pour synthétiser (aptitude qui me manque encore, comme le prouvent ces remerciements, et de manière plus globale cette thèse), je voulais dire merci à ceux qui, de près comme de loin, ont contribué à mes recherches !

CETTE THESE A DONNE LIEU A…

PUBLICATION

Berland, A., Gaillard, P., Guidetti, M., & Barone, P. (under review). Perception of everyday sounds: A developmental study of a free sorting task.

Berland, A., Cochard, N., Calmels, M.-N., Guidetti, M., Barone, P., & Deguine, O. (2014). Effet des variables individuelles et environnementales sur les résultats post-implantation chez l'enfant. *Annales Françaises d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Pathologie Cervico-Faciale*, *131*(4), A162–A163.

PRESENTATIONS

CONGRES INTERNATIONAUX

Guidetti, M., & Berland, A. (2014, Septembre). *La valutazione delle competenze comunicative nella prima infanzia da più di 20 anni con l'ECSP (Echelle de la communication sociale precoce): bilanci e prospettive*. XXVI Congresso AIP Sezione Psicologia dello Sviluppo e dell'Educazione, Universita della Calabria, 18 Septembre, Arcavacata di Rende (CS), Italie.

Berland, A., Guidetti, M., Barone, P., Fraysse, B., Cochard, N., & Deguine, O. (2014, Juillet). *Cognition and Communication Development after Three Years of Cochlear Implantation in Children*. Poster session presented at the 13th International Congress for the Study of Child Language, 14-18 Juillet, Amsterdam, Pays-Bas.

Berland, A., Guidetti, M., Barone, P, Cochard, N., Gaillard, P., Fraysse, B. & Deguine, O. (2014, June). *Cognition, Perception and Language Development After Three Years of Implantation for Children.* e-Poster and snapshot presented at the à 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies. 18-21 Juin, Munich, Germany.

Berland, A., Cochard, N., Barone, P., Gaillard, P. Deguine, O.& Guidetti, M. (2014, April). *Enfant sourd et implant cochléaire: un développement spécifique?* Poster session presented at the International Conference "Atypical developments: What contributions for developmental psychology? ", April, 17-18, Rennes, France.

Berland, A., Guidetti, M., Fraysse, B., Cochard, N., Barone, P., Gaillard, P., & Deguine, O. (2013, Juillet). *Categorization of Everyday Sounds After Three Years of Implantation by Children*. Poster session presented at the 16th Conference on Implantable Auditory Prostheses, 14-19 Juillet, Lac Tahoe, USA.

CONGRES NATIONAUX

Berland, A., Cochard, N., Calmels, M.-N., Guidetti, M., Barone, P., & Deguine, O. (2014, Octobre). *Effet des variables individuelles et environnementales sur les résultats post-implantation chez l'enfant.* Poster présenté au Congrès Annuel de la Société Française ORL, 11-13 Octobre, Paris, France.

Berland, A. (2013, Mars). *Principe de l'utilisation de la pièce sonore dans l'évaluation des enfants implantés cochléaires: Premières observations*. Communication réalisée aux Journées du Groupe d'Etude et d'Optimisation de la Rééducation et des Réglages de l'Implant Cochléaire (GEORRIC), 15 Mars, Paris, France.

JOURNEES D'ETUDE ET WORKSHOPS

Berland, A. (2013, Février). *Développement cognitif, communicatif & perceptif de l'enfant sourd porteur d'un IC.* Communication réalisée dans le cadre des Journées d'étude entre le laboratoire Cerveau et Cognition (CerCo) et le département d'Oto-Rhino-Laryngologie du CHU de Toulouse, 22 février, Toulouse, France.

Berland, A. (2012, Octobre). *Perception auditive et catégorisation.* Communication réalisée lors de la Journée Scientifique Junior de l'Institut des Sciences du Cerveau, 23 octobre, Toulouse, France.

Berland, A. (2012, Avril). *Catégorisation des sons : une étude développementale.* 4èmes Communication réalisée aux Rencontres Transversales des Jeunes Chercheurs d'Octogone, 3 avril, Toulouse, France.

Berland, A. (2012, Mars). *Free hearing sorting task categorization: application with children on everyday sounds.* Workshop "Mathematical toolbox for Free Categorization Task results", 15 Mars, Toulouse, France.

Berland, A. (2012, Mars). *Cognitive development of cochlear-implanted deaf children.* Conférence Cochlear, 29 Mars, Toulouse, France.

Berland, A. (2011, Mai). *Socio-cognitive development of cochlear-implanted deaf children: Method*. Communication réalisée dans le cadre des Journées du laboratoire Cerveau et Cognition. 31 mai, Toulouse, France.

Sommaire

SOMMAIRE IX

INTRODUCTION 17

CHAPITRE 1. SURDITE ET IMPLANT COCHLEAIRE : UNE VUE D'ENSEMBLE 21

I.1. BREFS ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE DE L'AUDITION 23
I.2. LA SURDITE PROFONDE CHEZ L'ENFANT 25
I.2.1. Classification des surdités 25
I.2.2. Etiologies des surdités de perception 26
I.2.3. Accompagnement thérapeutique 27
I.3. L'IMPLANT COCHLEAIRE 27
I.3.1. Indications d'implantation chez l'enfant 30
I.3.2. Pratiques actuelles pour l'implant cochléaire pédiatrique 31
I.4. RESULTATS POST-IMPLANTATION CHEZ L'ENFANT ET FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER CES RESULTATS 33
I.4.1. L'âge à l'implantation 34
I.4.2. Le mode de communication 35
I.4.3. L'environnement scolaire 37
I.4.4. Le soutien familial 39
I.5. PLAN DE LA THESE 40

CHAPITRE 2. ETUDE LONGITUDINALE DU BILAN PRE-IMPLANTATION A 12 MOIS POST-ACTIVATION : DEVELOPPEMENT PERCEPTIF, COMMUNICATIF ET LANGAGIER D'ENFANTS SOURDS IMPLANTES COCHLEAIRES 43

II.1. INTRODUCTION 45
II.2. LE DEVELOPPEMENT GLOBAL DE L'ENFANT DE 0 A 30 MOIS 46
II.2.1. Le développement psychomoteur du jeune enfant 46
II.2.1.1. Développement postural et moteur 47
II.2.1.2. Développement de la coordination oculo-manuelle 49
II.2.1.3. Lien entre motricité et développement du langage 50
II.2.2. Le développement de la communication et du langage 51
II.2.2.1. Développement de la perception auditive 51

II.2.2.2. Développement des aspects structuraux du langage 54
II.2.2.2.1. Développement du langage oral 54
II.2.2.2.2. Langue orale/Langue des signes : un développement identique ? 60
II.2.2.3. Le langage en interaction : aspects pragmatiques du langage 60
II.2.2.3.1. Communication prélinguistique et contexte interactionnel 61
II.2.2.3.2. Le développement de l'attention conjointe 63
II.2.2.3.3. Lien entre la période prélinguistique et la période langagière chez l'enfant implanté 65
II.2.3. Le développement des attitudes de sociabilité 66
II.2.3.1. Développement de la socialisation 66
II.2.3.2. Développement de l'autonomie de l'enfant dans la vie quotidienne 68
II.2.3.3. Lien entre sociabilité et développement du langage 70
II.2.4. Objectifs de notre étude 70
II.3. METHODOLOGIE 71
II.3.1. Participants : cohorte d'enfants sourds et groupe contrôle 71
II.3.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion 72
II.3.1.2. Données démographiques et anamnestiques de la cohorte d'enfants sourds 73
II.3.1.2.1. Données démographiques 73
II.3.1.2.2. Données anamnestiques 80
II.3.1.3. Description du groupe contrôle 84
II.3.2. Matériel 84
II.3.2.1. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance ou Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997) 84
II.3.2.2. Echelle de Communication Sociale Précoce ou ECSP (Guidetti & Tourrette, 2009) 85
II.3.2.3. Epreuve de détection de sons non-linguistiques 88
II.3.2.3.1. Démarche 88
II.3.2.3.2. Pré-tests 89
II.3.2.3.3. Mise en place de la Pièce Sonore sur les sites de recueil des données 92
II.3.3. Procédure 93
II.3.3.1. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance ou Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997) 94
II.3.3.2. Echelle de Communication Sociale Précoce ou ECSP (Guidetti & Tourrette, 2009) 95
II.3.3.3. Epreuve de détection de sons non-linguistiques 96
II.3.3.3.1. Cohorte d'enfants sourds implantés 96
II.3.3.3.2. Groupe contrôle d'enfants normo-entendants 96
II.3.3.4. Tableau récapitulatif du suivi de la cohorte d'enfants sourds 97
II.3.3.5. Tableau récapitulatif du suivi du groupe d'enfants normo-entendants 98
II.3.4. Cotation des tests développementaux validés et codage du test perceptif 98

II.3.4.1. Cotation du Brunet-Lézine 98
II.3.4.1.1. L'âge de base 99
II.3.4.1.2. Adaptations liées aux caractéristiques de la surdité 100
II.3.4.1.3. Âge des enfants de notre cohorte 101
II.3.4.1.4. Fiabilité des données inter-observateurs 101
II.3.4.2. Cotation de l'ECSP 102
II.3.4.2.1. Adaptation aux conditions de passation 103
II.3.4.2.2. Adaptations liées aux caractéristiques de la surdité 104
II.3.4.2.3. Fiabilité des données inter-observateurs 105
II.3.4.3. Codage de la pièce sonore 106
II.3.4.3.1. Construction de la grille d'analyse des comportements 106
II.3.4.3.2. Fiabilité des données inter-observateurs 108
II.3.5. Hypothèses opérationnelles 108
II.4. DESIGN STATISTIQUE 109
II.5. RESULTATS 110
II.5.1. Evaluation du développement global des enfants (BL-R) 110
II.5.1.1. Développement global et rapport à la norme 110
II.5.1.2. Développement postural 113
II.5.1.3. Développement de la coordination oculo-manuelle 115
II.5.1.4. Développement du langage 118
II.5.1.4.1. Différences entre les résultats obtenus à l'oral seul ou lorsque signes et LPC sont pris en compte 118
II.5.1.4.2. Différences observées au cours du temps 120
II.5.1.4.3. Comparaison à la norme en tenant compte de l'âge auditif des enfants 122
II.5.1.5. Développement de la sociabilité 124
II.5.1.5.1. Comparaison par rapport à la norme 125
II.5.1.5.2. Lien entre langage et sociabilité 127
II.5.1.6. Synthèse globale pour le Brunet-Lézine 128
II.5.2. Evaluation du développement communicatif précoce 129
II.5.2.1. Niveau communicatif précoce global 131
II.5.2.2. Interaction sociale 132
II.5.2.2.1. Rapport à la norme 133
II.5.2.2.2. Les rôles interactifs 134
II.5.2.2.3. Corrélations avec l'âge 135
II.5.2.3. Attention conjointe 136
II.5.2.3.1. Rapport à la norme 138
II.5.2.3.2. Développement des rôles interactifs 138
II.5.2.3.3. Corrélations avec l'âge 139
II.5.2.4. Régulation du comportement 140
II.5.2.4.1. Rapport à la norme 141

II.5.2.4.2. Développement des rôles interactifs 141
II.5.2.4.3. Corrélations avec l'âge 142
II.5.3. Evaluation du développement perceptif des sons du quotidien 143
II.5.3.1. Groupe contrôle d'enfants entendants 143
II.5.3.1.1. Nombre de sons détectés et localisés 143
II.5.3.1.2. Type de sons détectés 146
II.5.3.2. Cohorte d'enfants sourds 147
II.5.3.2.1. Nombre de sons détectés et localisés 147
II.5.3.2.2. Evolution de la détection des sons 149
II.5.3.2.3. Comparaison avec le groupe contrôle 153
II.5.4. Evolution des résultats entre les temps pour les différentes épreuves : récapitulatif 156
II.5.5. Lien entre les différentes évaluations 156
II.5.6. Eléments indicateurs d'une amélioration des performances langagières 159
II.6. DISCUSSION 161
II.6.1. Fonctionnement psychologique des enfants de notre cohorte 161
II.6.1.1. Développement global 161
II.6.1.1.1. Développement psychomoteur 163
II.6.1.1.2. Développement langagier 165
II.6.1.1.3. Développement social 167
II.6.1.2. Communication prélinguistique et rôles interactifs 169
II.6.1.2.1. Développement de l'interaction sociale 170
II.6.1.2.2. Développement de l'attention conjointe 171
II.6.1.2.3. Développement de la régulation du comportement 173
II.6.1.3. Développement des capacités perceptives 174
II.6.1.3.1 Une amélioration de la capacité de perception des sons environnementaux ? 174
II.6.1.3.2. Etapes du développement perceptif 174
II.6.1.3.3. Evolution au cours du temps de la détection des sons 175
II.6.1.4. Liens observés entre les différents domaines de développement 176
II.6.1.5. Eléments indicateurs d'une amélioration des performances langagières 178
II.6.2. Intérêts et limites des outils utilisés avec notre population 180
II.6.2.1. De la difficulté à tester des enfants 180
II.6.2.2. Intérêts et limites du Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997) 180
II.6.2.3. Intérêts et limites de l'Echelle d'évaluation de la communication sociale précoce (Guidetti & Tourrette, 2009) 183
II.6.2.4. Pertinence des adaptations proposées en lien avec la surdité des enfants 185
II.6.2.5. Intérêts et limites de la « Pièce Sonore » 186
II.7. CONCLUSION 187

CHAPITRE 3. DEVELOPPEMENT COGNITIF, PERCEPTIF ET LANGAGIER D'ENFANTS SOURDS PORTEURS D'UN IMPLANT COCHLEAIRE DEPUIS AU MOINS TROIS ANS : UNE ETUDE TRANSVERSALE 191

III.1. INTRODUCTION 193
III.2. DEVELOPPEMENT PERCEPTIF, LANGAGIER ET COGNITIF D'ENFANTS SOURDS PORTEURS D'UN IMPLANT COCHLEAIRE DEPUIS 3 ANS MINIMUM 194
III.2.1. Le développement perceptif : du non-linguistique au linguistique 194
III.2.1.1. Le développement perceptif des sons non-linguistiques 194
III.2.1.2. Le développement perceptif de la parole 197
III.2.2. Le développement de la parole et du langage : de l'acquisition des sons constituant le langage à celle de sa structure. 199
III.2.2.1. Le développement phonologique 199
III.2.2.2. Le développement lexical 201
III.2.2.3. Le développement syntaxique et morphosyntaxique. 202
III.2.2.4. Conclusion 203
III.2.3. Lien entre les capacités cognitives et langagières chez l'enfant implanté. 204
III.2.4. Problématique de l'étude 206
III.3. METHODOLOGIE 207
III.3.1. Participants 207
III.3.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion 207
III.3.1.2. Données démographiques et anamnestiques de notre population 208
III.3.1.2.1. Données démographiques 208
III.3.1.2.2. Données anamnestiques 211
III.3.2. Matériel 217
III.3.2.1. Evaluation de la perception : parole et sons du quotidien 217
III.3.2.2. Evaluation du langage 219
III.3.2.3. Evaluation de la production de la parole 221
III.3.2.4. Evaluation cognitive 222
III.3.2.5. Autres évaluations 224
III.3.3. Procédure 225
III.3.3.1. Evaluation de la perception : parole et sons du quotidien. 226
III.3.3.2. Evaluation du langage 226
III.3.3.3. Evaluation de la production de la parole 227
III.3.3.4. Evaluation cognitive 228
III.3.4. Codage 231
III.3.5. Hypothèses opérationnelles 234
III.4. DESIGN STATISTIQUE 235
III.5. RESULTATS 236
III.5.1. Développement perceptif 236
III.5.1.1. Evaluation de la perception de la parole 236

III.5.1.2. Evaluation de la perception des sons du quotidien 237
III.5.2. Développement langagier 239
III.5.3. Développement de la production de la parole 241
III.5.4. Développement cognitif 242
III.5.5. Participation familiale 247
III.5.6. Relations entre les différentes variables 248
III.5.6.1. Corrélations observées entre les différentes variables 248
III.5.6.2. Relation entre les variables dépendantes 249
III.5.6.3. Relation entre variables indépendantes et variables dépendantes 254
III.6. DISCUSSION 261
III.6.1. Analyse des résultats perceptifs et langagiers des enfants de notre échantillon 261
III.6.2. Relations entre perception et langage 264
III.6.3. Relations entre cognition et langage 265
III.6.4. Relations entre facteurs socio-démographiques et résultats à l'implant (perception, parole, langage). 266
III.7. CONCLUSION 274

CHAPITRE 4. DISCUSSION GENERALE 277

IV.1. EFFET DE L'AGE A L'IMPLANTATION SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION 280
IV.2. EFFET DU MODE DE COMMUNICATION PRE-IMPLANTATION SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION 282
IV.3. ROLE DE LA PARTICIPATION FAMILIALE SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION 284

CONCLUSION 289

BIBLIOGRAPHIE 293

TABLE DES FIGURES 324

TABLE DES TABLEAUX 326

ANNEXES 331

ANNEXES Chapitre 1 **333**

ANNEXE 1 : Avis Comité de Protection des Personnes 333

ANNEXES Chapitre 2 **335**

ANNEXE 2 : Notices d'information et feuille de consentement validées par le CPP 335
ANNEXE 3 : Détail des niveaux de développement de l'ECSP 345
ANNEXE 4 : Feuille de réponse ECSP 347
ANNEXE 5 : Plans de la «Pièce Sonore » sur les deux sites 354
ANNEXE 6 : Feuille de notation BL-R 356
ANNEXE 7 : Etudes de cas cliniques 360
ANNEXE 8 : Feuilles de niveaux ECSP pour chaque enfant à chaque temps 383
ANNEXE 9 : Planches récapitulatives des niveaux de l'ECSP à tous les temps de la longitudinale 418

ANNEXES Chapitre 3 **425**

ANNEXE 10 : Notices d'information et feuille de consentement validées par le CPP 425
ANNEXE 11 : Listes de mots de l'adaptation française du PBK 434
ANNEXE 12 : Echelle de participation familiale 436

Introduction

La surdité permanente néonatale est considérée comme le déficit sensoriel congénital le plus fréquent dans les pays occidentaux. Sa prévalence est estimée à 2 à 3 naissances sur 1000 tous types de surdités confondues, et à 1 naissance sur 1000 pour les surdités congénitales sévères à profondes (ANAES, 1999; Fortnum et al., 2001; Ptok, 2011). Une réflexion sur la pertinence d'organiser un dépistage néonatal systématique de la surdité en maternité, dans le but de permettre le diagnostic et une prise en charge précoce a alors été amorcée depuis une dizaine d'années en France. A partir de mars 2005 et pendant deux ans, le CHU de Toulouse a été l'un des six centres pilotes à mener une expérimentation sur la mise en place du dispositif de dépistage néonatal de la surdité congénitale (Haute Autorité de Santé, 2007). Malgré la présence de nombreux débats autour de la pertinence d'un dépistage précoce des troubles de l'audition dès la maternité (Le Driant, Vandromme, Kolski, & Strunski, 2006), le projet de loi prévoyant cet examen dans les trois premiers jours de vie de l'enfant a été entériné par l'arrêté du 23 avril 2012.

Lorsqu'une surdité sévère ou profonde bilatérale est dépistée, l'implant cochléaire pédiatrique constitue une alternative possible (mais non systématique) proposée aux familles depuis la fin des années 1980. En France, en 2011, environ 70% des patients étaient d'ailleurs des enfants (De Raeve & van Hardeveld, 2014). Le professeur Fraysse et son équipe a débuté le programme d'implantation pédiatrique à Toulouse dès 1990, après une phase d'étude clinique nationale menée chez les adultes implantés entre 1981 et 1989. Cette technique a permis d'ouvrir de nouvelles perspectives en termes de perception auditive et de développement du langage oral chez l'enfant sourd. En effet, si les premiers implants au début des années 1980, n'apportaient aux patients qu'un input auditif très pauvre, leur permettant seulement de détecter les sons environnementaux et de discriminer les sons de parole (Current Status of Cochlear Implants, Update, 1984, in Garud & Rappa, 1994), les implants multi-électrodes actuels permettent une perception de la parole qui dépasse les attentes initiales (Svirsky, Robbins, Kirk, Pisoni, & Miyamoto, 2000). Certaines études montrent qu'une partie des enfants implantés développent leurs acquisitions langagières selon la même chronologie que les enfants entendants dans les premières années de vie (Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, & Govaerts, 2004), d'autres mettent en évidence que certains enfants, lorsqu'ils sont implantés tôt, tendent à présenter à plus long terme, des performances perceptives et langagières similaires à celles des enfants normo-entendants du même âge (e.g. Geers, 2004; Geers, Nicholas, & Sedey, 2003; Nicholas & Geers, 2007).

Cependant, s'il est admis que les enfants sourds profonds congénitaux peuvent tirer bénéfice de cette technique, il existe néanmoins de grandes variabilités interindividuelles dans les résultats post-implantation (e.g. De Raeve, 2010; Le Maner-Idrissi, Pajon, et al., 2008; Le Normand, 2005; Peterson, Pisoni, & Miyamoto, 2010; Pisoni, Cleary, Geers, & Tobey, 2000; Svirsky et al., 2000; Tomblin, Barker, Spencer, Zhang, & Gantz, 2005). Ces résultats sont habituellement décrits par les performances post-implantation de perception de la parole et de langage, en production comme en réception. Différents facteurs ont été identifiés comme explicatifs, en partie, de l'hétérogénéité retrouvée : l'origine et la date de dépistage de la surdité, l'audition résiduelle en pré-implant, l'âge de l'enfant à l'implantation, le délai post-implantation, le mode de communication, le temps de port de l'implant, la nature de l'environnement sensoriel et linguistique précoce, le QI non-verbal de l'enfant... (e.g. Davidson, Geers, Blamey, Tobey, & Brenner, 2011; Geers, Nicholas, & Moog, 2007; Geers, 2002; Osberger & Fisher, 2000; Pisoni et al., 2000; Tobey, Geers, Brenner, Altuna, & Gabbert, 2003). L'âge à l'implantation et le mode de communication semblent d'ailleurs être les deux variables les plus influentes sur les résultats (Peterson et al., 2010). Cependant, même en cas d'implantation précoce, la large variabilité demeure (e.g. De Raeve, 2010; Szagun, 2008; Tomblin et al., 2005). Les travaux de recherche autour d'une meilleure compréhension des causes de cette variabilité doivent donc être poursuivis. Bien que le niveau d'audition résiduelle et l'âge à l'implantation soient pris en compte dans un grand nombre d'études, peu de travaux s'intéressent à ce jour au rôle des capacités cognitives et langagières pré-implant des enfants sur leurs performances perceptives et langagières post-implantation. Pourtant, les études chez l'enfant normo-entendant montrent que le langage ne peut se développer que si les pré-requis au langage sont acquis (e.g. de Boysson-Bardies, 1996). Le premier objectif de notre travail de thèse est donc d'enrichir les connaissances sur le développement de l'enfant du bilan pré-implantation à 12 mois post-implantation, en analysant, par le biais d'une procédure longitudinale, l'évolution perceptive, communicative (langage et interactions sociales) et motrice d'enfants sourds implantés avant 40 mois. Nous suggérons que la description des trajectoires développementales permettra d'éclairer la question des différences individuelles.

Par ailleurs, la majorité des chercheurs s'étant focalisés sur les résultats liés au langage oral (perception de la parole, intelligibilité, et niveau de langage en production comme en réception), les connaissances concernant le développement cognitif général des enfants implantés restent lacunaires (De Giacomo et al., 2013). Or, l'oreille et le cerveau étant réciproquement connectés (Houston et al., 2012), une meilleure connaissance du lien entre langage et cognition chez les enfants implantés semble nécessaire pour favoriser la compréhension des différences interindividuelles. Le deuxième objectif de cette thèse consiste donc à évaluer et à décrire, en suivant une procédure transversale, le développement global d'enfants de 6 à 10 ans, implantés depuis au moins 4 ans, et à étudier les relations complexes entre cognition, facteurs individuels et environnementaux, et résultats post-implantation. La perception de mots, les capacités auditives dans la vie

quotidienne, l'intelligibilité et les scores de langage en réception seront donc étudiés en fonction de variables individuelles et environnementales.

Ces deux études, conduites entre Décembre 2011 et Mars 2014 ont été approuvées par le Comité de Protection des Personnes du Sud-Ouest (Avis favorable obtenu le 17 octobre 2011, Protocole n°11 227 02, cf. Annexe 1), et se déroulent au sein de l'hôpital Purpan de Toulouse, promoteur de notre recherche dans le cadre de l'Appel d'Offre Local 2011 (D.I.R.C. Sud-Ouest Outremer).

En résumé, à partir de l'observation de situations cliniques de surdités profondes bilatérales congénitales ou pré-langagières, cette thèse contribue à enrichir les connaissances sur le développement cognitif, perceptif, communicatif et langagier d'enfants implantés francophones, à court-terme, du bilan pré-implantation à 12 mois post-implantation (Chapitre 2), et à moyen-terme après minimum 3 ans d'implantation (Chapitre 3). En effet, la description de l'évolution des enfants est un pré-requis nécessaire à la compréhension des différences interindividuelles de développement après implantation, et à l'identification des facteurs prédictifs d'un développement satisfaisant. L'étude des liens entre les différentes variables décrites permettra de clarifier leur rôle dans le développement des enfants, et sera discutée à la lumière de la littérature (Chapitre 4).

Chapitre 1

Surdite et Implant Cochleaire : Une Vue d'Ensemble

I.1. BREFS ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE DE L'AUDITION

Les sons audibles par l'oreille humaine, correspondent à la propagation d'ondes sinusoïdales caractérisées par leur intensité (mesurée en dB) et leur hauteur (mesurée en Hz). Il est indiqué conventionnellement que l'oreille saine pourrait percevoir des sons de 20 à 20000 Hz, même si la variabilité interindividuelle est grande. Cependant, chez tous les individus, l'oreille n'a pas la même sensibilité pour toutes les fréquences. Les seuils liminaires et maximum d'audition ne sont donc pas les mêmes en fonction des fréquences : les sons de fréquence moyenne (entre 512 et 2048 Hz : Chouard, 2001) sont mieux perçus que les graves ou les aigus. La transmission des sons est réalisée par voie aérienne. Chacune des trois parties de l'oreille humaine (cf. Figure 1) est alors sollicitée dans le processus d'audition :

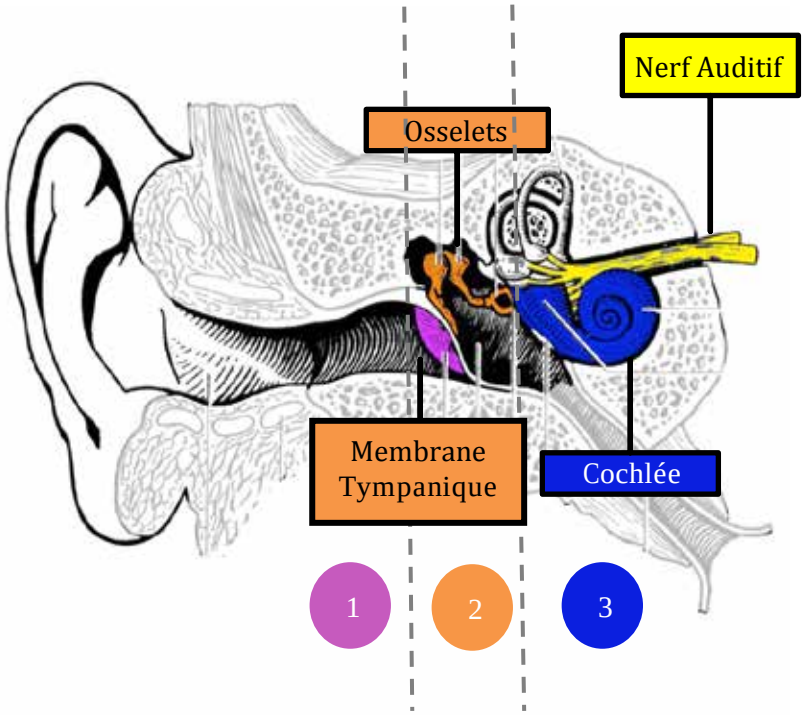


Figure 1. L'oreille humaine.

(1) l'oreille externe, composée du pavillon et du conduit auditif externe, et fermée par le tympan. Le pavillon permet à l'homme de capter les vibrations acoustiques aériennes que sont les sons et d'en amplifier certaines fréquences, tandis que le conduit auditif externe, permet de diriger le son vers l'oreille moyenne.

(2) l'oreille moyenne, composée du système tympano-ossiculaire. Les vibrations acoustiques mettent en mouvement la membrane tympanique (en violet sur la Figure 1), de manière différente en fonction des fréquences reçues (Khanna & Tonndorf, 1972). Cette

membrane transmet à son tour les vibrations aux osselets (en orange, dans l'ordre : marteau enclume et étrier). La vibration acoustique aérienne est alors transformée, dans l'oreille moyenne en variations de pressions des liquides de l'oreille interne, avec un minimum de déperdition d'énergie (adaptation d'impédance). L'oreille moyenne est donc en quelque sorte, un transmetteur d'énergie et un filtre. En effet, l'étrier, dernier osselet avant l'oreille interne, la protège en atténuant, lors de la transmission, les sons de forte intensité (> 70 dB).

(3) l'oreille interne, constituée de la cochlée et du système vestibulaire (ayant un rôle majeur dans l'équilibre). La cochlée transforme le son (vibrations mécaniques) en stimulations nerveuses dirigées au cerveau par le nerf auditif. Sur le plan physiologique, il s'agit d'un tube, séparé en deux par la membrane basilaire, socle sur lequel reposent les cellules ciliées (ou cellules de l'organe de Corti). Les vibrations transmises à l'oreille interne, déforment la membrane basilaire, préférentiellement au niveau de sa base pour les fréquences aiguës, et au niveau de son apex pour les fréquences graves. La cochlée joue donc le rôle d'analyseur fréquentiel : les informations fréquentielles arrivant au système nerveux sont alors extrêmement précises, puisqu'elles sont traitées par un groupe défini de cellules ciliées. Chaque cellule ciliée interne stimule à son tour plusieurs fibres nerveuses du nerf auditif afférentes. Ces dernières sont alors sensibles préférentiellement à une plage de fréquences, définie par leur positionnement sur la membrane basilaire. Le nombre de fibres mises en jeu au même moment définit l'intensité du son transmis.

Chaque son est ensuite transmis au cortex auditif, par l'intermédiaire du nerf auditif. Des noyaux synaptiques-relais situés dans le tronc cérébral traitent les informations dans leur complexité (fréquence, intensité, rythme, traitement de l'information binaurale…), avant qu'elles ne soient transmises au cortex auditif, pour être notamment analysées selon une représentation tonotopique, et filtrées pour éliminer le bruit de fond.

Notons que nous n'avons ici expliqué que très grossièrement le mécanisme de l'audition, afin de mieux comprendre ensuite en quoi consiste l'implant cochléaire (cf. § I.3.). Chaque étape est en réalité constituée de nombreux processus électrophysiologiques. Pour plus de détails, voir Jahn et Santos-Sacchi (2001).

I.2. LA SURDITE PROFONDE CHEZ L'ENFANT

I.2.1. Classification des surdités

Il n'y a pas une surdité mais des surdités, classées selon un grand nombre de critères : origine de la lésion, seuil de perte auditive, caractère uni-ou bilatéral, moment d'apparition de la surdité, étiologie… (Mondain, Blanchet, Venail, & Vieu, 2005). La Figure 2 représente schématiquement ces critères dans une perspective de prise en charge.

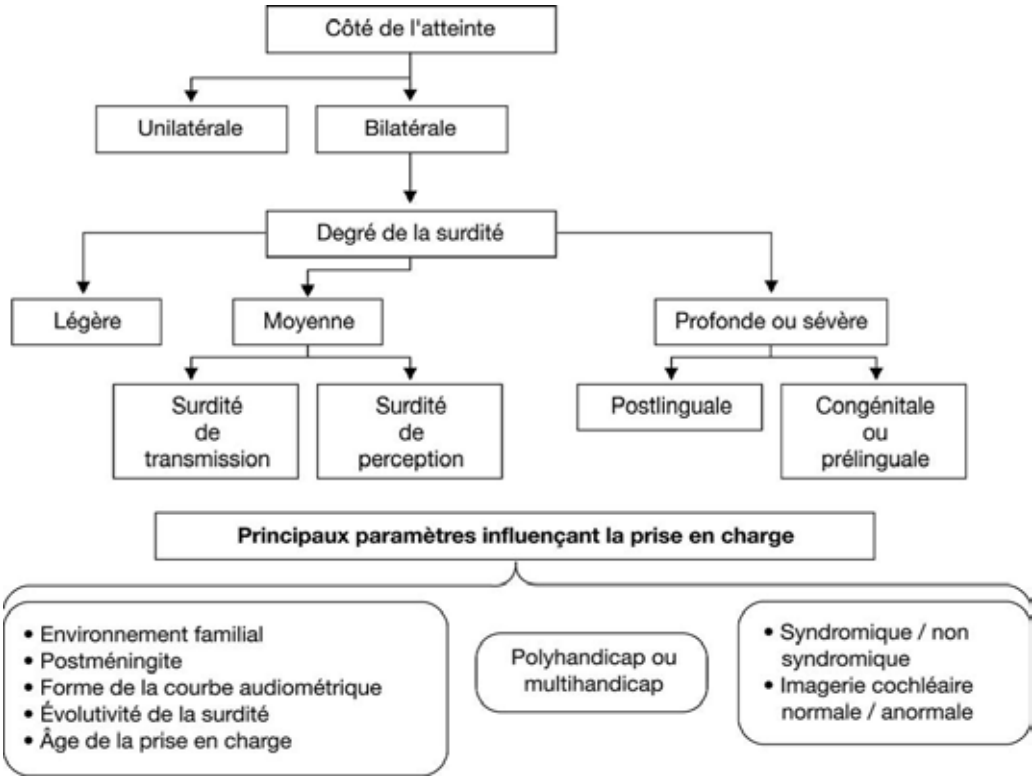


Figure 2. Arbre décisionnel pour la classification des surdités, issu de Mondain et al. (2005).

Nous détaillerons ici trois principaux paramètres : l'âge d'apparition de la surdité, le siège de la lésion (aussi appelée classification fonctionnelle) et l'importance du déficit auditif (ou classification audiométrique). La surdité chez l'enfant peut être congénitale si elle survient avant la naissance, prélinguale lorsqu'elle survient avant l'âge de deux ans, péri-linguale entre deux et cinq ans, ou post-linguale lorsqu'elle survient après l'âge de cinq ou six ans. Notons que la période à laquelle survient la surdité va avoir des répercussions différentes sur l'acquisition du langage. Selon la classification fonctionnelle, elle peut être soit transmissionnelle lorsque l'origine émane de lésions de l'oreille externe et/ou moyenne, soit neurosensorielle lorsque les lésions touchent l'oreille interne, le nerf auditif et/ou les voies centrales, soit être mixte, quand elles touchent à la fois la transmission et la perception. La classification audiométrique définit quant à elle l'importance de la perte

auditive tonale moyenne du patient, évaluée sur les fréquences conversationnelles (500, 1000, 2000 et 4000 Hz). La moyenne des valeurs obtenues sur ces quatre fréquences (Pure Tone Average ou PTA) permet de catégoriser la perte auditive: légère de 21 à 40dB de perte, moyenne de 41 à 70 dB de perte, sévère de 71 à 90 dB de perte et profonde de 91 à 119 dB. A 120 dB, la surdité est considérée comme totale : on parle alors de cophose (Recommandation BIAP 02/1, 1er mai 1997[1]). Les surdités de transmission ne peuvent dépasser 60 dB de perte, tandis que les surdités de perception peuvent être de légères à profondes.

Dans le cas de surdités de perception sévère à profonde, la perte auditive prédomine généralement sur les fréquences aiguës. Leur dépistage est réalisé notamment à l'aide de l'examen des Potentiels Evoqués Auditifs (P.E.A) du tronc cérébral complété par une audiométrie tonale liminaire. L'examen des P.E.A. est un test électrophysiologique permettant de tester l'activité de cinq sites, du nerf auditif à différentes parties des voies auditives centrales, tandis que l'audiométrie tonale liminaire, correspond à une stimulation acoustique en conduction aérienne, d'octave en octave, permettant d'établir des seuils auditifs (plus petit niveau sonore audible pour l'individu testé). Lorsque les P.E.A. et l'audiométrie tonale présentent des résultats concordants, ne retrouvant pas de seuils en dessous de 71 dB, le diagnostic de surdité sévère, profonde ou totale est posé. Un essai prothétique est alors réalisé. S'il s'avère non concluant et que les indications d'implantation (§ I.3.1.) sont respectées l'implant cochléaire (détaillé § I.3.) pourra alors être proposé.

I.2.2. Etiologies des surdités de perception

90% des enfants sourds naissent de parents entendants (Albertini, 2010, cité par Cruz, Quittner, Marker, & Desjardin, 2013). Les surdités neurosensorielles ou surdités de perception bilatérales peuvent avoir une origine héréditaire ou une origine acquise. Elles peuvent donc être génétiques ou non, et lorsqu'elles sont acquises, survenir aux périodes pré-, péri-, ou post-natales. La littérature anglophone reporte qu'environ 30% des surdités seraient d'origine génétique (non syndromiques pour la majorité d'entre elles), qu'environ 12% seraient prénatales (e.g. rubéole, cytomégalovirus, consommation d'alcool, rougeole, médicaments ototoxiques), 10% seraient périnatales (e.g. ictère nucléaire, asphyxie, prématurité, soins intensifs néonataux, médicaments ototoxiques), et 7% post-natales (e.g. méningite, traumatisme, chimiothérapie, rougeole). En fonction des études, l'origine de la surdité demeure donc inconnue pour 30 à 40 % des cas (pour une revue de littérature, cf. Morzaria, Westerberg, & Kozak, 2004).

Connaître l'étiologie de la surdité des patients est importante, à la fois pour leur suivi thérapeutique, et pour connaître les informations pronostiques, liées à chaque cause.

[1] Disponible sur http://www.biap.org/

I.2.3. Accompagnement thérapeutique

En France, lorsque qu'une surdité de perception sévère à profonde bilatérale est diagnostiquée chez l'enfant, une prise en charge de l'enfant et de sa famille est mise en place. Plusieurs modes de communication (Langue des Signes Française ou LSF, Oral, bilinguisme), aides techniques (prothèses auditives, implant cochléaire) et aides complémentaires (lecture labiale, Langue Française Parlée Complétée ou L.P.C.) existent et peuvent être proposées aux familles. Un suivi psychologique peut être proposé aux parents (en fonction de l'offre de soin présente, et des demandes des familles). Une éducation auditive ou rééducation orthophonique est mise en place, accompagnée de prises en charge complémentaires (psychomotricité, psychologique, éducative) pour les enfants le nécessitant.

I.3. L'IMPLANT COCHLEAIRE

L'implant cochléaire est une aide auditive dont le rôle est de contourner la cochlée dysfonctionnelle: il n'amplifie donc pas les sons environnants comme le font les prothèses auditives conventionnelles mais les transforme en impulsions électriques qui vont stimuler directement les fibres du nerf auditif en respectant la tonotopie de la cochlée. La conduction du son n'est plus aérienne ni osseuse, mais électrique. Pour ce faire, l'implant est constitué de deux parties dépendantes l'une de l'autre pour leur fonctionnement (Truy & Lina, 2003) :

- une partie externe amovible (cf. Figure 3), composée: d'un microphone qui capte les bruits environnants (comme le fait naturellement le pavillon), d'un processeur vocal chargé de filtrer, de compresser et de numériser le son via des filtres passe-bande en le décomposant en autant de bandes-spectrales que d'électrodes, et d'un transmetteur qui envoie ces signaux via fréquences radio à la partie interne de l'implant. Les implants les plus couramment utilisés jusqu'à aujourd'hui portés par les enfants de notre cohorte se présentent sous la forme de contours d'oreille (contenant le microphone, le processeur vocal et la source d'énergie). Le transmetteur se présente sous la forme d'une antenne ronde aimantée avec la bobine de la partie interne de l'implant.

Figure 3. Partie externe de l'implant cochléaire.

- une partie interne (cf. Figure 4), composée d'un récepteur de fréquences radio, et d'un faisceau d'électrodes, implantés chirurgicalement. Le récepteur, placé sous la peau au sein de la région rétro-mastoïdienne (partie osseuse issue de l'os temporal, derrière l'oreille), est constitué d'une bobine aimantée en son centre : celle-ci a un rôle mécanique (faire tenir l'antenne externe) et un rôle fonctionnel (recevoir les stimulations électriques et les diriger vers les électrodes concernées).

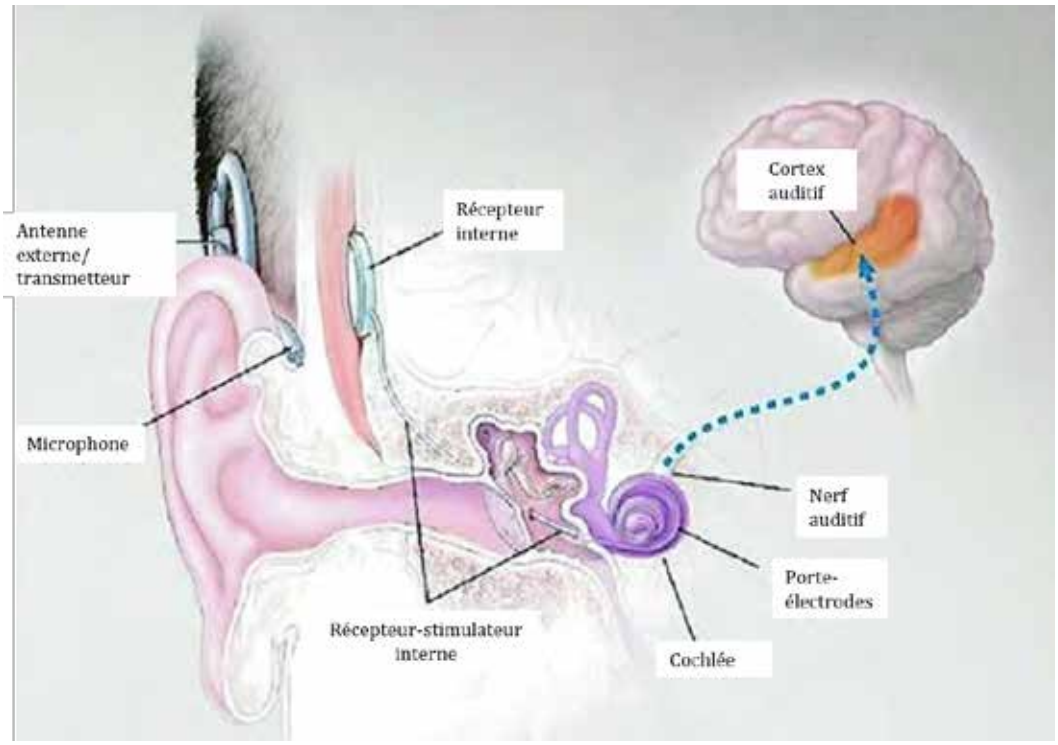


Figure 4. Schéma adapté de Gates et Miyamoto (2003).
Implant cochléaire et liens entre cochlée, nerf auditif et cortex auditif.

Le parcours du son est donc le suivant : l'onde sonore est reçue par le microphone et transmise au processeur vocal. Le processeur vocal traite les données entrantes. Le signal électrique ainsi numérisé est transmis par un processus transcutané au récepteur interne via fréquences radio, et converti en impulsions électriques envoyées aux électrodes concernées. Comme les cellules ciliées qui sont assignées à certaines fréquences en fonction de leur localisation sur la membrane basilaire selon la tonotopie naturelle de la cochlée, chaque électrode traite une bande de fréquences, et stimule directement les fibres nerveuses appropriées. Celles-ci transmettent ensuite les informations au cortex auditif, en passant naturellement par les voies auditives centrales (ASHA, 2004).

A l'heure actuelle, quatre fabricants se partagent le marché des implants cochléaires: Advanded Bionics® (compagnie américaine), Cochlear® (compagnie australienne), MED-EL® (compagnie autrichienne) et Neurelec® (compagnie française), listés ici par ordre alphabétique. Les quatre compagnies ont l'autorisation, en France (par un marquage CE), de commercialiser leur système d'implant cochléaire, et le coût global de l'implantation, du

bilan pré-implantation à la fin de la rééducation est pris en charge par la sécurité sociale (article R322-6 du code de la sécurité sociale) pour les produits des quatre firmes (arrêté du 2 mars 2009, actualisé à chaque amélioration technologique). Nous ne détaillerons cependant le fonctionnement que des trois premiers, les implants Neurelec® n'étant pas proposés à l'heure actuelle aux enfants à Toulouse. Tous proposent des implants multi-électrodes, insérés chirurgicalement dans la rampe tympanique de la cochlée. Le nombre d'électrodes varie entre les marques (actuellement de 12 à 22). La gamme de stimulation fréquentielle (ou bande passante) est similaire entre les marques (de 100 à 8000 Hz). Lorsqu'une électrode est inactivée, cette plage de fréquence ne change pas : la bande de fréquence couverte par l'électrode inactivée est répartie sur les électrodes adjacentes. Les systèmes d'implant diffèrent également en ce qui concerne les algorithmes de traitement de la parole, la taille, forme et placement du porte-électrodes dans la cochlée, le design des parties externes, le type de batterie, ou encore les options de télémétrie (=système de mesure à distance). Les algorithmes de traitement du signal correspondent aux stratégies de codage programmées dans le processeur vocal. Chaque constructeur développe ses propres algorithmes et les fait évoluer dans le temps à mesure des progrès technologiques. Les stratégies les plus fréquemment utilisées dans les implants pédiatriques récents sont : ACE (Advanced Combination Encoder) pour les implants Cochlear®, FSP (Fine Structure Processing) pour les derniers implants MED-EL®, et HiRes (n-of-m and High Resolution) pour les implants Advanced Bionics®. Pour une description de ces stratégies voir B. S. Wilson & Dorman (2008b). Les régleurs d'implant peuvent, en fonction des logiciels de programmation, agir sur certains paramètres afin d'adapter la stimulation aux besoins de chaque patient : le nombre d'électrodes stimulées, les seuils de confort, la vitesse ou la fréquence de stimulation, ainsi que le type de stimulation électrique (Truy & Lina, 2003). Ils peuvent également utiliser des algorithmes de traitement du signal afin d'optimiser le réglage en fonction des situations de la vie quotidienne (écoute dans le calme ou dans le bruit, musique ou parole,…). Notons que si tous les implants récents permettent aux patients, enfants comme adultes, d'obtenir de bons résultats perceptifs (B. S. Wilson & Dorman, 2008a), ces stratégies peuvent parfois impacter leurs performances (Spahr, Dorman, & Loiselle, 2007). Généralement, ces différences ne sont pas retrouvées (Taitelbaum-Swead et al., 2005). Lorsqu'elles le sont, leur rôle n'aurait un impact que très limité sur la large variabilité des résultats de perception de la parole observée, celle-ci étant retrouvée même lorsque les patients utilisent le même processeur vocal (Firszt et al., 2004). Ces résultats suggèrent donc que des facteurs dépendants du patient et de sa rééducation impactent les résultats individuels (Taitelbaum-Swead et al., 2005).

I.3.1. Indications d'implantation chez l'enfant

L'indication d'implantation cochléaire est portée chez les patients présentant une surdité neurosensorielle bilatérale (ou surdité de perception), sévère à profonde, pour lesquels les prothèses auditives conventionnelles même surpuissantes ne sont pas suffisantes pour permettre une bonne réception de la parole. Sur le plan clinique, il s'agit de patients ayant une atteinte de l'oreille interne : leurs cellules ciliées sont absentes ou irrémédiablement endommagées, mais le nerf auditif lui-même doit être présent, afin d'acheminer le message électrique transmis par les électrodes jusqu'au cortex auditif.

Les critères d'implantation ont été en constante évolution (e.g. Balkany et al., 2002; Deggouj, Gersdorff, Garin, Castelein, & Gérard, 2007; Hang, Kim, & Zdanski, 2012) :

(1) L'âge à l'implantation chez l'enfant a considérablement diminué ces dernières années, compte tenu de la généralisation du dépistage néonatal institué dans la majorité des pays occidentaux (McPherson, 2012; Morton & Nance, 2006). L'intervention chirurgicale, bien maîtrisée du fait de l'expérience acquise chez les jeunes enfants, peut désormais être menée sans risque à un an, voire plus tôt (A. L. James & Papsin, 2004). Néanmoins, la question de l'intérêt d'une implantation si précoce (avant un an, plutôt qu'entre 1 et 2 ans) reste débattue (Dettman, Pinder, Briggs, Dowell, & Leigh, 2007; Holt & Svirsky, 2008).

(2) En ce qui concerne le niveau de surdité, l'implant cochléaire était initialement indiqué pour des patients, adultes puis enfants, présentant une surdité bilatérale profonde à totale obtenant un taux de reconnaissance de mots en liste ouverte sans lecture labiale inférieur à 30% à 60dB après 3 à 6 mois de port des prothèses auditives (Garabédian & Loundon, 2010). Depuis 2007, l'implant cochléaire est proposé plus largement et peut concerner les surdités sévères neurosensorielles bilatérales. La question du gain prothétique se pose donc différemment. Chez l'enfant sourd profond congénital, l'implant est proposé dès lors que le gain apporté par les appareils auditifs conventionnels ne permet pas le développement langagier de l'enfant. En revanche, dans le cas des surdités sévères, les seuils auditifs sont pris en compte conjointement au gain apporté par les prothèses auditives conventionnelles. La Haute Autorité de Santé recommande en 2007 d'implanter ces enfants lorsque leur gain prothétique ne leur permet pas d'identifier plus de 50% des mots dissyllabiques proposés à 60 dB, et/ou lorsque que le développement du langage est altéré à cause de cette perte auditive.

La présence de troubles associés à la surdité, qui constituait un critère spécifique d'exclusion, n'en est désormais plus un. La définition des troubles associés diffère légèrement selon les auteurs. Nous retiendrons celle d'Edwards (2007): toutes les difficultés additionnelles à la surdité, provoquant une invalidité ou un handicap (trouble cognitif ou d'apprentissage, retard global du développement, déficience visuelle, troubles spécifiques du langage et de la communication comme les troubles de spectre autistique, trouble

émotionnel ou comportemental ajoutant une difficulté majeure à l'éducation de l'enfant sourd et/ou tout autre trouble médical, physique ou moteur). En 2007, les enfants présentant des troubles associés constituaient 30 à 40% des enfants implantés (Edwards, 2007). Cependant, contrairement aux autres enfants implantés, les résultats post-implantation peuvent être très fortement affectés par la présence de difficultés additionnelles et l'apport de l'implant cochléaire, peut alors devenir aléatoire. L'indication et les bénéfices attendus de l'implantation de ces enfants doit donc être discutée au cas par cas (Garabédian & Loundon, 2010).

I.3.2. Pratiques actuelles pour l'implant cochléaire pédiatrique

Toute indication d'implantation doit être prise en équipe multidisciplinaire. Médecins ORL, orthophonistes et psychologues prescrivent ou réalisent des bilans : évaluation médicale et radiologique (examen clinique ORL, examen pédiatrique général, scanner des rochers, bilan vestibulaire, bilan génétique, examens complémentaires si nécessaire), bilan orthophonique, voire bilan neuropédiatrique, et entretien psychologique avec la famille. Car s'il faut s'assurer qu'aucune contre-indication médicale n'existe, il est également primordial de s'intéresser au développement de l'enfant et à la demande de la famille. Son niveau d'acceptation de la surdité et son niveau d'engagement possible dans la lourde prise en charge qui découle de l'implantation seront des éléments primordiaux pour optimiser les résultats de l'implant cochléaire (Garabédian & Loundon, 2010). Une rencontre avec d'autres parents d'enfants sourds implantés est souvent également conseillée par le service afin que les parents construisent et élaborent petit à petit, et par eux-mêmes de nouvelles représentations de leur enfant avec son implant.

Lorsque le choix d'implanter l'enfant est réalisé conjointement entre la famille et l'équipe, une date d'implantation est définie, et plusieurs séances de programmation de l'implant sont planifiées. C'est lors de ces séances, 4 à 6 semaines après l'implantation, une fois que le processus de cicatrisation est réalisé, que l'enfant commence à percevoir les premiers sons. En règle générale, quatre séances rapprochées (à Toulouse, en moyenne : tous les jours pour les 3 premières et quelques jours après pour la quatrième) sont proposées aux parents afin de programmer le processeur vocal de manière très progressive. Cette progressivité permet à l'enfant de s'habituer aux sons de l'environnement et ainsi de limiter ses réactions d'angoisse ou de rejet vis-à-vis de l'implant (Truy & Lina, 2003). L'enfant et sa famille sont ensuite suivis régulièrement par l'équipe de l'unité d'implantation 1 mois après l'activation, puis à 3, 6, 9, 12, 15, 18 et 24 mois post-activation. Les séances s'espacent petit à petit et les enfants sont ensuite revus par le service d'implantation une ou deux fois par an, lorsqu'aucun problème n'est soulevé par la famille ou l'équipe de suivi. Lors de ces séances, le réglage de l'implant est modifié si besoin. Il peut être accompagné d'une évaluation audiométrique, et un bilan orthophonique est réalisé systématiquement.

Un entretien avec un(e) psychologue est également proposé aux familles lors des premiers rendez-vous puis sur demande des familles ou des équipes ensuite.

Jusqu'à il y a cinq ans encore, les enfants suivis par le service comme mentionné ci-dessus étaient implantés unilatéralement, et pouvaient, lorsqu'ils avaient une audition résiduelle de l'oreille controlatérale, porter également un appareil auditif. Mais si les critères d'implantation changent, les pratiques évoluent également. De plus en plus d'implantations bilatérales sont proposées aux enfants sourds qui n'ont pas ou trop peu d'audition résiduelle sur l'oreille non implantée (Gobeil, Bergeron, Tremblay, & Bussières, 2011), dans le but de restaurer une certaine binauralité, celle-ci ayant un impact majeur sur la localisation, la compréhension de la parole dans le bruit (Cullington, Bele, Brinton, & Lutman, 2013) et la facilité d'écoute (Bergeron, Bussières, Duchesne, Losier, & Tremblay, 2011). En fonction des centres d'implantation, les deux implants peuvent être proposés de manière séquentielle (Bergeron et al., 2011) ou simultanée (Ramsden, Papsin, Leung, James, & Gordon, 2009). Un rapport de la Commission Nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et des technologies de santé datant du 10 janvier 2012, estime qu'en France, 100 à 150 enfants par an pourraient en bénéficier soit 30 à 40% des enfants recevant un implant cochléaire unilatéral (Haute Autorité de Santé, 2012). Dans la plupart des pays développés, le remboursement par les services de sécurité sociale des différents pays a été acquis ou est en cours de demande (De Raeve & Wouters, 2013). Cependant, en France, l'implantation bilatérale n'a pas acquis de caractère systématique comme cela peut être le cas aux Etats-Unis, au Canada, ou dans d'autres pays voisins de l'Union Européenne.

Les résultats post-implantation ne varient donc pas uniquement en fonction de la génération des processeurs ou de l'enfant. Les chercheurs sont confrontés ici à une association très complexe de variables : étiologie, âge à l'implantation, présence ou non de trouble associé, audition résiduelle, utilisation ou non d'une prothèse, présence ou non d'un implant bilatéral, implication familiale, etc… Cette population est donc un challenge à cerner dans les études, car elle est en perpétuelle évolution (Tobey, 2010). Les résultats des études deviennent donc très vite temporellement marqués (Giezen, 2011). De ce fait, il est difficile de généraliser les résultats à d'autres cohortes que celle précisément étudiée. Néanmoins nous prendrons appui sur les résultats d'études récentes pour présenter et discuter notre travail.

I.4. RESULTATS POST-IMPLANTATION CHEZ L'ENFANT ET FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER CES RESULTATS

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, les résultats post-implantation chez l'enfant sont le plus souvent définis par les scores perceptifs et langagiers (en réception comme en production). Un nombre important d'études internationales (e.g. N. L. Cohen, Waltzman, Roland, Staller, & Hoffman, 1999; D. James, Rajput, Brinton, & Goswami, 2007; Loundon & Busquet, 2009; Pyman, Blamey, Lacy, Clark, & Dowell, 2000; Svirsky et al., 2000) a mis en évidence que la plupart des enfants sourds congénitaux ou prélinguaux implantés obtient des scores de perception de la parole, de répétition de mots, de langage (lexique et syntaxe, en production comme en réception), d'intelligibilité et de lecture, proches voire égaux aux scores de leurs pairs normo-entendants. Cependant, certains enfants présentent des retards massifs dans un ou plusieurs de ces domaines. La littérature concernant les résultats post-implantation étant abondante, ils seront détaillés au sein des parties introductives des Chapitres 2 et 3, en adéquation avec les âges des enfants inclus dans chacune des deux études.

Tous les auteurs pointent l'importance de la variabilité dans les résultats à l'implant depuis de nombreuses années, et un grand nombre de chercheurs s'attelle à répondre à cette question cruciale à partir des facteurs démographiques, médicaux, éducatifs et familiaux, (Geers, 2003; Geers & Brenner, 2003; Geers et al., 2002; Geers, Nicholas, et al., 2003; Geers, Strube, Tobey, & Moog, 2011; Nikolopoulos, Archbold, & O'Donoghue, 2006; Pisoni, Kronenberger, Roman, & Geers, 2011; Pisoni, 2000; Tobey et al., 2003; Tobey, Geers, Sundarrajan, & Lane, 2011). Cependant, aucune réponse formelle n'a été trouvée à ce jour (Pisoni et al., 2008).

Les études qui s'intéressent aux facteurs d'explication des résultats ciblent souvent une variable dépendante spécifique à expliquer comme par exemple les facteurs influençant la production de la parole (e.g. Tobey et al., 2003) ou encore les facteurs influençant la perception de la parole (e.g. Davidson et al., 2011; Geers, Brenner, & Davidson, 2003) etc… Elles peuvent également s'intéresser à une variable explicative comme par exemple l'âge à l'implantation (e.g. Anderson et al., 2004; Nicholas & Geers, 2007; Tobey et al., 2013). Seules quelques études ont proposé des analyses générales. Geers, Strube, Tobey et Moog (2011), par exemple, ont mis en évidence que le genre, la taille de la famille, les capacités intellectuelles non-verbales, la durée de la déprivation auditive pré-implantation ainsi que le taux de renforcement par signes et la rapidité de la répétition verbale pouvaient expliquer entre 13 et 22% de la variance observée dans les résultats aux épreuves de perception, de langage et de lecture d'adolescents de 16 ans.

D'autres facteurs explicatifs de cette variabilité ont également été mis en évidence dans d'autres études: l'étiologie de la surdité, la perte auditive moyenne et l'audition résiduelle avant l'implantation, la durée d'expérience post-implantation, le type d'implant, le mode de communication, le type de scolarisation, le statut socio-économique de la famille,

etc… Nous détaillerons ceux qui semblent ressortir comme étant les plus influents dans les paragraphes suivants : l'âge à l'implantation, le mode de communication, l'environnement scolaire et le soutien familial.

I.4.1. L'âge à l'implantation

La littérature est unanime sur le sujet : plus l'implant est proposé tôt, meilleurs sont les résultats post-implantation (Bergeson, Pisoni, & Davis, 2003; Colletti et al., 2005; Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, Gantz, & Woodworth, 1997; Geers, Nicholas, et al., 2003; Gordon, Daya, Harrison, & Papsin, 2000; Houston & Miyamoto, 2010; Houston et al., 2012; Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew, & Zuganelis, 2002; Nicholas & Geers, 2007; Nikolopoulos, O'Donoghue, & Archbold, 1999; Peterson et al., 2010). Les défenseurs d'une intervention précoce mettent en avant l'importance de l'input auditif durant une période sensible pour que le système sensoriel se développe normalement (Tomblin, Barker, & Hubbs, 2007; pour une revue, cf. Bischof, 2007). Les facteurs responsables de la détérioration des voies auditives centrales, la plasticité cérébrale et la réorganisation corticale qui peut survenir quand les stimulations diffèrent des stimulations dites « normales » sont donc étudiés par les neuroscientifiques pour déterminer l'âge optimal pour proposer une implantation aux enfants sourds (Sharma & Dorman, 2006; Sharma, Dorman, & Spahr, 2002; Sharma, Nash, & Dorman, 2009). Si Sharma et al. (2002) ont mis en évidence que la plasticité du système auditif central était maximale jusqu'à trois ans et demi environ, et pouvait être présente jusqu'à 7 ans pour certains enfants, les résultats comportementaux (perceptifs et langagiers) diffèrent un peu. Ces derniers suggèrent que les résultats obtenus sont meilleurs lorsque l'implantation est effectuée avant l'âge de deux ans. La pertinence de l'implantation des enfants entre 12 et 24 mois ne fait d'ailleurs plus débat. De nombreuses études ont en effet montré que les résultats langagiers post-implantation des enfants implantés avant 24 mois étaient meilleurs que ceux des enfants implantés entre 24 et 36 mois (e.g. Anderson et al., 2004; Govaerts, De Beukelaer, et al., 2002; Kirk, Miyamoto, Ying, et al., 2002; Nicholas & Geers, 2007; Tomblin et al., 2005). Par ailleurs, la qualité de vie atteinte par les enfants implantés avant 18 mois et leur insertion dans une scolarité dite « normale » seraient favorisées (Loy, Warner-Czyz, Tong, Tobey, & Roland, 2010; Semenov et al., 2013). Cependant, le fait de recevoir un implant entre 1 et 2 ans ne permet pas aux enfants, à lui seul, d'obtenir des capacités langagières dans la norme (Duchesne, Sutton, & Bergeron, 2009).

La question désormais vive concerne l'intérêt de proposer un implant cochléaire à des enfants entre 6 et 12 mois. En effet, en se fondant sur le constat que la précocité de l'implantation favorisait le développement perceptif et langagier des enfants, plusieurs auteurs ont commencé à étudier le développement d'enfants implantés avant l'âge de 1 an. La question des bénéfices vs risques (liés à l'anesthésie et à la chirurgie) s'est alors posée (Dettman et al., 2007; A. L. James & Papsin, 2004; Waltzman & Roland, 2005; N. M. Young, 2002). Plusieurs études s'accordent pour dire que les risques liés à l'intervention chirurgicale ne seraient pas plus importants chez ces enfants que chez les enfants plus âgés,

voire même que chez les adultes (Holman et al., 2013). En ce qui concerne les résultats post-implantation, les enfants implantés à 12 mois ou avant, semblent suivre de meilleures trajectoires développementales. Ces enfants atteindraient plus rapidement les compétences langagières attendues à leur âge de développement que ceux implantés entre 13 et 24 mois (Colletti et al., 2005; Holman et al., 2013; Holt & Svirsky, 2008). Dans l'étude d'Holman et al. (2013), par exemple, les enfants implantés avant 12 mois obtiennent des scores langagiers équivalents à ce qui est attendu pour leur âge en moyenne à 24 mois d'âge réel, alors que les enfants implantés entre 13 et 24 mois rejoignent le niveau attendu pour leur âge à 40 mois en moyenne. En revanche, les avis divergent en ce qui concerne les performances atteintes par les enfants. Si certains auteurs considèrent que les bénéfices perceptifs et langagiers obtenus par les enfants implantés avant 12 mois sont minimes par rapport à une implantation avant 24 mois (Holt & Svirsky, 2008; Holt, Svirsky, Neuburger, & Miyamoto, 2004; Miyamoto, Hay-McCutcheon, Kirk, Houston, & Bergeson-Dana, 2008), d'autres mettent en évidence une amélioration des performances langagières notable chez les enfants implantés avant 1 an, en expression comme en réception (Dettman et al., 2007; Leigh, Dettman, Dowell, & Briggs, 2013; Nicholas & Geers, 2013), et ce, même trois voire quatre ans après l'implantation. Aucune étude à notre connaissance n'a pu inclure encore d'enfants implantés avant 12 mois présentant un recul de plus de 4 années d'expérience auditive avec leur implant. Ce manque de recul ne nous permet donc pas réellement de déterminer si l'implantation avant 12 mois influe sur les performances langagières à long terme. Par ailleurs, la plupart des études actuelles ont été réalisées avec de petits échantillons (Colletti et al., 2005; Dettman et al., 2007; Holt & Svirsky, 2008). Il nous paraît donc nécessaire de développer de nouvelles études longitudinales, avec des cohortes plus importantes. Ceci nous permettra d'avoir une meilleure représentation du développement de ces enfants après plusieurs années d'expérience auditive avec l'implant.

Cependant, si l'âge à l'implantation apparaît comme un facteur majeur pouvant expliquer une part de variabilité dans les résultats post-implantation obtenus par les enfants, il n'explique pas tout des différences interindividuelles considérables observées dans les résultats post-implantation des différentes études publiées à ce jour (Peterson et al., 2010).

I.4.2. Le mode de communication

Tout comme l'âge à l'implantation, le mode de communication est couramment considéré comme un facteur important de variabilité dans les études (Peterson et al., 2010). Derrière ce terme, il est souvent fait cas du mode de communication post-implantation utilisé par la famille, mais aussi en classe et en rééducation. Ce facteur est à considérer avec prudence, car il est le point de cristallisation de décennies de conflits entre les acteurs de la communauté sourde et ceux issus de la culture médicale entendante (Dalle-Nazébi & Lachance, 2008). En effet, les membres de la culture sourde se sont longtemps opposés à

l'implantation cochléaire, à la fois à cause du caractère invasif de l'implant mais également à cause du risque d'extinction de leur culture (Tucker, 1998).

S'il semble évident qu'après le diagnostic de surdité, l'ensemble des possibles devrait être présenté aux familles (implant, appareils auditifs, Langue des Signes, oral, LPC) afin qu'elles puissent faire leur choix de manière la plus objective possible (Archbold, Sach, O'neill, Lutman, & Gregory, 2008), dans la pratique, cela n'est semble-t-il pas toujours le cas. Beaucoup de parents vont chercher les informations auprès des unités d'implantation cochléaire, des orthophonistes/audiologistes, ou auprès d'autres familles d'enfants implantés (Sanchez, Sanpéré, Medina, & Ansel, 2005). Peu de parents se tournent vers les associations de Sourds, et cela ne leur est que peu proposé. De fait, beaucoup de parents, même s'ils ne regrettent pas leur choix, disent qu'ils auraient souhaité recevoir des informations de plus d'acteurs différents de la surdité à propos par exemple des modes de communication et/ou de scolarisation existants au moment de leur nécessaire choix (Punch & Hyde, 2011).

Les parents peuvent malgré tout utiliser la langue des signes conjointement à l'oral avec leurs enfants implantés. Cependant, le choix d'un mode de communication relève d'un processus très complexe. Il est souvent influencé par les recommandations des professionnels, par le coût, la qualité ou la disponibilité locale des services de soin et des services éducationnels soutenant ce choix (Eleweke & Rodda, 2000; Li, Bain, & Steinberg, 2004), et par les politiques locales et nationales réalisées en matière d'intégration des enfants différents.

Les études sont également le reflet des contextes nationaux rééducatifs et communicatifs proposés aux enfants et à leurs familles. La majorité des travaux anglophones compare la communication orale seule à la communication totale. Un grand nombre de ces études montre que les enfants utilisant la communication orale seule ont de meilleurs résultats post-implantation à moyen et à long-terme pour la perception et la production de la parole, les capacités langagières, et/ou les capacités de lecture que leurs pairs utilisant une communication dite totale (e.g. Cullington, Hodges, Butts, Dolan-Ash, & Balkany, 2000; Hodges, Dolan-Ash, Balkany, Schloffman, & Butts, 1999; Kirk, Miyamoto, Ying, et al., 2002; Miyamoto, Kirk, Svirsky, & Sehgal, 1999; Svirsky et al., 2000). En effet, les deux modèles de communication présentés conjointement, peuvent alors être appauvris. Par ailleurs, les enfants sont moins exposés à l'oral que les enfants utilisant la communication orale seule. De fait, les enfants bénéficiant de communication totale peuvent avoir plus de difficultés à encoder, à maintenir en mémoire et à restituer les représentations phonologiques de mots ou/et de phrases à l'oral (Burkholder & Pisoni, 2003; Pisoni & Cleary, 2003).

Cependant d'autres études ne retrouvent pas ces différences, voire mettent en évidence des bénéfices supérieurs dans certains domaines de compétences langagières (comme le lexique oral en réception) pour les enfants utilisant une communication totale (e.g. Connor, Hieber, Arts, & Zwolan, 2000). Par ailleurs, comme certains auteurs le

soutiennent, l'utilisation de la Langue des Signes n'interfèrerait pas sur le développement des capacités langagières orales (P. E. Spencer, 2000; Yoshinaga-Itano, 2006).

L'une des explications de ces différences dans les résultats est que même si les méthodes employées dans les structures éducatives diffèrent peu pour l'éducation orale (Beattie, 2006), le terme de « Communication Totale » ou « Communication simultanée » recouvre des réalités parfois très différentes. Il peut s'agir d'une utilisation bimodale de l'oral et de la Langue des Signes, d'une utilisation de l'oral accompagné de signes issus de la Langue des Signes à des fréquences diverses (comme l'utilisation du français signé par exemple), voire même englober l'usage du « Cued Speech » (inventé par le Dr Cornett en 1967 à Gallaudet College, USA), appelé en milieu francophone « Langue Française Parlée Complétée » (LPC). En effet, certains chercheurs américains considèrent la langue des signes comme une aide visuelle au même titre que le Cued Speech (cf. différentes études de Tobey et al., par exemple). Or, les langues des signes sont certes visuelles, mais sont des langues avec un lexique varié et une syntaxe qui leur est propre. Elles sont culturellement marquées puisqu'il existe autant de langues des signes que de communautés différentes de sourds (Wittmann, 1991). En revanche, le Cued Speech (ou la LPC) est un code manuel réalisé autour du visage pour compléter les informations non délivrées par la lecture labiale, supportant donc le mode de communication oral (e.g. Leybaert, Alegria, Hage, & Charlier, 1998). Le type de « Communication Totale » pris en compte, rarement mentionnés dans les études, est fonction des décisions prises par les écoles/structures (L. J. Spencer & Tomblin, 2006) desquelles sont issus les enfants. Cette variabilité dans le type de « Communication Totale » peut ainsi avoir un effet fort sur les résultats obtenus.

En Europe, dans le contexte francophone essentiellement, les études sont plus orientées sur l'impact de la LPC sur le développement du langage des enfants. Langue des Signes et LPC sont, le plus souvent, dissociées. Ces études mettent en évidence que la majorité des enfants qui utilisent couramment la LPC sont des enfants qui perçoivent et développent plus facilement leur langage oral (Leybaert & LaSasso, 2010) et ce, d'autant plus facilement que le début d'exposition à la LPC a été précoce (Leybaert & Alegria, 2003).

Quoi qu'il en soit, une emphase sur l'oral semble malgré tout nécessaire pour que l'enfant développe son langage oral au mieux.

I.4.3. L'environnement scolaire

En France, plusieurs modes de scolarisation sont possibles. L'enfant sourd peut être scolarisé :

- Soit en inclusion scolaire individuelle, lorsque l'enfant est en mesure de suivre une scolarité ordinaire avec ou sans aide à l'intégration en classe (Auxiliaire de Vie Scolaire ou Assistants de Scolarisation, codeur LPC, Interprète LSF). En dehors de la classe, l'enfant peut bénéficier :
    - soit uniquement d'un suivi orthophonique en libéral

  - soit de suivi par des services spécialisés pouvant dispenser, en fonction des besoins de l'enfant, un soutien pédagogique, un suivi en psychomotricité, ou encore un suivi psychothérapeutique (SAFEP : Service d'Accompagnement Familial et d'Education Précoce pour les enfants avant trois ans ou SSEFIS : Service de Soutien à l'Education Familiale et à l'Intégration Scolaire pour les enfants plus âgés)
- Soit en inclusion scolaire collective : les enfants sont alors scolarisés dans des structures de type CLIS (Classes pour l'Inclusion Scolaire), classes annexées, externalisées, ou encore classes intégratives. La majorité des élèves de ces classes y reçoivent un enseignement adapté à leurs difficultés et sont intégrés dans les classes dites ordinaires présentes dans l'école pour certaines activités.
- Soit en structure spécialisée (établissements médicaux-sociaux) : les enfants y reçoivent un enseignement, un soutien pédagogique et des soins spécifiques à leurs difficultés.

Avec les politiques d'inclusion scolaire, le nombre d'enfants sourds scolarisé en établissement spécialisé a diminué de manière importante (Le Capitaine, 2006). Par ailleurs, même si l'on sait qu'implantation cochléaire ne rime pas forcément avec inclusion scolaire en milieu ordinaire, on peut néanmoins constater que cette alternative est la plus couramment proposée par les équipes qui suivent les enfants porteurs d'implant lorsque ceux-ci ne présentent pas de retard de développement ou de troubles associés importants. L'inclusion scolaire est également désirée par la majorité des parents d'enfants implantés (Sanchez et al., 2005). En effet, l'implantation cochléaire est souvent considérée par ceux-ci comme un moyen d'accéder à la langue orale, mais aussi comme l'aide technique qui facilitera l'entrée en école ordinaire de leur enfant (Sorkin & Zwolan, 2004). Le mode de communication post-implantation et le type de scolarisation sont donc souvent liés. Les études anglophones (essentiellement celles réalisées en Australie, en Grande Bretagne ou aux Etats-Unis), lorsqu'elles intègrent comme variable le type de scolarisation, comparent les écoles aux modes de scolarisation oralistes aux écoles proposant une communication totale. Les programmes éducatifs, tout comme la place accordée à la langue des signes dans les différents programmes diffèrent en fonction des pays. Il est donc extrêmement difficile de rapprocher les résultats des études sur le plan international. Cependant, nous pouvons considérer que la dissociation américaine écoles oralistes vs écoles proposant une communication totale correspond, en France, à comparer les écoles ordinaires aux autres modes de scolarisation (CLIS, Classe annexée, et établissement spécialisé). Les résultats d'un grand nombre d'études anglophones sont en faveur des programmes éducatifs/scolaires utilisant exclusivement le langage oral. Les auteurs montrent que les enfants scolarisés dans des programmes développant la méthode auditivo-verbale, présentent un stock lexical plus élevé à l'oral, de meilleures capacités morpho-grammaticales, et syntaxiques (énoncés produits spontanément plus longs), ainsi qu'une facilité plus importante à utiliser la narration que les enfants éduqués avec un renforcement signé (Geers, Nicholas, & Sedey,

2003). Leurs capacités de perception de la parole seraient supérieures et leur retard lexical serait moins important que les enfants scolarisés dans un contexte bilingue-biculturel (Dettman, Wall, Constantinescu, & Dowell, 2013). Leur intelligibilité serait meilleure, et ce, surtout lorsqu'ils ont été scolarisés en post-implantation dans des classes qui mettent l'accent sur la dépendance entre la parole et l'écoute (Tobey, Geers, Brenner, Altuna, & Gabbert, 2003; Tobey, Rekart, Buckley, & Geers, 2004) ou dans des écoles ordinaires dans lesquelles ils sont au contact avec des pairs entendants (Tobey et al., 2004). Ces remarques seront discutées plus amplement dans le Chapitre 3.

I.4.4. Le soutien familial

Chez l'enfant typique, il a été montré une relation positive plus importante entre l'investissement familial et les résultats scolaires, que celle retrouvée avec la catégorie socio-professionnelle des parents ou leur niveau d'éducation (Griffith, 1996). Dans ce cas l'investissement familial est souvent considéré comme la capacité des parents à établir une ambiance de travail à la maison et à assurer un suivi de la scolarité de leur enfant (Jeynes, 2005). Cette relation est souvent exacerbée chez les enfants différents, porteurs de troubles neuro-développementaux ou d'affections sensorielles. En effet, il a été montré que les variations environnementales influenceraient les résultats cognitifs de ces enfants (Holt, Beer, Kronenberger, Pisoni, & Lalonde, 2012). Le fait d'avoir un développement différent de ce qui est observé chez l'enfant typique change l'environnement social et physique dans lequel l'enfant se développe, et influence donc son développement au même titre que les facteurs génétiques (Karmiloff-Smith, 2014). Dans le cadre de la surdité, et plus particulièrement dans les familles accueillant un enfant sourd et songeant à une implantation pour leur enfant, l'évaluation des motivations familiales et des capacités d'investissement de la famille dans la prise en charge ultérieure sont deux critères faisant partie intégrante du bilan pré-implantation (Truy & Lina, 2003). En effet, plusieurs études montrent que l'implication familiale peut expliquer une part importante de la variabilité observée dans les résultats perceptifs et langagiers obtenus par les enfants sourds post-appareillage (Moeller, 2000) ou post-implantation (Nikolopoulos, Gibbin, & Dyar, 2004). L'implication familiale est donc un pré-requis à la pose de l'implant cochléaire, et est fortement attendue par les équipes de suivi (Bertram & Päd, 1995; Calderon, 2000; DesJardin, Eisenberg, & Hopadd, 2006). Dans ce cadre, elle est considérée comme un partenariat, une collaboration étroite entre les familles et les équipes d'éducation précoce, puis les équipes éducatives et de rééducation. Cependant les modèles de partenariat famille-professionnels évoluent dans le temps : après avoir longtemps été considérée, dans les pays anglophones, comme étant la capacité des parents à être l'enseignant de leur enfant sourd pour les apprentissages précoces, la participation familiale est désormais considérée davantage comme la collaboration étroite des parents avec les équipes afin de renforcer les apprentissages de l'enfant (Turnbull, Turbiville, & Turnbull, 2000). Moeller (2000) évalue, à partir d'une échelle scorée de 1 à 5, la qualité de la participation familiale dans l'éducation précoce de l'enfant sourd ou malentendant. L'échelle, destinée à être cotée par les

professionnels, inclut la participation de la famille dans le suivi de l'enfant tout comme la qualité des interactions de communication parents-enfant, quel que soit le mode de communication utilisé. Dans cette étude, réalisée avec des enfants sourds appareillés, les enfants qui réussissent le mieux aux tests de langage proposés sont ceux qui bénéficient du plus haut niveau de participation familiale associé à une précocité de la prise en charge par des services d'éducation précoce. Ce résultat est retrouvé par Watkin et al. (2007). Par ailleurs, DesJardin (2004, cité par Desjardin, Eisenberg & Hodapp, 2006) a pu montrer que les mères qui présentaient un haut niveau d'implication lors de leur première évaluation (T1), proposaient, un an après, un nombre plus important de stratégies facilitatrices de langage de haut-niveau (ex. : questions ouvertes…), alors que celles présentant un niveau d'implication bas à T1, proposaient à leur enfant des stratégies langagières de bas niveau (ex : imitations, utilisation d'ordres…). Ces stratégies communicatives de bas niveau étaient corrélées négativement avec le niveau de langage de l'enfant.

Le niveau d'implication familiale est donc un indicateur fort à prendre en compte dans les études chez l'enfant implanté. Malgré cela, il est encore trop peu souvent traité dans les études, et aucune recherche francophone ne le met en évidence. Cette thèse contribuera donc à répondre à ce manque en examinant la relation entre ce facteur et les résultats perceptifs et langagiers des enfants implantés. Elle permettra ainsi de discuter l'importance de cet aspect dans la prise en charge rééducative des enfants implantés.

I.5. PLAN DE LA THESE

Ce chapitre introductif a eu pour objectif de présenter le contexte de notre thèse, en décrivant les caractéristiques générales de l'implant cochléaire pédiatrique, ainsi que les principaux questionnements existant autour des résultats post-implantation. Cela permet ainsi de poser des fondements communs, afin d'aider à la compréhension des deux études présentées dans les chapitres suivants (Chapitres 2 et 3).

Chaque étude sera introduite théoriquement afin de présenter de manière détaillée et spécifique à chaque tranche d'âge les résultats déjà obtenus dans la littérature. Le Chapitre 2 s'intéressera à l'évolution du développement perceptif, communicatif et langagier d'enfants sourds âgés de 10 à 36 mois lors de la première évaluation. Nous y présenterons une étude longitudinale, du bilan pré-implant à 12 mois post-implantation. Puis une deuxième étude transversale sur le développement cognitif, perceptif et communicatif d'enfants sourds âgés de 6 à 10 ans ayant bénéficié d'au moins quatre années d'expérience auditive avec leur implant cochléaire sera présentée au Chapitre 3. Une discussion générale (Chapitre 4) faisant des liens entre ces deux études, permettra de dégager les principaux facteurs observés jouant un rôle majeur dans le développement langagier des enfants implantés et proposera des pistes de réflexion afin d'améliorer la prise en charge des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire.

Chapitre 2

Etude longitudinale du bilan pre-implantation a 12 mois post-activation : Developpement Perceptif, Communicatif et Langagier d'enfants sourds implantes cochleaires

II.1. INTRODUCTION

L'enfant est au centre des études en psychologie développementale. Les modèles de développement sont multiples et évoluent à mesure qu'ils se heurtent aux faits, aux avancées scientifiques ou qu'ils bénéficient de l'apparition de nouveaux outils de recherche. Les modèles multidimensionnels du développement ont ainsi pris la place des modèles unitaires et hiérarchiques (tel que le modèle piagétien), en intégrant, dans leur conception du développement, la question de la variabilité intra- et interindividuelle, introduite par la psychologie différentielle. L'étude du développement des enfants présentant des déficiences (sensorielles, physiques ou psychiques) a d'ailleurs nettement contribué à cette évolution, en mettant en exergue la diversité développementale (Tourrette, 1997).
Pleinement ancrés dans cette perspective, nous avons décidé de mener une étude longitudinale du développement des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, du bilan pré-implant à 12 mois post-implantation, afin de mieux comprendre l'effet de l'implant sur le développement des enfants. Lors de cette période d'évaluation, nous avons choisi d'étudier différents aspects développementaux (sensorimoteur, social, perceptif, langagier et communicatif), de manière descriptive et comparative (rapport à eux-mêmes et aux performances d'enfants dits typiques). Une prise en compte de l'environnement a également été réalisée considérant que les acquisitions des enfants ne sont réalisées qu'en interaction avec le monde extérieur (objets, lieux, situations, personnes…). L'étude des relations entre les différentes compétences en développement des enfants de notre cohorte, d'une part et l'environnement d'autre part, peu explorées de manière concomitante chez le jeune enfant, nous amènera à penser le lien entre compétences prélinguistiques et compétences linguistiques chez l'enfant implanté de manière globale. Pour cela, les trajectoires développementales des enfants seront à la fois comparées à la norme et comparées entre elles comme dans l'étude de Boons et al. (2012).

Pour mener à bien ce travail, nous présenterons, dans un premier temps, les résultats d'un certain nombre de recherches menées sur le développement global des enfants entendants, des enfants sourds, et des enfants sourds implantés de la période pré-implantation à un an post-activation. Nous détaillerons, dans un second temps, la méthodologie utilisée dans notre étude, annoncerons nos hypothèses opérationnelles, puis présenterons les résultats obtenus. Ces derniers seront ensuite discutés et mis en perspective à l'éclairage de la littérature existante et des observations cliniques ayant pu être réalisées.

II.2. LE DEVELOPPEMENT GLOBAL DE L'ENFANT DE 0 A 30 MOIS

Le développement humain est un processus global, complexe, et dynamique, qui se déroule tout au long de la vie. De nombreux chercheurs de disciplines variées l'étudient et y apportent des éclairages différents, mais l'objet d'étude est le même : l'être humain, de l'état fœtal à la fin de vie. Ici, nous focaliserons notre attention sur le jeune enfant, âgé de 0 à 30 mois. Lorsque tout va bien à la naissance, les sens sont fonctionnels, la motricité se met peu à peu en place, et les compétences cognitives se développent à mesure que le bébé grandit et explore son nouveau monde. Tous les secteurs de développement sont donc intriqués : ils évoluent de manière concomitante et en interaction entre eux et avec l'environnement dans lequel le bébé grandit. Dans un souci didactique, nous présenterons ici le développement des secteurs en lien avec notre étude (psychomoteur, langagier, communicatif et social), même si nous sommes conscients de l'aspect fragmenté et réducteur de ce type de présentation. Pour chacun de ces domaines, nous rappellerons brièvement les étapes de développement suivies par les enfants entendants, puis, nous nous intéresserons au développement des enfants sourds porteurs ou non d'un implant cochléaire.

II.2.1. Le développement psychomoteur du jeune enfant

Le développement postural et moteur chez le jeune enfant est dépendant de la maturation nerveuse. En effet, la myélinisation des fibres nerveuses s'effectuant du haut du corps vers le bas (du cerveau vers l'extrémité des membres inférieurs) et de l'intérieur du corps vers l'extérieur (des zones proches de la moelle épinière jusqu'au bout des doigts), le bébé acquiert progressivement le contrôle :

1. de son regard, sa tête, son dos et ses membres inférieurs
2. de ses membres supérieurs, lui permettant d'effectuer des gestes de plus en plus fins.

Le tonus des muscles va progressivement évoluer au cours des premiers mois, pour permettre à l'enfant de maintenir sa position assise dans un premier temps, puis d'acquérir la marche en permettant la station debout. Il est donc intimement lié au développement de la motricité globale (regroupant dans notre exposé la posture et la locomotion). Il permet également le développement des conduites de préhension, acte intentionnel très important chez le bébé puisqu'il lui donne la possibilité d'explorer le monde qui l'entoure.

Chaque nouvelle acquisition est un pas de plus vers son autonomie motrice et son autonomie sociale. Le développement moteur participe ainsi au développement global de l'enfant. En effet, toute acquisition de nouvelle possibilité motrice, permet à l'enfant d'explorer différemment son monde environnant, et participe donc à transformer ses schémas cognitifs existants.

II.2.1.1. Développement postural et moteur

L'être humain est un être en mouvement. L'acte moteur sert deux grandes fonctions :

- Le transport (pour la locomotion ou le transport d'objet) ;
- La communication verbale et non-verbale (gestes, mimiques, postures, articulation vocale).

Le Tableau 1 ci-dessous récapitule le développement postural et moteur des enfants dits typiques, âgés de 6 à 30 mois (items de posture extraits ou adaptés du Brunet-Lézine Révisé, Josse, 1997) :

Tableau 1
Grandes étapes du développement postural et moteur : repères pour les 30 premiers mois

	Statique et Motricité
2 mois	Couché sur le ventre, soulève la tête et les épaules Retient la tête bien droite quand on exerce une traction sur ses avant-bras Se retourne du côté sur le dos
4 mois	Maintient sa tête dès 3 mois Couché sur le ventre, garde les jambes en extension Couché sur le dos, mouvements dirigés pour se débarrasser de la serviette posée sur sa tête Tient assis avec un léger soutien
6 mois	Allongé, saisit ses pieds Supporte une partie de son poids quand il est tracté ou maintenu (assis ou debout) Couché sur le dos se débarrasse de la serviette posée sur sa tête
8 mois	Efforts de déplacement dès 7 mois Couché sur le ventre ou assis sans soutien, se débarrasse de la serviette posée sur sa tête Se retourne du dos sur le ventre
9 mois	Mouvements nets de déplacements Se tient debout avec appui Soutenu sous les bras, fait des mouvements de marche
10 mois	Changements de position possibles : de la position couchée à la position assise (seul), de la station assise à la station debout (avec appui) Placé debout avec appui, lève un pied et le repose
12 mois	Passe de la station debout à la station assise sans se laisser tomber Marche avec aide quand on lui tient la main Tient debout seul quelques secondes sans appui
14 mois	Marche seul couramment Monte à quatre pattes un escalier
17 mois	Marche à reculons Pousse du pied le ballon
24 mois	Court avec des mouvements coordonnés (dès 20 mois) Donne un coup de pied dans le ballon sur ordre Se tient sur un pied avec aide
30 mois	Monte l'escalier seul en alternant les pieds Se tient sur un pied sans aide

Le développement des capacités posturales (e.g. être assis, tenir debout) et motrices (comme la marche par exemple, cf. Adolph, Vereijken, & Shrout, 2003) repose sur des processus complexes :

- La maturation physiologique et cérébrale ;
- La force musculaire et la capacité de coordination de plusieurs groupes musculaires ;
- L'activité de l'enfant (exploration, entraînement).

La maturation physiologique comprend notamment le développement du système vestibulaire, clef de voûte de l'équilibre, puisqu'il est responsable de la stabilisation des yeux, de la tête et du corps (Rajendran & Roy, 2011). De fait, lorsque celui-ci est endommagé, les performances motrices et/ou l'équilibre peuvent être chutés (Crowe & Horak, 1988). Or, un grand nombre d'enfants sourds, implantés ou non, présentent des altérations du système vestibulaire (Cushing, Gordon, Rutka, James, & Papsin, 2013; Cushing, Papsin, Rutka, James, & Gordon, 2008). Il n'est donc pas surprenant que plusieurs études mettent en évidence la présence d'un retard postural et moteur chez les enfants sourds d'âge scolaire (e.g. Crowe & Horak, 1988; Hartman, Houwen, & Visscher, 2011; Rine et al., 2000), ainsi que des troubles de l'équilibre (Cushing et al., 2008; de Sousa, de França Barros, & de Sousa Neto, 2012; Selz, Girardi, Konrad, & Hughes, 1996), différents en fonction de l'étiologie de leur surdité. Les enfants avec une surdité acquise semblent moins bien réussir aux épreuves motrices que les enfants porteurs d'une surdité congénitale (Cushing et al., 2008; Horn, Pisoni, Sanders, & Miyamoto, 2005).

Mais alors qu'il est couramment admis que surdité (congénitale et acquise dans les premières années de vie) et retard postural et moteur à long terme peuvent être liés, l'impact de l'implantation cochléaire sur les fonctions vestibulaires et sur le développement moteur n'a été que peu étudié (Gheysen, Loots, & Van Waelvelde, 2008) et les résultats des différentes études existantes semblent encore, à ce jour, contradictoires. Certaines pointent le risque de dommage vestibulaire lors de la chirurgie pouvant notamment entraîner des troubles de l'équilibre chez les enfants (Tien & Linthicum, 2002), tandis que d'autres montrent une amélioration des performances motrices après l'implantation. Les méthodologies d'exploration sont différentes et les capacités posturales et motrices évaluées varient d'une étude à l'autre (Rajendran, Roy, & Jeevanantham, 2012). Sur le plan comportemental les mêmes divergences peuvent être relevées. Si certaines études pointent un retard de développement des capacités motrices complexes et de l'équilibre équivalent entre les enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire et les enfants sourds non implantés (Schlumberger, Narbona, & Manrique, 2004), Gheysen et al. (2008), mettent en évidence que les enfants sourds implantés semblent moins performants au test d'équilibre sur un pied que les enfants entendants, conclusion qui n'est pas retrouvée avec la cohorte d'enfants sourds non implantés de leur étude.

Ces conclusions peuvent-être liées, comme on l'a vu précédemment, au développement vestibulaire. Mais elles peuvent être également influencées par d'autres

éléments pouvant retarder le développement des capacités motrices globales chez l'enfant. Son activité elle-même peut-être impactée par la surdité. En effet, les enfants produisent dès la naissance des réactions motrices (de l'activité réflexe aux gestes volontaires) en réponse aux diverses stimulations extérieures. A deux mois et demi ou trois mois par exemple, le nourrisson tourne la tête en réponse à un appel visuel ou sonore sans rotation des épaules (Vasseur, 2000). Dès le plus jeune âge, l'enfant répond aux stimuli auditifs en bougeant les yeux, la tête, voire tout le corps pour tenter de localiser la/les source(s). Certains auteurs suggèrent donc que la surdité congénitale peut, même sans atteinte vestibulaire, être source de retards dans le développement moteur et postural des enfants (Savelsbergh, Netelenbos, & Whiting, 1991), surtout pour les capacités motrices complexes (Schlumberger et al., 2004). Cependant, les rares études évaluant les capacités des enfants sourds en pré-implant ne mettent pas en évidence de retard moteur pour les enfants constituant leurs cohortes (Horn, Pisoni, et al., 2005; Kutz, Wright, Krull, & Manolidis, 2003). Le retard moteur semble donc augmenter avec l'âge des enfants, même lorsqu'ils sont implantés. Par ailleurs, cette observation semble se porter plus spécifiquement sur les capacités de motricité fine. Car lorsque des auteurs dissocient dans leurs conclusions motricité globale et motricité fine (Horn, Pisoni, & Miyamoto, 2006), il apparaît que le développement moteur global semble suivre un cours normal lorsque la surdité est isolée, contrairement au développement des habiletés de motricité fine, inversement corrélé à l'âge chronologique.

II.2.1.2. Développement de la coordination oculo-manuelle

La motricité fine correspond aux mouvements fins et précis des mains, des doigts, des pieds et de la bouche (Adolph & Berger, 2005). Ici, nous assimilerons le développement de la motricité fine aux capacités de coordination oculo-manuelle, ces capacités étant celles les plus souvent testées dans les différentes études sur le développement de la motricité fine. Chez le nouveau-né, le développement de la préhension est capital. Dès 4 mois, perception et action sont liées pour atteindre un seul et même but : prendre un objet. La préhension est alors réalisée à pleine main : les enfants touchent et attrapent tout ce qu'ils peuvent, ce qui leur permet de découvrir leur environnement proche. Peu à peu, vers sept mois, on observe une préhension avec participation du pouce, qui se précise un mois plus tard avec l'apparition de l'utilisation de la pince pouce-index. Le ralentissement du geste de l'enfant à l'approche de l'objet et la coordination bi-manuelle se développent quelques mois plus tard, tandis que la coordination œil-main s'affine avec l'entraînement, permettant à l'enfant de gagner en précision dans ses mouvements (Adolph & Berger, 2006). Entre un et deux ans, la motricité des mains et des doigts s'affine, permettant à 98% des enfants de reproduire, à 24 mois, une tour de cinq cubes et à tous les enfants de cette tranche d'âge d'encastrer des formes différentes sur une planchette (Josse, 1997).

L'impact de la surdité sur ces capacités a été peu étudié chez le jeune enfant. Seule une étude, à notre connaissance, a comparé les scores de motricité fine d'enfants sourds âgés de 6 à 51 mois ($M_{\text{âge}}$=22 ; ET=13,7) à la norme (Horn et al., 2006), à l'aide de l'échelle de motricité issue du Vineland Adaptative Behavioral Scales (Sparrow, Balla, & Cicchetti, 1984).

Ces auteurs mettent en évidence que plus les enfants sont âgés en pré-implant, plus leur retard aux items de motricité fine[2] s'accroit. Cette conclusion peut être mise en relation avec les résultats d'études réalisées avec des enfants sourds d'âge scolaire. En effet, si les enfants les plus jeunes semblent ne pas présenter de déficit majeur de motricité fine, les enfants entre 5 et 10 ans obtiennent des scores de coordination et de motricité fine inférieurs à la norme. Les tâches de dextérité manuelle tout comme la réception d'une balle, par exemple, tâches complexes, impliquant la coordination de nombreux mouvements, sont moins bien réussies par les enfants sourds que par leurs pairs normo-entendants (e.g. Hartman et al., 2011; Savelsbergh et al., 1991). Des perturbations sont également observées pour des tâches plus basiques, telles que l'utilisation d'une main pour taper le genou de manière répétitive (Schlumberger et al., 2004) ou la tâche de tapping de la NEPSY (Korkman, Kirk, & Kemp, 1997), consistant à frapper 32 fois le bout de l'index sur la face interne du pouce le plus vite possible (mouvement simple), puis à frapper le pouce aux autres doigts de la même main (mouvement complexe), en respectant la séquence index-auriculaire (Conway et al., 2011). Les enfants sourds, implantés ou non, réalisent les tâches proposées plus lentement que leurs pairs entendants, surtout lorsque la tâche est proposée avec la main non-dominante (situation proposée dans la deuxième étude). Conway et al. (2011) suggèrent alors que les changements hémisphériques résultants de la surdité affecteraient l'organisation des circuits neuronaux dédiés au contrôle de la motricité fine dans l'hémisphère non-dominant.

II.2.1.3. Lien entre motricité et développement du langage

Plusieurs études, chez l'enfant entendant, montrent que le développement moteur précoce est un bon prédicteur du développement langagier ultérieur des enfants (e.g. Josse, 1997; Siegel et al., 1982, cités par Horn et al., 2006). Cette association entre langage et capacités motrices a été retrouvée, chez l'enfant implanté, dans quelques études récentes (e.g. Horn, Pisoni, et al., 2005). Cependant, Horn et al. (2005) montrent que tous les aspects langagiers ne sont pas liés aux capacités motrices des enfants en pré-implant. Dans leur étude, les domaines langagiers corrélés aux capacités motrices en pré-implant sont : la reconnaissance de mots prononcés à l'oral, le langage –en réception, comme en production- ainsi que les connaissances lexicales, tous mesurés plus de trois ans après l'implantation. Par ailleurs, leur étude suivante (Horn et al., 2006) précise qu'il en va de même pour les capacités motrices corrélées au langage. Toutes les capacités motrices ne semblent pas liées de la même façon aux habiletés langagières. En effet, dans leur étude, seules les capacités de motricité fine sont corrélées aux capacités langagières orales en production comme en réception. L'étude de Conway et al. (2011), confirme la corrélation entre capacités de motricité fine et langage, mettant en évidence que les résultats à la tâche complexe de tapping, obtenus par les enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire de leur cohorte,

[2] Exemples d'items du VABS évaluant la motricité fine : prendre de petits objets avec les mains, faire passer un objet d'une main à l'autre, ouvrir la porte, ouvrir et fermer une paire de ciseaux, couper une feuille de papier avec un ciseau en suivant une ligne…

sont significativement corrélés avec leurs scores langagiers. Ces études suggèrent que les zones cérébrales habituellement dédiées aux habiletés motrices peuvent être également impliquées dans le traitement du langage, théorie soutenue en neurosciences (S. M. Wilson, Saygin, Sereno, & Iacoboni, 2004). Cependant ces études ayant été réalisées sur de petites cohortes, les résultats observés restent préliminaires. Ils constituent néanmoins une base de réflexion pour nos propres observations.

II.2.2. Le développement de la communication et du langage

Plusieurs courants théoriques se sont intéressés à l'acquisition du langage et de la communication chez l'enfant et les débats autour de la question de la place de l'inné et de l'acquis dans son développement sont encore vifs (Bernicot, Veneziano, Musiol, & Bert-Erboul, 2010). Nous ne rendrons toutefois pas compte ici de ces différents modèles théoriques existants, car tous les ouvrages traitant de l'acquisition du langage en font la synthèse (e.g. Florin, 1999). Nous présenterons tout d'abord le développement des capacités de perception auditive chez l'enfant, pré-requis au développement du langage oral, puis détaillerons les différentes étapes structurales de l'acquisition du langage. Enfin, nous nous intéresserons aux aspects pragmatiques du langage, replaçant l'enfant dans la situation de communication, de la période pré-verbale jusqu'au développement des premières combinaisons de mots.

II.2.2.1. Développement de la perception auditive

La perception correspond à l'interprétation que fait notre cerveau des stimuli, émanant du milieu environnant ou de l'extérieur, reçus et détectés par l'un de nos organes sensoriels. Le développement de la perception, et notamment de la perception auditive, domaine qui nous intéresse ici, a été théorisé et hiérarchisé par de nombreux chercheurs. Cependant et quel que soit le sens considéré, percevoir correspond à trois fonctions, impliquant des traitements cognitifs différents de la sensation: la fonction de détection, celle d'identification et celle de localisation.
Dans le domaine auditif :

- Détecter : correspond au fait d'entendre un stimulus auditif, de porter son attention dessus, et/ou de réagir à celui-ci en recherchant la source,
- Identifier : correspond à reconnaître le son sans forcément être en mesure de le nommer,
- Localiser : correspond à la capacité de savoir où se trouve la source, en terme de positionnement dans l'espace, de distance, voire même de mouvement.

Ces fonctions se développent par étapes dès l'état fœtal. Le système auditif commence à être fonctionnel dès la vingt-cinquième semaine de grossesse, et la cochlée finit son développement aux alentours de 30 semaines de gestation. Les premiers stimuli auditifs sont donc reçus alors que le bébé est encore dans le ventre de sa mère. Ses perceptions intra-utérines lui permettent de réagir, à la naissance, de façon différentielle aux indices

rythmiques, prosodiques et phonologiques de la parole (Bertoncini & de Boysson-Bardies, 2000; Karmiloff & Karmiloff-Smith, 2003; Sansavini, Bertoncini, & Giovanelli, 1997) : il peut alors par exemple distinguer la voix de sa mère par rapport aux autres voix adultes, discriminer deux langues ayant un rythme différent ou deux phonèmes différents de la même langue, etc. Il peut également reconnaître les sons musicaux et environnementaux entendus régulièrement lors des dernières semaines de gestation (Granier-Deferre & Schaal, 2005; Woodward & Guidozzi, 1992). Si la perception acoustique est adaptée à la parole humaine au sens large dès la naissance, les étapes du développement de la perception auditive, soutenues par le développement neuronal, sont néanmoins dépendantes de l'exposition auditive précoce, tout comme des actions communicatives de l'enfant (Huotilainen & Näätänen, 2010). Lorsque l'enfant est stimulé, « les mécanismes de traitement perceptifs » s'organisent petit à petit « en un système modulé par des propriétés typiques (prosodiques, phonologiques) de la langue de l'environnement » (Bertoncini & de Boysson-Bardies, 2000). A partir de 6 mois, le bébé devient influencé par sa langue maternelle et une organisation des représentations phonologiques s'amorce entre 18 et 24 mois (Bertoncini & de Boysson-Bardies, 2000). Ces différentes acquisitions constituent un socle pour le développement langagier ultérieur.

Si beaucoup d'études sont réalisées sur la perception précoce des sons de parole, peu en revanche sont consacrées au développement des capacités perceptives des sons environnementaux chez l'enfant entendant. En revanche, tout un pan de la littérature s'intéresse au développement de la fonction de localisation. La localisation d'une source sonore dans l'espace, permise par l'écoute binaurale humaine, se développe dès la naissance : les nouveau-nés sont capables de tourner la tête du côté d'où provient le son (latéralisation possible), mais ne localisent pas encore précisément la source (Muir & Field, 1979). Si cet effet disparaît ensuite entre 1 et 4 mois (en lien avec la maturation des mécanismes corticaux centraux), les bébés dès quatre mois voient leurs capacités de localisation de la source sonore progresser. Leur sensibilité à la cohérence audition-vision, présente dès 3 mois, se développe (Leybaert, 2005), et l'angle de détection diminue à mesure que l'enfant grandit, passant de 20° à 5 mois à 4-6° aux alentours de 18 mois (référentiel adulte : 1°) (Litovsky & Ashmead, 1995). Cette capacité, associant audition et vision, aide les nouveaux nés à avoir une approche plus globale du monde environnant.

Cependant, comme rappelé dans le Chapitre I, l'input auditif doit être précoce pour que le système sensoriel se développe normalement, conformément à la notion de période sensible (Bischof, 2007; Sharma & Campbell, 2011). Lorsque l'enfant est sourd, ses perceptions sont altérées en fonction de son degré de perte auditive. Dans le cas d'une surdité profonde, l'enfant n'est en mesure de percevoir les sons qu'au-delà de 90 dB minimum. Sa perception de la parole se développe alors de manière visuelle (lecture labiale), et doit être entraînée. Percevoir auditivement les sons environnementaux ou les sons de parole ne redevient possible que lorsque l'enfant sourd profond est appareillé ou

implanté. Si les appareillages ne lui permettent qu'un faible gain, l'apport de l'implant cochléaire pour les acquisitions perceptives n'a plus à être démontré (e.g. De Raeve, 2010; McConkey Robbins, Koch, Osberger, Zimmerman-Phillips, & Kishon-Rabin, 2004; Meyer, Svirsky, Kirk, & Miyamoto, 1998). Quelques repères de développement peuvent être extraits des échelles d'évaluation des capacités auditives conçues pour l'enfant implanté (CAP, « Categories of Auditory Performance » ; LIP, « standard listening skills profile » ; IT-MAIS, « Meaningful AuditoryInternational Scale », NEAP, The Ear Foundation, 2004). Nous présenterons ici deux études récentes utilisant l'échelle du CAP (cf. Tableau 2; Archbold, Lutman, & Marshall, 1995) :

Tableau 2
Echelle du CAP-score (Archbold et al., 1995), traduite en français par l'équipe de l'UPIC

0	Pas de réaction aux sons environnement ou à la voix
1	Détection des sons de l'environnement
2	Réponse aux sons de la parole
3	Identification des sons de l'environnement
4	Discrimination des sons de la parole sans lecture labiale
5	Compréhension de phrases simples sans lecture labiale
6	Compréhension d'une conversation avec un interlocuteur familier sans lecture labiale
7	Utilisation du téléphone avec un interlocuteur familier

(1) L'étude de De Raeve (2010) comporte 52 enfants néerlandophones implantés avant 18 mois ($M_{âge}$=14 ; intervalle : 6-18 mois), évalués pendant quatre ans : lors du bilan pré-implantation, puis à 6, 12, 24, 36, et 48 mois après leur implantation. En pré-implant, les enfants de leur cohorte, appareillés, étaient en mesure de détecter certains sons environnementaux. Puis, après six mois d'implantation, les enfants devenaient à même de répondre aux sons de parole (Md=2, [p25;p75]=[1;2]). A un an post-activation, ils pouvaient identifier les sons de l'environnement (Md=3, [p25;p75]=[2;4]) et à 24 mois post-activation, ils devenaient capables de comprendre des phrases simples sans lecture labiale (Md=5, [p25;p75]=[4;5]). Cependant, la variabilité interindividuelle est très importante dans cette étude. Par exemple, à 36 mois post-activation (Md=5, [p25;p75]=[5;6]), alors que les enfants dits « stars » (percentile 99) réussissaient à utiliser le téléphone avec un interlocuteur familier, les enfants qui enregistraient les moins bonnes performances (percentile 1) discriminaient des sons de parole sans lecture labiale, niveau atteint par les enfants de la cohorte en moyenne au cours de la deuxième année de port de l'implant (aux alentours de 18 mois).

(2) Martines, Martines, Ballacchino, et Salvago (2013) présentent, pour leur part, une étude comportant 28 enfants italophones implantés avant 3 ans ($M_{âge}$=24,25; intervalle : 10-36 mois), évalués à 6 reprises : en pré-implantation puis à 1, 3, 6, 12 et 18 mois post-

implantation. Leurs résultats perceptifs augmentent progressivement après l'implantation. En effet, en pré-implant, les enfants de leur cohorte détectaient certains sons de l'environnement, comme ceux de la cohorte précédemment décrite. Cette capacité progresse à 3 mois post-implantation, jusqu'à être en mesure de répondre, pour certains, à des sons de parole. A six mois post-activation, leur score moyen obtenu était compris entre 2 et 3, et à 12 mois, était juste au-dessus de 3 (*M*=3,25 ; *ET*=1 / Md=3), soit des scores très proches de ceux obtenus par la cohorte de De Raeve (2010), comme on peut le voir Figure 5.

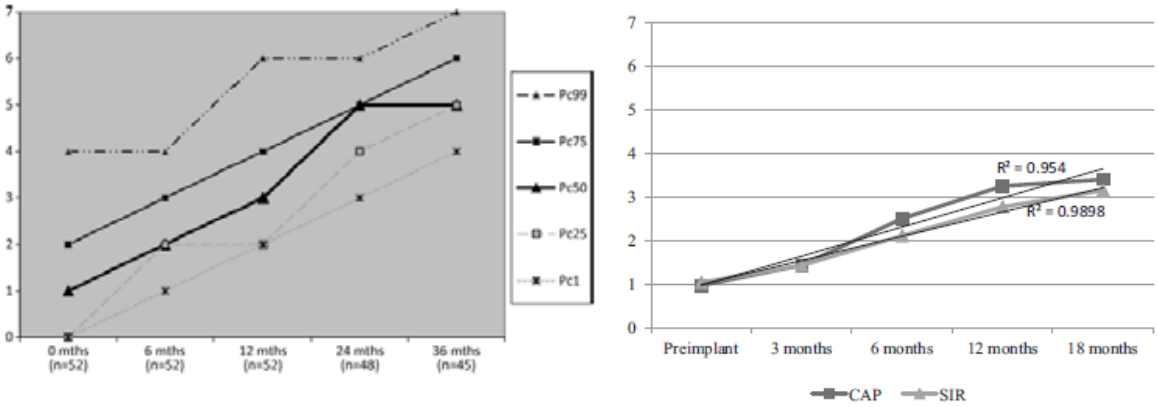


Figure 5. Scores au CAP obtenus dans l'étude de De Raeve (2010) à gauche, et dans l'étude de Martines et al. (2013). Graphiques extraits des articles correspondants.

Ces deux études sont donc cohérentes entre elles et confirment la progression post-implantation observée dans des études francophones plus anciennes, réalisées avec des implants moins performants et/ou avec des enfants implantés plus tardivement (e.g. Uziel et al., 1992) ou à des âges hétérogènes (e.g. Calmels et al., 2004). L'étude de De Raeve (2010), comme celle de McConkey Robbins et al. (2004), souligne par contre l'impact de l'âge à l'implantation sur les performances de perception auditive : les enfants sourds implantés avant 18 mois progresseraient plus vite dans l'acquisition de leurs performances auditives que les enfants implantés plus tardivement.

II.2.2.2. Développement des aspects structuraux du langage

Le langage est un outil d'origine à la fois biologique et social. Son acquisition suit les mêmes grandes étapes chez tous les enfants quels que soient leur environnement ou leur culture (cf. Tableau 3 ci-après, pour les étapes de développement du langage oral).

II.2.2.2.1. Développement du langage oral

L'expérience du langage oral commence dès le stade fœtal : lors des derniers mois de gestation, le fœtus se développant de manière typique, vit ses premières expériences sonores, son système auditif étant suffisamment développé pour percevoir les stimulations externes et internes (Lecanuet & Schaal, 1996). Comme on l'a vu § II.2.2.1., ces dernières constituent la base des compétences perceptives précoces observées chez les nouveau-nés, et notamment de leurs aptitudes à traiter la parole humaine (Bertoncini & de Boysson-

Bardies, 2000). Sur le versant productif, le nouveau-né exprime essentiellement ses besoins et ses émotions par des cris, des pleurs ou des gazouillis. Petit à petit, ses organes de production de la parole gagnent en maturité, lui permettant de produire des sons plus diversifiés et de plus en plus définis. Vers 6-7 mois, le bébé commence à vocaliser plusieurs syllabes bien définies et un babillage canonique, essentiellement formé de sons propres à sa langue maternelle, se met progressivement en place (de Boysson-Bardies, 1996). Ce babillage canonique se transformera progressivement en des productions approximatives porteuses de sens. L'enfant tâtonne alors jusqu'à obtenir la forme exacte des mots. Ce mécanisme est favorisé par les interprétations de ses productions proposées par l'entourage (essentiellement par sa mère). A la fin de la première année, l'enfant produit ses premiers mots simples (de type consonne-voyelle), vecteurs de ses intentions. Cependant, l'accroissement du vocabulaire est lent et instable. L'enfant peut produire un mot à un moment donné et ne plus le reproduire par la suite, ou encore, produire des mots sous plusieurs formes… Cinq ou six mois seront alors nécessaires à l'enfant pour atteindre le cap fatidique des cinquante mots. A compter de ce stade, soit entre 16 et 20 mois environ, l'accroissement du lexique s'accélère : on parle alors d'explosion lexicale, le vocabulaire s'enrichissant mensuellement d'une centaine de mots minimum. Généralement, les mots utilisés sont des mots de l'environnement familier où les formes nominales dominent (Barrett, 1986). Par ailleurs, on observe dans la production de beaucoup d'enfants des expressions figées, pouvant évoquer des phrases (e.g. [leu] pour « il est où ? »). Cependant, on note une grande variabilité dans la forme et le rythme d'acquisition du lexique en production (Fenson et al., 1994), celle-ci étant influencée par des caractéristiques individuelles et environnementales telles que la personnalité de l'enfant, son milieu culturel, son environnement social, sa place dans la fratrie, son genre etc. … (Florin, 1999). A un âge donné, les enfants peuvent donc avoir des niveaux de développement langagiers très différents, ce qui n'empêche pas par la suite ceux ayant un développement langagier plus tardif d'obtenir le même niveau de langage que les enfants ayant développé leur langage plus tôt. Par ailleurs, tous les enfants présentant un développement typique, possèdent un stock lexical passif (i.e. vocabulaire compris par l'enfant), beaucoup plus large que leur stock lexical actif (e.g. Benedict, 1979; Fenson et al., 2000; Florin, 1999).

Les premières associations de deux mots apparaissent en fonction des enfants, entre 18 et 24 mois : 25% des enfants de 18 mois sont capables de combiner deux unités simples, 57% à 20 mois et 89% à 24 mois (Josse, 1997). Chaque mot est alors riche de sens et les modulations intonatives l'amplifient. C'est le début de l'acquisition de la grammaire. Néanmoins, ce langage reste très lié au contexte. De fait, même si son système phonologique se précise de plus en plus, il reste important de connaître ce contexte et les habitudes verbales de l'enfant pour le comprendre.

Puis, entre 2 et 3 ans, l'enfant entre progressivement dans la morphosyntaxe. La phrase à trois éléments apparaît en moyenne entre 20 et 30 mois (Josse, 1997), et évolue

chaque jour un peu plus. Comme pour les mots, l'enfant procède par tâtonnements, essais-erreurs, généralisations, déductions, afin d'accéder à la forme correcte. Vers trois ans, l'enfant est alors capable, en général, de produire la grande majorité des structures morphosyntaxiques de base appartenant à sa langue maternelle (Le Normand, 2005). Il a donc développé un langage efficace, lui permettant de se faire comprendre. Néanmoins, comme pour le développement lexical, chaque enfant entre dans les acquisitions morphosyntaxiques à son rythme. C'est pourquoi une grande hétérogénéité des niveaux de langage est souvent observée dans les classes de petite section de maternelle (Sauvage, 2005).

Tableau 3
Grandes étapes de l'acquisition du langage oral : repères pour les 3 premières années

Âge indicatifs	Comportements langagiers observés	
	Production	Réception/Compréhension
Période fœtale		Sensibilité aux stimulations auditives dès la 25ème semaine; Achèvement de la maturation de la cochlée au cours du dernier mois de gestation : sensibilité aux bruits physiologiques émanant de la mère, aux bruits environnementaux (musique, parole); Capacité de discrimination des séquences sonores dès la 35ème semaine.
Nouveau-né	Cris, pleurs, gazouillis, vocalisations réflexes, sourires, regards	Reconnaît les voix de ses parents
2-3 mois	Sourires intentionnels et apparition de sons signifiants : rires, pleurs, gémissements, gazouillis	
4-7 mois	Jeux vocaux variés Début du babil : sons produits proches des voyelles et sons consonantiques produits à l'arrière de la gorge	Tourne la tête pour regarder l'adulte qui lui parle Commence à s'intéresser aux bruits extérieurs Réagit à l'appel de son prénom
8-10 mois	Babillage canonique : vocalise des syllabes bien définies et commence à en dupliquer certaines (« papa, dada, baba, mama »)	Compréhension de quelques mots, dont le « non » aux alentours de 9 mois
10-12 mois	Diversification du babillage Proto-mots (premières productions signifiantes) Apparition du pointage distal; Fait « non » de la tête, « au revoir » avec la main…	Compréhension de plus de 25 mots, ainsi que de phrases simples et familières
12 mois	Premiers mots bien distincts en associant essentiellement une consonne à une voyelle: une dizaine de mots sont produits (essentiellement des noms)	Compréhension de beaucoup d'énoncés en relation avec ses activités quotidiennes
15-18 mois	Holophrases (mot unique pour toute une phrase), et accroissement lexical jusqu'à 50 mots	Comprend environ dix fois plus de mots qu'ils n'en produit. Lexique en réception varié : parties du corps, vêtements, objets courants
18 mois	Explosion lexicale	
20 mois	Combinaisons de deux mots (« papa pati », « boum biberon »…), liées au contexte; Les principales catégories lexicales sont en place	
24 mois	Stock lexical de plus de 300 mots Production de phrases de trois mots, entrée dans la morphosyntaxe	
36 mois	Stock lexical d'environ 1000 mots Apparition du « je »	Comprend environ cinq fois plus de mots qu'il n'en produit

Sources : Bloom, (1993); de Boysson-Bardies, (1996); Florin, (1999); Josse, (1997); Kail et Fayol (2000) ; Schauwers, Gillis, Daemers, De Beukelaer, et Govaerts (2004).

Cependant, pour que toutes ces acquisitions orales puissent se mettre en place normalement, il est nécessaire que l'enfant soit exposé précocement au langage verbal. Lorsque ce n'est pas le cas, un décalage important dans les acquisitions peut en résulter. Chez les enfants sourds profonds, des différences peuvent être observées dès les premiers mois. En effet, si leurs premières vocalisations ne sont pas retardées temporellement, et sont proches dans leur forme de celles produites par leurs pairs entendants, certaines différences qualitatives ont néanmoins été soulevées, comme notamment la présence, dès 4 mois, d'un nombre plus important de séquences glottales[3] dans leurs émissions vocales (Oller & Bull, 1984, cités par Oller, 2006). Cette observation est la première atypie observée dans le développement du langage oral de ces enfants (pour une revue, cf. Oller, 2006). Puis, à partir de six mois, des différences plus marquées apparaissent (Hage, 2006). Alors que le babillage canonique se met en place chez les enfants entendants entre 6 et 10 mois, et est alors considéré comme un précurseur du développement du langage oral, il n'est observé qu'à partir du onzième mois (intervalle : de 11 à 25 mois) chez les 9 enfants sourds de l'étude d'Oller et Eilers (1988), et à partir de 18 mois chez les enfants sourds profonds de l'étude de Koopmans-van Beinum, Clement, et Van den Dikkenberg-Pot (2001, cités par Schauwers et al., 2004). Par ailleurs, un babillage « marginal » peut-être encore observé longtemps après l'apparition du babillage canonique chez l'enfant sourd (Oller, 2006).

L'émergence d'un babillage chez des enfants implantés a été étudiée depuis les années 2000. Si les études incluant des enfants implantés entre 18 et 20 mois observent une apparition du babillage canonique en moyenne 6 mois après l'implantation (Ertmer & Mellon, 2001; Moore & Bass-Ringdahl, 2002, in Ertmer & Jung, 2011), d'autres incluant des enfants implantés plus tôt, montrent que les progrès post-implantation sont encore plus rapides. En effet, les auteurs tendent à montrer que le babillage canonique chez des enfants activés entre 6 et 21 mois apparaitrait entre 1 et 4 mois après l'activation de leur implant (Gillis, Schauwers, & Govaerts, 2002, cités par Ertmer, Young & Nathani, 2007; Schauwers et al., 2004). Cela dit, Ertmer, Young et Nathani (2007, cités par Ertmer et al., 2011) montrent que les niveaux de développement des vocalisations sont différents en fonction des enfants en pré-implant, et que le temps d'expérience auditive nécessaire avec l'implant cochléaire varie également d'un enfant à l'autre. Néanmoins, les progrès effectués par les enfants implantés semblent plus rapides que ceux effectués par les enfants normo-entendants au même âge d'expérience auditive (Ertmer & Jung, 2011). Par ailleurs, contrairement aux enfants sourds profonds non implantés, leurs vocalisations pré-vocaliques semblent décroître rapidement après l'implantation. Elles atteignent 70% des productions à 3 mois post-activation et 40% des productions après 1 an d'expérience auditive avec l'implant, alors que les enfants entendants, vocalisent toujours beaucoup (M=80%) à un an d'âge auditif (donc également d'âge chronologique). Ces études soulignent donc qu'une implantation précoce est favorable au développement des productions vocales des enfants.

[3] Séquences de syllabes non-canoniques au cours desquelles on observe la présence de coups de glotte

Le développement lexical des enfants implantés commence pour sa part au cours de la première année d'expérience avec l'implant (Briec, 2012; Cochard et al., 2004; Le Maner-Idrissi, Pajon, et al., 2008; Le Maner-Idrissi et al., 2009). Nous pouvons ici noter que, si l'entrée dans le lexique est de fait plus tardive chez les enfants implantés que chez leurs pairs normo-entendants, la durée d'expérience auditive avec l'implant nécessaire aux enfants pour produire leurs premiers mots est similaire à l'âge chronologique d'apparition du lexique chez les enfants entendants. Afin de mieux comprendre les processus d'acquisition du lexique de production des enfants porteurs d'un implant cochléaire, Le Normand (2005) a réalisé une étude longitudinale incluant 50 enfants implantés entre 21 et 48 mois et plus. Elle met en évidence que leur augmentation lexicale est beaucoup plus lente que celle observée chez les entendants, mais qu'elle est régulière et significative entre 12 et 24 mois et entre 24 et 36 mois après l'implantation. Cette évolution lexicale semble se stabiliser après 48 mois d'expérience auditive. Elle note alors que l'acquisition des mots grammaticaux est plus complexe pour les enfants implantés que pour les enfants entendants. Cependant, pour ces acquisitions comme pour l'ensemble des acquisitions lexicales la variabilité interindividuelle est grande : alors que quelques mots familiers sont produits et compris dès six mois par certains enfants, d'autres présentent un retard de production très important (e.g. Le Normand, 2005; Svirsky et al., 2000; Tomblin et al., 2005). L'âge à l'implantation semble être un facteur majeur dans le développement langagier dès cette période : en effet, si la production de mots s'accroit au cours du temps pour tous les enfants (Briec, 2012), l'âge aux stimulations auditives initiales expliquerait 14,6% de la variance observée dans l'augmentation des capacités langagières en expression des enfants (Tomblin et al., 2005). Ces auteurs suggèrent que la croissance du lexique en production des enfants implantés à 12 mois serait meilleure que celle des enfants implantés à 15 mois, elle-même meilleure que celle des enfants implantés à 18 mois. Cependant, ils observent chez tous les enfants un déclin relatif des quotients langagiers obtenus au cours des deux premières années post-activation, accentué lors de la première année pour les enfants implantés tardivement. En effet, contrairement à ce que montrent Svirsky et al. (2000) pour qui les enfants sont déjà en retard par rapport à la norme lors du bilan pré-implant, les enfants de leur cohorte présentaient, lors de l'évaluation péri-implantation, un quotient de développement langagier moyen placé dans des variations normales de développement (même s'ils se plaçaient dans la partie inférieure de l'intervalle). Or, 12 mois après l'implantation, leur quotient de développement langagier moyen était inférieur à celui obtenu en péri-implant, et ceci de manière significative pour les enfants activés entre 21 et 48 mois. La trajectoire attendue de développement langagier est donc altérée. Tomblin et al. (2005) suggèrent que ce déclin pourrait être lié au temps de transition nécessaire pour que le cerveau s'acclimate à cette nouvelle stimulation électrique, et que l'enfant s'adapte aux changements environnementaux liés à l'implantation (imprégnation sensorielle et linguistique, adaptation des attitudes parentales et du mode de communication employé, …).

Cependant même si la vitesse de développement langagier décline avec le délai post-implantation (Briec, 2012), les courbes d'évolution observées chez les enfants s'améliorent nettement après 3 ou 4 ans d'implantation (Le Normand, 2005). Par ailleurs, les étapes du développement lexical et morphosyntaxique observées chez les enfants implantés sont similaires à celle des enfants entendants, même s'ils semblent posséder « une organisation singulière pour les composantes de la grammaire » (Le Normand, 2005, p.28). Les enfants implantés produisent en effet d'abord des mots isolés, avant d'effectuer des associations deux mots, puis des phrases (Chin & Pisoni, 2000, cités par Le Maner-Idrissi et al., 2009). On peut se demander s'il en est de même pour l'acquisition des langues signées, comme la Langue des Signes Française, point qui sera abordé dans le paragraphe suivant.

II.2.2.2.2. Langue orale/Langue des signes : un développement identique ?

Les enfants, exposés à une langue signée depuis la naissance de manière suffisamment importante (enfants sourds ou entendants nés de parents sourds), semblent acquérir cette langue selon les mêmes étapes et aux mêmes âges que les enfants développant leur communication en langue orale (Blondel, 2005). En effet, si certains auteurs ont défendu l'idée que les premiers signes étaient produits de manière plus précoce chez les enfants sourds signants que les premiers mots chez les enfants implantés (Bonvillian, Orlansky, & Novak, 1983, 1985; Newport & Meier, 1985, cités par Lepot-Froment, 2000), d'autres études (e.g. Caselli & Voltera, 1990, cités par Lepot-Froment, 2000; Petitto & Marentette, 1991) montrent que les premiers signes isolés apparaitraient autour de 10-12 mois. Avant, une communication prélinguistique gestuelle est en place (babillage gestuel), au même titre que la communication prélinguistique vocale chez les enfants entendants. L'âge d'un an constituerait donc un âge charnière pour tous les enfants quel que soit leur mode de communication, correspondant au passage du prélinguistique au linguistique (Blondel, 2005; Lepot-Froment, 2000).

Les premières combinaisons de deux signes seraient retrouvées ensuite, entre 18 et 24 mois. Alors que les enfants entendants peuvent combiner un geste conventionnel et un mot, ou deux mots, les enfants sourds signants sont les seuls à associer deux gestes symboliques (Caselli & Voltera, 1990, cités par Lepot-Froment, 2000). Ils peuvent alors exprimer des relations sémantiques au même âge que le font les enfants entendants.

Si ces étapes sont retrouvées dans les modalités orales et gestuelles, lorsqu'elles sont acquises comme langue première, nous pouvons nous demander ce qu'il en est des enfants évoluant avec un mode de communication bimodal.

II.2.2.3. Le langage en interaction : aspects pragmatiques du langage

Jusque-là, nous avons présenté le langage comme une succession de compétences, extraites de leur fonction même : la fonction communicative. Or, la communication s'ancre dans les interactions sociales dès le plus jeune âge. L'enfant développe en effet des formes

de communication bien avant l'émergence du lexique (Guidetti, 2003) : ils babillent avec des intonations leur permettant de se faire comprendre de l'entourage, puis pointent, deviennent capables de dire oui ou non de la tête avant d'être en mesure de le verbaliser, utilisent des gestes permettant de demander de l'aide ou de diriger l'adulte (ex. « viens » de la main), etc. Le langage n'émerge donc pas seul. Il est précédé par l'acquisition de compétences prélinguistiques se développant au cours des échanges sociaux précoces avec l'entourage, lui permettant d'apprendre à « décoder les règles conversationnelles (prise d'initiative, l'alternance des rôles, clôture de l'échange, l'attention conjointe, etc.) mais aussi à mesurer l'impact de ses propres comportements (demandes, refus, commentaires, jeux interactifs, etc.) sur l'entourage » (Hage, 2005, p.125). Nous nous concentrerons ici sur le développement des interactions précoces mère-enfant et sur celui de l'attention conjointe.

II.2.2.3.1. Communication prélinguistique et contexte interactionnel

Lors de la première année de vie, l'activité de l'enfant est essentiellement sociale, centrée sur la communication. La mère, et les personnes constituant l'environnement de l'enfant jouent alors un rôle essentiel. En effet, la mère, en imitant les vocalisations de son enfant, maintient l'interaction communicative et introduit la notion de tour de rôle. Puis, en interprétant le babillage ou les gestes de l'enfant comme ayant une intention et un sens, l'entourage social de l'enfant soutient leur développement. L'enfant va alors intégrer plus rapidement les comportements produits et ainsi renforcer son répertoire de productions volontaires spontanées (Veneziano, 2000). Ces échanges s'inscrivent dans des contextes d'interaction particuliers appelés formats (Bruner, 1983). Dans les premières années de vie, il s'agit de situations d'interaction prédictibles car ritualisées, comme le bain ou le repas par exemple, dans lequel l'enfant peut prendre sa place de partenaire communicatif et social. Elles prennent également la forme de jeux interactifs (e.g. jeu du coucou-caché…), partagés régulièrement entre l'adulte et l'enfant. Toutes ces situations routinières d'interaction permettent à l'enfant, grâce à l'étayage de l'adulte, d'acquérir de nombreuses connaissances explicites et implicites telles que l'alternance des prises d'initiative et des tours de rôle.

Dans le cas des enfants sourds, les cadres d'interactions sont différents. Si les dyades mère sourde-enfant sourd présentent des interactions pré-verbales relativement harmonieuses, comparables dans leur fonction à celles observées dans les dyades mère entendante-enfant entendant (Bouvet, 1982), le contexte interactionnel proposé par les mères entendantes d'enfants sourds peut être plus perturbé. En effet, dès lors qu'elle sait que son enfant est sourd, et qu'elle peut observer la pauvreté de ses émissions vocales (accrue si l'enfant est sourd profond), la mère peut arrêter de considérer son enfant comme un interlocuteur potentiel (Hage, 2005). De ce fait, elle tend à ne plus lui proposer de stimulations langagières de manière aussi importante qu'avec un enfant entendant, et à ne plus interpréter linguistiquement les productions de son enfant. Les caractéristiques du langage adressé à l'enfant sourd par sa mère entendante seront alors très liées au niveau

linguistique de l'enfant lui-même, à sa maturité cognitive et à sa compréhension (Moeller, 2007). Notons ici que si la majorité des auteurs parlent de la mère, il en va de même pour tout l'entourage familier de l'enfant.

De plus, si la quantité d'interaction est diminuée, son inadéquation peut être également relevée : les mères entendantes semblent être moins attentives à bien se positionner dans le champ visuel de leur enfant pour communiquer avec lui, contrairement aux mères sourdes qui le font instinctivement (Hage, 2006; Harris & Mohay, 1997). Par ailleurs, alors que les mères sourdes réussissent mieux à capter l'attention de leur enfant sourd que les mères entendantes (Harris & Mohay, 1997), plusieurs auteurs soulignent une plus grande directivité chez les parents entendants d'enfants sourds qui n'est pas retrouvée dans les autres groupes (entendants-entendants ou sourds-sourds) (Lederberg & Everhart, 2000; P. E. Spencer, Bodner-Johnson, & Gutfreund, 1992). L'adulte est plus centré sur le résultat de l'interaction que sur son déroulement. Les initiatives de communication gestuelle de l'enfant sont également moins bien repérées. De fait, l'enfant peut se retrouver à avoir une place plus passive dans les échanges (Hage, 2006). Cependant, même si la surdité a un impact certain sur les interactions, l'enfant sourd n'en reste pas moins un être de communication (Bouvet, 1982; Lederberg & Everhart, 2000). Pour se faire comprendre, il sera amené à utiliser des vocalisations ou des cris plus longtemps que les enfants entendants, associés à des gestes de pointage ou des gestes indiquant à l'adulte la fonction de l'objet désiré. L'enfant peut donc se faire comprendre. Néanmoins, l'objet de ses initiatives interactives est davantage focalisé sur des demandes à l'adulte (« je veux ça, peux-tu faire cela ? ») que sur du partage d'information (« je veux t'expliquer, te faire savoir cela») (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005).

L'implant, en permettant aux enfants d'accéder à des informations auditives, « favorise la mise en place d'une co-construction [d'un] échange de meilleure qualité, en permettant notamment à l'enfant d'être plus actif dans ses interactions avec autrui » (Briec, 2012, p.179). En effet, même si la variabilité interindividuelle est importante, les enfants deviennent capables de prendre leur tour de parole sans avoir de contact visuel avec l'adulte dès 6 mois post-implantation (Tait, De Raeve, & Nikolopoulos, 2007). Ces auteurs remarquent d'ailleurs que si les enfants implantés de leur cohorte présentent un nombre de marques d'attention auditive à la parole de l'adulte plus faibles, à 6 et à 12 mois post-implantation, que celles produites par les enfants entendants de leur groupe contrôle, aucune significativité n'émane de leurs scores. Par ailleurs, la capacité des enfants sourds à initier les échanges en utilisant des productions vocales, observée en pré-implant (soit ici entre 8 et 11 mois), ne s'estompe pas à mesure qu'ils grandissent et entrent dans le langage. Ils semblent donc avoir investi une communication préverbale orale. En revanche, leur nombre de prises de tours de parole gestuels est significativement plus élevé à 12 mois post-implantation que celui observé chez les enfants entendants du même âge chronologique. Les enfants implantés continuent donc également d'utiliser une communication silencieuse. De fait, même si quelques différences sont observées, les

enfants implantés semblent être bien entrés dans la communication ce que confirment les études de Le Maner-Idrissi et de ses collaborateurs (Briec et al., 2012; Le Maner-Idrissi, Pajon, et al., 2008; Le Maner-Idrissi et al., 2010). Ces auteurs pointent respectivement une augmentation significative des capacités conversationnelles des enfants implantés dès les 6 premiers mois post-implantation (activité conversationnelle et utilisation du registre vocal), une augmentation du nombre de demandes de l'enfant au cours de la deuxième année, ainsi qu'une répartition des actes de langage utilisés proches de celle utilisée par les enfants normo-entendants du même âge deux ans après l'implantation. Néanmoins, si le développement de la communication chez des enfants sourds implantés entre 8 et 11 mois semble suivre les mêmes patterns de développement que ceux des enfants entendants (Tait, De Raeve, et al., 2007), le nombre de tours de parole pris par les enfants implantés unilatéralement est significativement inférieur à celui des enfants normo-entendants deux ans après l'implantation (Briec et al., 2012).

Le développement de l'implantation bilatérale semble par contre ouvrir des perspectives prometteuses pour le développement de la communication prélinguistique verbale des enfants, ces derniers semblant interagir vocalement de manière plus fréquente que les enfants implantés unilatéralement (De Raeve, 2014; Tait et al., 2010).

Notons toutefois qu'aucune de ces études n'utilise la même méthode d'évaluation, que le développement des gestes conventionnels chez l'enfant implanté n'est que peu questionné et que le type de rôle que prend l'enfant dans les interactions pré-langagières n'est pas précisément défini. Nous essaierons, dans notre étude, d'apporter des éléments nouveaux pour répondre à la question des rôles communicatifs.

II.2.2.3.2. Le développement de l'attention conjointe

L'attention conjointe est un ensemble de capacités sociales, centrales dans les interactions du et avec le jeune enfant (Hage, 2006). Elle est d'ailleurs considérée comme une expérience interactionnelle pertinente pour l'acquisition du langage (Veneziano, 2000), et un précurseur essentiel de l'acquisition lexicale (Bruner, 1983; Tomasello & Farrar, 1986; Tourrette, 1994). Grâce à elle, l'enfant devient petit à petit capable d'attribuer des intentions à son partenaire d'interaction. Dès la fin de la première année, l'attention conjointe permet à l'enfant de suivre et/ou de diriger l'attention du partenaire d'interaction sur un objet ou un évènement, afin de partager son intérêt. Si vers 8-10 mois, la proportion de bébés en mesure de suivre le regard de l'adulte est importante, c'est vers 12 mois que tous les enfants deviennent capables de considérer la ligne du regard comme un pointeur (Scaife & Bruner, 1975). La majorité des bébés à 12 mois sont d'ailleurs plus attirés par le pointage du regard que par le pointage distal, et continuent à regarder le visage plutôt que le doigt (Morissette, Ricard, & Gouin-Décarie, 1995). Puis, vers 18 mois, ils peuvent suivre le pointage vers un objet qui est derrière eux (Scaife & Bruner, 1975). Carpenter, Nagell, et Tomasello (1998) proposent dans leur étude des repères développementaux pour cette fonction qui confirment et complètent ces résultats :

- 9-12 mois : les enfants partagent l'attention de l'adulte et vérifient qu'il est bien présent dans l'interaction
- 11-14 mois : suivent le pointage de l'adulte ou la direction de son regard sans que celui-ci ne montre du doigt
- 13-15 mois : utilisent le pointage impératif (« je veux ») ou déclaratif (« regarde ») pour diriger l'attention de l'adulte vers ce qui les intéresse.

Les gestes de pointage sont alors les premiers gestes conventionnels employés par les enfants (Guidetti, 2002, 2003, 2005). Cette activité peut être accompagnée de langage lorsque le bébé ne s'oriente pas spontanément (Findji, Ruel, & Pêcheux, 1999). Elle est, de toutes façons, contingente à des bruits tels que, par exemple, le bruit de l'objet agité ou celui du doigt tapé sur l'objet montré ou à des commentaires donnant sens à la situation (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005). Le visuel et l'auditif sont donc associés en situation d'interaction conventionnelle (soit, entre un enfant entendant et ses parents entendants), dans une relation triangulaire : attention du bébé portée sur un objet, attention de l'adulte portée sur ce que regarde ou pointe l'enfant, et input auditif (sonore ou langagier) produit par l'adulte et reçu par l'enfant (Tait, De Raeve, et al., 2007).

Lorsque l'enfant est sourd profond, cette association n'est plus efficiente. Le canal visuel devient le seul porteur d'information. De fait, les mères tâtonnent : elles se focalisent moins sur le centre d'intérêt de leur enfant, et répondent moins à ses initiations d'attention conjointe (P. E. Spencer et al., 1992). L'étude de Nienhuys et Tikotin (1983, citée par Lepot-Froment & Clerebaut, 1996) montre par ailleurs que la mère issue de la dyade mère entendante-bébé sourd incluse dans leur cohorte, passe alors davantage de temps à essayer d'attirer l'attention de son enfant qu'à jouer réellement avec lui. Parallèlement son enfant, suivi de 33 à 57 semaines, passe moins de temps que l'enfant contrôle entendant à jouer ou à interagir vocalement avec sa mère. Un temps d'adaptation est donc essentiel aux parents entendants d'un enfant sourd pour s'adapter aux « contraintes » imposées par la surdité (Swisher, 2000). Cependant, malgré la variabilité dans les aptitudes et les styles interactionnels initiaux des familles, ces dernières sont toutes capables d'adaptation, en partie grâce aux interventions de l'enfant, permettant aux interactions d'évoluer (Briec, 2012). Une séquence développementale de ces adaptations a pu être mise en évidence par Swisher (2000). A 9 mois, les mères entendantes cherchent comment mobiliser l'attention de leur bébé sourd. Cet auteur observe alors 23% de réponses attentionnelles de la part des enfants aux interventions de leurs mères. Trois mois plus tard, la moitié des sollicitations reçoit une réponse. Cependant, les interactions ne durent pas dans le temps. C'est à 18 mois que l'attention conjointe est en place et que le tour de rôle est acquis (78% des sollicitations trouvent une réponse adaptée). On n'observe donc pas de différence majeure entre sourds et entendants dans l'âge d'apparition et dans le développement chronologique de l'acquisition de l'attention conjointe. Malgré tout, des différences qualitatives et quantitatives d'attention conjointe peuvent être relevées (Tasker, Nowakowski, & Schmidt, 2010) : durée des épisodes d'attention conjointe plus faible, qualité altérée…

Qu'en est-il pour l'enfant implanté ? De plus en plus d'auteurs commencent à s'intéresser à la question, afin de savoir si l'attention conjointe constitue, comme chez l'enfant entendant, un pré-requis au développement langagier ultérieur. Ils montrent tout d'abord, que le port d'un implant cochléaire et donc l'accès à des informations auditives, facilite le développement de l'attention conjointe chez les enfants sourds, en s'appuyant sur cette redondance (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005; Tasker et al., 2010). En effet, pour Tait (1993), les enfants voient leurs capacités d'attention mutuelle et d'attention conjointe (non dissociées dans cette étude) dirigées par le regard, se développer considérablement dès le premier semestre post-implantation. L'étude montre que l'attention portée au partenaire d'interaction passe de 28% lors du bilan pré-implantation à 42%, six mois post-implantation. Cependant, la variabilité interindividuelle dans l'évolution de cette capacité chez les enfants est grande et semble dépendre, non pas de l'âge de l'enfant, ni de la durée d'expérience auditive, mais plus de leurs capacités d'attention conjointe initiales, constituant leurs pré-requis.

Considérant les progrès technologiques et les progrès perceptifs et langagiers en découlant observés chez les enfants depuis que cette étude a été réalisée, nous pouvons supposer que les performances des enfants implantés actuellement sont identiques voire meilleures. Tasker et al. (2010) confirment cette hypothèse. Ces auteurs montrent par ailleurs que l'implant permet une amélioration de la quantité et de la qualité de l'attention conjointe soutenue entre les mères entendantes et leur enfant sourd. Ils constatent également que les enfants implantés ayant bénéficié d'épisodes d'attention conjointe nombreux et efficaces sont décrits par leur mère comme ayant de meilleures compétences sociales et un comportement plus adapté : ils semblent capables de mieux initier et de plus facilement s'engager dans des interactions sociales, d'exprimer leurs émotions de manière plus appropriée, et sont moins dans l'opposition que leurs pairs ayant bénéficié d'épisodes d'attention conjointe de moins bon niveau.

II.2.2.3.3. Lien entre la période prélinguistique et la période langagière chez l'enfant implanté

Si les études chez l'enfant entendant montrent que le niveau d'attention conjointe est un prédicteur d'un bon niveau langagier ultérieur, un lien similaire a été retrouvé chez l'enfant implanté. Cependant, Deleau et Le Maner-Idrissi (2005) considèrent comme étant prématuré de le définir comme tel chez l'enfant implanté. Néanmoins, ils soutiennent que les routines communicatives préverbales constituent une base essentielle pour le développement langagier ultérieur. Par ailleurs, il a été observé que les enfants qui présentaient des capacités d'initiation des échanges oraux ou gestuels, c'est-à-dire qui montraient un niveau d'autonomie élevé dans les échanges, étaient ceux qui présentaient les meilleurs scores langagiers trois ans après l'implantation (Tait, Lutman, & Robinson, 2000).
Enfin, comme évoqué ci-dessus, les enfants ayant bénéficié d'épisodes d'attention conjointe riches semblent moins opposants que les autres enfants. L'attention conjointe semble donc avoir également un lien avec le développement socio-émotionnel des enfants implantés

(Tasker et al., 2010). Nous nous demandons donc si cette plus grande coopération dans les échanges retrouvée chez ces enfants ne peut pas être également une source de meilleures acquisitions langagières ultérieures.

Quelques pistes d'explication existent donc pour éclairer le lien entre communication préverbale et communication verbale chez les enfants implantés. Cependant, le nombre d'études s'intéressant au développement des habiletés de communication prélinguistiques chez l'enfant implanté étant faible, et les cohortes testées étant toutes relativement petites, il nous paraît nécessaire de multiplier les études sur ces aspects pour mieux comprendre le lien entre communication prélinguistique et linguistique chez l'enfant implanté.

II.2.3. Le développement des attitudes de sociabilité

La sociabilité, telle qu'envisagée dans notre étude, concerne les « relations sociales englobant la prise de conscience de soi, les relations avec autrui, les réactions mimiques et l'adaptation aux situations sociales » (Josse, 1997, p.59). Néanmoins, dans cette revue de littérature, nous scinderons ce domaine en deux parties. La première consistera à décrire le développement des capacités de l'enfant à engager des relations interpersonnelles avec l'adulte et avec ses pairs, à démontrer de l'intérêt voire de l'empathie pour les autres, ainsi qu'à élaborer des jeux. La seconde partie s'intéressera davantage au développement de l'autonomie personnelle des enfants. Cette modalité de présentation a été choisie afin de suivre au plus près la répartition des compétences proposée dans l'échelle des comportements socio-adaptatifs de Vineland ou VABS (Sparrow et al., 1984), entretien semi-directif avec les parents souvent utilisé dans les études pour évaluer le développement de ces différentes capacités chez le jeune enfant.

II.2.3.1. Développement de la socialisation

Selon Wallon, l'être humain est un être social, à la fois par essence et par nécessité. La socialisation passe alors par l'interaction avec autrui, pouvant être définie comme une séquence de deux comportements successifs adressés au partenaire d'interaction et orientés socialement (Baudonnière, 1988). Dès les premiers mois de vie, le nouveau-né utilise toutes les capacités sensorielles qui sont à sa disposition pour interagir avec son environnement social. Petit à petit son répertoire de comportements lui permettant d'entrer en relation s'étoffe, passant d'une communication mimo-gestuelle fondée sur des sourires, des gestes ou sur de l'imitation directe ou différée à une communication verbale plus élaborée. Les progrès sur le plan social évoluent à mesure que les plans moteur, cognitif et langagier progressent. Pour évoquer cette évolution, on s'aidera ici des repères donnés dans le baby-test Brunet-Lézine (Josse, 1997).

Au cours de la première année le bébé passe d'un stade de dépendance totale à l'égard de l'adulte à un stade de relative autonomie : il commence vers 3 mois à prendre conscience de la nouveauté d'une situation, s'anime aux préparatifs des repas puis développe petit à petit des capacités interactionnelles de plus en plus complexes pour communiquer, ce qui lui permet de se faire comprendre. Il peut exprimer son mécontentement quand la personne qui s'occupe de lui s'éloigne (vers 5 mois), utiliser des émissions vocales, des gestes ou des cris pour attirer l'attention (vers 7 mois), et, à mesure que son développement moteur et représentationnel progresse, signifier par un pointage de la main, puis du doigt ce qu'il désire (développé de 12 à 17 mois). Sa compréhension des règles sociales se développe également : il commence par comprendre une défense vers 9 mois, puis accède à la compréhension de consignes simples, ce qui lui permet de répondre adéquatement aux sollicitations de l'adulte. Durant la deuxième année, les interactions, essentiellement orientées vers les adultes jusque-là, s'ouvrent aux pairs. Elles se complexifient alors et sont davantage maintenues. Par ailleurs, la prise d'initiative dans les interactions devient plus fréquente. L'amorce du jeu symbolique apparaît vers 17 mois (l'enfant peut, par exemple, faire boire, manger ou coiffer l'adulte) et à 20 mois, 84% des enfants sont capables de jouer à faire semblant avec des objets ou avec autrui, en utilisant l'imitation différée (Josse, 1997). Ces interactions imitatives se développent de plus en plus au cours de la troisième année, permettant aux enfants d'interagir de manière complexe, même si leur langage n'est pas encore très bien développé (Nadel, 1986). On voit donc ici que socialisation et communication sont intimement liées.

Chez l'enfant sourd, plusieurs études montrent que la surdité sévère à profonde aurait un impact sur le développement social des enfants : ils présenteraient des difficultés à développer les habiletés pragmatiques et à acquérir les connaissances sociales implicites (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005), même au plus jeune âge (Horn, Pisoni, et al., 2005; Kutz et al., 2003). Horn et al. (2005), par exemple, ont analysé rétrospectivement les scores de 42 enfants sourds âgés de moins de 5 ans, obtenus à l'échelle de socialisation du VABS (Sparrow et al., 1984) lors du bilan pré-implant. S'ils ne retrouvent pas des scores de socialisation aussi bas que ceux obtenus par Kutz et al. (2003) (quotient moyen de la cohorte=82), ils montrent néanmoins que les capacités de socialisation des enfants de leur cohorte (quotient moyen=91,7 ; *ET*=16) sont significativement inférieures au quotient socio-adaptatif moyen attendu (*M*=100 ; *ET*=15). Cependant ces auteurs notent une large variabilité dans les résultats observés, l'âge chronologique des enfants pouvant en être une variable explicative. En effet, dans ces deux études, les enfants les plus âgés lors de l'évaluation présentaient des compétences sociales significativement inférieures à celles des enfants les plus jeunes de l'étude, ce qui semble fortement lié à leur durée de privation auditive (Horn, Pisoni, et al., 2005).

Quelques études récentes font alors l'hypothèse qu'en permettant un accès au langage oral, l'implant faciliterait l'intégration des enfants sourds dans leur environnement social. Le Maner-Idrissi, Barbu, Bescond, et Godey (2008), par exemple, ont évalué longitudinalement les performances sociales des enfants à l'aide de l'échelle de socialisation du VABS : les enfants ont été rencontrés à trois reprises, une fois en pré-implant, puis à 1 et 2 ans d'intervalle après l'activation de leur implant. Ces auteurs montrent, de manière moins forte que les auteurs précédents, que la maîtrise des conventions sociales et des codes culturels des vingt enfants de leur cohorte sont légèrement inférieurs à la norme lors du bilan pré-implant. Néanmoins, leurs capacités s'améliorent significativement au cours de la première année d'expérience auditive. Ils suggèrent donc que l'implantation cochléaire permettrait aux enfants de mieux accéder aux connaissances sociales tacites. De Giacomo et al. (2013) confirment cette observation, les vingt enfants implantés de leur cohorte ayant obtenu des scores moyens à l'échelle de socialisation du Vineland proches de ceux du groupe contrôle de leur étude.

II.2.3.2. Développement de l'autonomie de l'enfant dans la vie quotidienne

Si le nouveau-né est dépendant par essence de l'adulte, l'enfant âgé de 12 à 30 mois, commence à développer son autonomie personnelle : petit à petit, l'enfant acquiert une certaine autonomie en ce qui concerne son hygiène, son habillage, ou encore son alimentation. Dans le Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997), l'acquisition de l'autonomie est évaluée par 5 items :

- « Prend des morceaux avec les doigts dans son assiette, ou boit seul au biberon en le tenant, ou boit au verre si on lui maintient » (item de 9 mois : S15)
- « Se prête activement à l'habillage par l'adulte, donne sa main ou son pied » (item de 12 mois : S18)
- « Boit seul à la timbale et mange seul à la cuiller » (item de 17 mois : S20)
- « Lave ses mains et essaie de les essuyer » (item de 24 mois : S24)
- « Enfile ses chaussons et ses chaussettes » (item de 30 mois : S26)

Ces items ont été choisis avec l'aide de professionnels de l'enfance, afin que les pratiques éducatives et les possibilités des enfants soient prises en compte (Josse, Gandon-Crétois, & Le Maner-Idrissi, 1997). Ils ont ensuite été mis en lien avec des âges de développement en fonction du pourcentage d'enfants de la population d'étalonnage ayant réussi ces items à un âge donné.

Le Tableau 4, page suivante, récapitule les pourcentages de réussite pour chacun de ces cinq items. Si laver ses mains seul et mettre ses chaussons ou ses chaussettes semblent être des items très bien réussis par les enfants des tranches d'âge où les items sont proposés, commencer à manger ou à boire seul à 9 mois et se prêter à l'habillage à 12 mois semblent être plus complexes.

Tableau 4
Pourcentages d'enfants de la population d'étalonnage ayant réussi, pour chaque âge, les items d'autonomie issus du Brunet-Lézine Révisé

	8	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**17**	**20**	**22**	**24**	**27**	**30**
S15 : Alimentation	65	**64**	75	82									
S18 : Habillage			9	25	**50**	59	88						
S20 : Alimentation							40	**78**	96				
S24 : Hygiène									65	85	**88**	96	98
S26 : Habillage											53	74	**82**

Note. Âge en mois.

Si peu d'études évaluent cette capacité d'autonomie chez les enfants sourds, toutes rapportent que les enfants de leurs cohortes peinent à acquérir de l'autonomie dans la vie quotidienne dans les premières années de vie (Horn, Pisoni, et al., 2005; Kutz et al., 2003; Le Maner-Idrissi, Barbu, et al., 2008). Ces trois études, évaluant les enfants dans le cadre du bilan pré-implant, utilisent la sous-échelle de Vineland. Celle-ci mesure les capacités de l'enfant à prendre soin de sa personne (autonomie personnelle), à déployer des conduites lui permettant de se débrouiller seul à l'extérieur (autonomie sociale) et à développer des compétences lui permettant d'être autonome à la maison (autonomie familiale). Les quotients moyens obtenus s'échelonnent de 83 dans l'étude de Kutz et al. à 89,6 dans l'étude de Horn et al., et sont, dans tous les cas significativement inférieurs à la norme (QD moyen=100). Ce retard initial est retrouvé par Le Maner-Idrissi et al. (2008) au cours d'une étude longitudinale. Ces auteurs montrent alors qu'aucune évolution du QD dans le domaine « autonomie dans la vie quotidienne » n'est observée dans les deux années suivant l'activation de l'implant. Le développement de l'autonomie des enfants sourds semble donc atypique, et l'expérience auditive ne semble avoir aucun impact sur le développement de leurs capacités. Les auteurs suggèrent que cela peut être dû à la surprotection familiale reçue par les enfants, du fait de la surdité.

Néanmoins, lorsque De Giacomo et al. (2013) évaluent le niveau d'autonomie de 20 enfants sourds implantés ($M_{âge}$=9,17, *ET*=3,1 ; valeurs extrêmes=[5;15]) quelques années après leur implantation, à l'aide de la même échelle, le retard observé dans les différentes études précédentes n'est plus mis en évidence. Aucune différence n'est rapportée entre leur niveau d'autonomie (*M*=99,55 ; *ET*=51,6) et celui observé dans groupe contrôle de cette étude (*M*=97,95 ; *ET*=41,35).

Même si peu d'études explorent le développement de l'autonomie sociale des enfants, ces dernières semblent donc montrer que les enfants sourds présentent un niveau inférieur à la moyenne en pré-implant et dans les premières années suivant l'implantation, mais celui-ci se comble dès que l'enfant grandit.

II.2.3.3. Lien entre sociabilité et développement du langage

Aucune corrélation n'a pu être retrouvée entre les scores de socialisation ou d'autonomie dans la vie quotidienne obtenus post-activation et l'âge à l'implantation (De Giacomo et al., 2013). Le niveau intellectuel des enfants ne semble pas non plus être corrélé à ces deux domaines de compétence. En revanche, les performances sociales des enfants (interactions sociales et autonomie dans la vie quotidienne) observées lors du bilan pré-implant semblent être liées au développement langagier post-implantation des enfants. Les scores de socialisation semblent en effet être corrélés aux performances de reconnaissance de mots en liste fermée et au niveau de langage en production obtenu post-activation, tandis que les scores d'autonomie semblent être liés aux performances de reconnaissance de mots en liste fermée et au niveau de lexique en réception des enfants (Horn, Pisoni, et al., 2005). Néanmoins, ces performances semblent être moins prédictives du niveau langagier ultérieur des enfants que leurs compétences motrices précoces (régressions moins robustes) : elles nous amèneraient, selon les auteurs, à sous-estimer le niveau potentiel des enfants en post-implant, étant elles-mêmes influencées par le niveau de déprivation auditive et le retard langagier des enfants.

II.2.4. Objectifs de notre étude

Pour cette étude nous avons défini trois objectifs principaux, compte-tenu de l'état d'avancement des recherches actuelles sur le développement précoce de l'enfant implanté :

- décrire le développement général d'enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire du bilan pré-implantation à un an post-activation, afin d'établir des points de repères dans leur développement ;
- analyser les relations entre les domaines de développement ;
- déterminer les compétences ayant un lien avec le développement du langage à l'oral.

Une analyse critique du matériel utilisé dans notre étude en découlera.

II.3. METHODOLOGIE

II.3.1. Participants : cohorte d'enfants sourds et groupe contrôle

Les enfants sourds participant à cette étude ont été recrutés à l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire (UPIC) de Toulouse. Nous avons inclus dans notre étude, tous les enfants vus en bilan pré-implant entre novembre 2012 et février 2013, âgés de 10 à 36 mois, et ne présentant pas, à ce moment-là, de handicap associé dépisté. Pour notre étude, nous avons initialement recruté 19 enfants. Seize enfants ont finalement été suivis de manière longitudinale, de novembre 2011 à février 2014. Ils ont été rencontrés jusqu'à 8 fois : en pré-implantation, puis, lorsqu'ils étaient implantés, à 1 et 3 mois post-activation, puis tous les 3 mois jusqu'à 18 mois après l'activation de leur implant pour ceux inclus le plus tôt dans notre étude (cf. Tableau 5). Au total, 86 observations ont été réalisées, chacune ayant été filmée. En effet, nous avons considéré que la vidéo avait un avantage certain sur l'observation directe, puisqu'elle permet d'enregistrer la totalité des interactions, et de les revoir de manière répétée si nécessaire. La passation à 1 mois post-activation étant trop proche de l'intervention, nous avons préféré ne pas en tenir compte. Nous avons donc commencé à analyser les évaluations à partir de 3 mois post-activation.

Tableau 5
Evaluations longitudinales réalisées au cours du recueil de données s'étalant de novembre 2011 à février 2014

N° de sujet	Date d'activation	T1 Pré-IC	T2 + 3 mois	T3 + 6 mois	T4 + 9 mois	T5 + 12 mois	T6 + 15 mois	T7 + 18 mois
1	21/05/2012	1	Pas venu	1	1	1	1	1
2	05/06/2012	1	1	1	1	1	1	1
3	22/08/2012	1	Pas venu	1	1	1	1	
5	24/10/2012	1	1	1	1	1	1	
4	07/11/2012	1	1	1	1	1		
6	26/11/2012	1	1	1	1	1		
10	27/11/2012	1	1	1	1	1		
9	02/12/2012	1	1	1	1	1		
8	17/12/2012	1	1	1	1	1		
11	25/03/2013	1	1	1	1			
7	15/04/2013	1	1	1	1			
12	16/04/2013	1	1	1	1			
13	01/07/2013	1	1	1				
15	01/07/2013	1	1	1				
16	17/07/2013	1	1	1				
14	04/11/2013	1	1					

Note. Les rectangles gris encadrent les observations qui seront effectivement traitées dans ce travail.

Pour cette thèse, nous avons focalisé les analyses sur les 7 enfants de notre cohorte que nous avons pu évaluer lors de cinq temps, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation (cf. Tableau 5).

Les participants normo-entendants, constituant le groupe contrôle, ont été recrutés par voie d'affichage réalisé dans divers lieux accueillant des enfants. Vingt-et-un enfants normo-entendants ont été rencontrés afin d'obtenir des valeurs de référence pour le test de perception appelé « Pièce Sonore » (cf. partie Matériel, § II.3.2.3.). Trois enfants ont été exclus des analyses qui suivent :

- les deux premiers nous ont permis de faire des adaptations sur le test avant de le proposer aux autres enfants ;
- le troisième n'ayant pas encore développé son langage, il a été conseillé à la maman, après discussion avec la médecin responsable des inclusions, d'emmener son enfant faire un dépistage auditif afin d'exclure toute suspicion de surdité légère à moyenne.

Dix-huit enfants âgés de 11 à 46 mois ont donc été rencontrés à une seule reprise chacun (étude transversale) au Pavillon Baudot, bâtiment dédié recherche au sein de l'hôpital Purpan de Toulouse.

II.3.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

** Cohorte d'enfants sourds :*

Pour être inclus dans cette population, les enfants devaient remplir plusieurs critères :

- Être atteint d'une surdité de perception sévère à profonde bilatérale ;
- Relever d'une implantation cochléaire ;
- Être affilié à un régime de sécurité sociale.

** Groupe d'enfants normo-entendants au développement typique :*

Ce groupe nous a permis d'obtenir des valeurs de référence pour le test de perception (détaillé ci-dessous, § II.3.2.3.). Pour être inclus au sein de ce groupe, les critères suivants ont été retenus:

- Être âgé de 10 à 48 mois ;
- Avoir un développement typique ;
- Être affilié à un régime de sécurité sociale.

Par ailleurs, les sujets pour lesquels un handicap associé (cécité, multihandicap…) a été diagnostiqué au moment de l'inclusion, n'ont pas été inclus dans notre étude.
L'accord parental (ou des personnes détenant l'autorité parentale légale), libre et éclairé, a bien sûr été demandé pour tous les enfants. Il a été recueilli sous une forme écrite par le biais de la signature de l'imprimé de consentement avant toute procédure de l'étude (cf. Annexe 2).

II.3.1.2. Données démographiques et anamnestiques de la cohorte d'enfants sourds

II.3.1.2.1. Données démographiques

Notre étude a été réalisée selon une approche longitudinale. Un tableau récapitulatif des données est présent page 79 (cf. Tableau 11). Afin de ne pas réduire les enfants à un numéro, tout en gardant néanmoins l'anonymat des participants, nous avons attribué un prénom à chaque enfant en veillant à respecter le sexe du prénom initial de l'enfant. Ce prénom sera utilisé pour la présentation des résultats de l'étude et leur discussion.

a. *Genre*

Notre cohorte de 7 enfants est constitué de 42,9% filles (*n*=3) et de 57,1% de garçons (*n*=4).

b. *Âge*

L'âge des enfants de notre échantillon est compris entre 10,16 mois et 36,85 mois lors du bilan pré-implant, et entre 28,36 mois et 52,03 mois, 12 mois après l'activation de leur implant (cf. Tableau 6). L'écart d'âge entre les enfants est donc très important : les écart-types (exprimés en mois, aux différents temps) sont de ET_{T1}=9,84 ; ET_{T2}=9,42 ; ET_{T3}=9,39 ; ET_{T4}=9,47 ; et ET_{T5}=9,35. Trois enfants (Eliott, Timéo, et Diane) néanmoins ont été rencontrés à des âges réels proches les uns des autres à chaque passation.

Tableau 6
Âges des participants à chaque temps de la longitudinale (bilan pré-implantation, 3, 6, 9 et 12 mois post-activation), ordonnés par âge croissant

Nom de sujet	Prématurité (jours)	T1 Pré-IC	T2 + 3 mois	T3 + 6 mois	T4 + 9 mois	T5 + 12 mois
Timéo	0	10.16	18.69	21.49	25.66	28.36
Diane	15	10.79	19.23	21.82	25.49	28.72
Eliott	0	11.59	19.59	22.72	26.00	28.75
Jeanne	19	13.95	21.26	23.62	26.49	29.52
Léo	0	17.56	29.16	32.46	35.89	38.39
Maël	0	25.46	34.00	36.79	39.98	43.52
Nadia	0	36.80	43.23	45.75	49.72	52.03
Âge médian chaque temps		13.95	21.26	23.62	26.49	29.52
Centile 25		*10.70*	*19.23*	*21.82*	*25.66*	*28.72*
Centile 75		*25.46*	*34.00*	*36.79*	*39.98*	*43.52*

Note. Âges en nombre de mois entiers et de centièmes de mois.

c. *Catégorie socio-professionnelle des parents*

Le « niveau socio-économique de la famille », tel qu'il est présenté dans la majorité des études anglophones, n'a pas pu être défini ici. En effet, il est difficile en France d'obtenir le salaire des sujets/parents de sujets (Genoud, 2011). Cependant, nous avons recueilli les professions des parents pour chaque enfant inclus. Afin de les catégoriser, nous avons utilisé la Classification Internationale Type des Professions CITP-08 (Organisation Internationale du Travail, 2008), correspondant à la version francophone de l'International Standard Classification of Occupations. Nous avons ajouté des exemples de profession, à la suite de chaque intitulé, de façon à faciliter la compréhension du tableau (cf. Tableau 7).

Tableau 7
Catégories socio-professionnelles (CITP-08)

1	Directeurs, cadres de direction et gérants (ex. : cadres supérieurs de l'administration publique, directeurs en entreprise, directeurs et gérants hôtellerie-restauration, …)
2	Professions intellectuelles et scientifiques (ex : chercheurs, ingénieurs, architectes, médecins, sages-femmes, praticiens paramédicaux, psychologue, cadres infirmiers, pharmaciens, professeurs, formateurs, cadres comptables, magistrats, artistes, …)
3	Professions intermédiaires (ex. : techniciens, superviseurs, conducteurs de travaux, officiers mécaniciens, personnel infirmier, agents-immobiliers, secrétaires spécifiques, contrôleur des impôts, photographes, athlètes, chefs cuisiniers, …)
4	Employés de type administratif (ex. : employés de bureau, secrétaires avec fonctions générales, croupiers, …)
5	Personnel des services directs aux particuliers, commerçants et vendeurs (ex. : cuisiniers, serveurs, barmen, guides, agents d'accueils, stewards, concierges, coiffeurs, astrologues, vendeurs ambulants alimentaires, commerçants, mannequins, aide- soignants, pompiers, agents de police, gardiens de prison, …)
6	Agriculteurs et ouvriers qualifiés de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche (ex. : agriculteurs, arboriculteurs, apiculteurs, aviculteurs, éleveurs, pêcheurs, …)
7	Métiers qualifiés de l'industrie et de l'artisanat (ex. : maçons, couvreurs-zingueurs, plâtriers, vitriers, joailliers, potiers, souffleurs, peintres, …)
8	Conducteurs d'installations et de machines, et ouvriers de l'assemblage (ex. : conducteurs de machines, monteurs et assembleurs, conducteurs de poids lourds, conducteurs de locomotives, de d'autobus ou de tramway, …)
9	Professions élémentaires (ex. : aide-ménagère à domicile, laveurs de vitres, manœuvres, aides de cuisine, trieurs de déchets, balayeurs, …)
10	Professions militaires (ex. : officiers, sous-officiers et autres membres des forces armées)

La profession des deux parents a été codée ainsi. Lorsque les parents étaient séparés et que l'enfant ne vivait que chez l'un d'eux, nous avons pris en compte la profession du (de la) partenaire du parent vivant sous le même toit que l'enfant.

Cela dit, réaliser une description précise des CSP de notre population n'aurait ici pas de sens. Une description des milieux sociaux (Dalud-Vincent, Rissoan, & Gasparini, 2007) aurait pu être intéressante, mais nous avions besoin pour ce faire des CSP du père, de la mère et des grands-parents, ce que nous n'avions pas recueilli. Nous avons donc choisi de ne prendre en compte que la CSP la plus haute de la famille (qu'elle provienne du père ou de la mère), considérant que cette dernière était la plus discriminante. Nous avons ensuite réparti les CSP en trois catégories en fonction du nombre d'années d'études, compte tenu du faible nombre de sujets de notre population.

- Une CSP dite haute, regroupant les catégories 1 et 2 ;
- Une CSP dite intermédiaire, regroupant les catégories 3 et 4 ;
- Une CSP dite basse, regroupant les catégories 5 à 9.

La catégorie 10 a été exclue de ces regroupements, puisque nous n'avons aucun enfant dans notre cohorte ayant des parents militaires.

Au sein de notre échantillon, nous avons donc 57,1% (*n*=4) d'enfants issus d'un milieu familial de CSP intermédiaire, et 42,9% (*n*=3) de CSP basse.

d. Caractéristiques de la famille

Des études ont montré que la taille de la famille pouvait avoir un impact significatif sur les résultats langagiers des enfants implantés (Geers, Brenner, et al., 2003; Tobey et al., 2003). Plus la famille est petite, meilleurs seraient les résultats de perception et de production de la parole de ces enfants. Nous avons considéré ici qu'une famille correspondait au nombre de personnes vivant sous le même toit au quotidien.

Dans notre population constituée de 7 enfants, un des enfants a vécu une séparation parentale au cours des 12 mois succédant l'implantation. Les cellules familiales des 6 autres enfants sont restées stables au cours du suivi (cf. Tableau 8, page suivante). 86% (*n*=6) des enfants sont les cadets de fratries constituées de 2 à 4 enfants. Seul un enfant de notre cohorte est enfant unique. Aucun enfant n'a vu sa fratrie s'agrandir. Le nombre maximum moyen de personnes à la maison était donc de *M*=4,57 (*ET*=0,98).

Tableau 8
Nombre maximum de personnes à la maison durant les mois de suivi et tendance au cours du suivi

Nom des sujets	Nombre maximum de personnes à la maison	Séparation parents ?	Tendance au cours du suivi	Nombre de personnes à la maison à 12 mois post-IC	Rang dans la fratrie
Timéo	4	Non	=	4	2
Diane	3	Non	=	3	1
Eliott	5	Non	=	5	3
Jeanne	6	Non	=	6	4
Léo	5	Non	=	5	3
Maël	4	Oui	=	4	2
Nadia	5	Non	=	5	3

Les résultats des études sur la taille de la famille se recoupent avec ceux obtenus dans les travaux s'intéressant au rang de l'enfant dans la fratrie. En effet, ces dernières, bien que peu nombreuses, montrent que la place des enfants dans la fratrie impacte leur développement communicationnel précoce, même si cet effet apparaît, dans certaines études, comme faible (e.g. Fenson et al., 1994). Les aînés, bénéficient d'un langage adressé par leurs parents différent, autant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif, et les expériences communicatives qu'ils vivent sont également différentes de celles vécues par les cadets. Nous avons donc mentionné cette information dans le tableau, même si elle sera difficilement exploitable compte tenu du faible nombre de sujets présents dans l'échantillon analysé ici.

Notons qu'excepté Léo qui a un grand frère présentant une surdité moyenne, les fratries des autres enfants sont normo-entendantes.

e. Lieu d'habitation

Lors du bilan pré-implantation, 57,1% des enfants de notre cohorte (n=4) vivaient dans des villes de plus de 10 000 habitants, 14,3% (n=1) habitaient dans des villes entre 2500 et 9 999 habitants et 28,6% (n=2) habitaient en campagne. 85,7% (n=6) habitaient dans la région Midi-Pyrénées (Aveyron, Tarn, et Haute-Garonne) et 14,3% (n=1) venaient d'Aquitaine (Dordogne). Aucune de ces familles n'a déménagé au cours du suivi longitudinal.

f. Mode de garde et entrée à l'école

Avant leur entrée à l'école, 28,6% des enfants (*n*=2) étaient gardés exclusivement par leur mère à la maison, 28,6% étaient gardés par une assistante maternelle (*n*=2), et 42,9% (*n*=3) ont bénéficié d'un mode de garde mixte ou ayant évolué au cours du temps (mère/crèche ; assistante maternelle/crèche).

Trois enfants ont été scolarisés au cours du suivi (cf. Tableau 9).

Tableau 9
Scolarisation des enfants à chacun des temps (NS : non scolarisé, TPSM : très petite section de maternelle, PSM : petite section de maternelle)

Enfants	T1	T2	T3	T4	T5
Timéo	NS	NS	NS	TPSM	TPSM
Diane	NS	NS	NS	NS	NS
Eliott	NS	NS	NS	NS	NS
Jeanne	NS	NS	NS	NS	NS
Léo	NS	NS	NS	NS	PSM
Maël	NS	NS	NS	NS	NS
Nadia	NS	NS	PSM	PSM	PSM

g. Mode de communication pré-implantation et à 12 mois post-activation

En pré-implantation, les familles des 7 enfants de notre cohorte utilisent l'oral associé à plus ou moins de mimogestualité. Une famille s'est formée récemment à la LPC et code donc en plus quelques mots courts et familiers.

Au fil des mois, les modes de communication employés avec l'enfant évoluent, au gré de son développement, des rencontres avec les professionnels, des formations suivies par les parents/familles (…) et de divers autres éléments individuels qui modèlent les choix familiaux (cf. Tableau 10).

Tableau 10
Modes de communication employés par les familles lors de chaque évaluation

Enfants	T1	T2	T3	T4	T5
Timéo	O+M	O+M	O+M	O+M	O+M
Diane	O+M+LPC	O+LPC+M	O+LPC	O+LPC	O+LPC
Eliott	O+M	O+FS	O+FS	O+FS+LPC	O+FS+LPC
Jeanne	O+M	O	O	O	O
Léo	O+M	O+M	O+LPC+M	O+LPC+FS	O+LPC+FS
Maël	O+M	O+M	O+FS	O+FS	O+FS
Nadia	O+M	O+LPC+FS	O+FS	O+FS	O+FS

Note. « O »= oral, « M »= mimogestualité, « LPC »= Langue orale Parlée Complétée, « FS »=Français Signé

A 12 mois post-activation, le(s) mode(s) de communication proposé(s) par les familles à leur enfant, sont donc différents : une famille utilise l'oral seul, une autre continue à associer oral et mimogestualité, deux familles associent oral et français signé, une famille code et deux familles utilisent une communication totale (oral, français signé, LPC). Chacun de ces modes de communication est utilisé à une fréquence différente en fonction des familles et des moments. De fait, l'input reçu par les enfants est très hétérogène.

h. Accompagnement thérapeutique

L'accompagnement thérapeutique évolue également au cours du temps : il se met en place souvent autour du bilan pré-implant, et évolue en fonction de l'âge, des besoins de l'enfant, et des disponibilités des professionnels de soin qui suivent les enfants. Tous les enfants sont suivis en orthophonie deux à quatre fois par semaine, dès 3 mois post-activation. Certains bénéficient également d'un suivi en kinésithérapie ou en psychomotricité en parallèle, afin de les aider dans leur développement moteur parfois retardé. Certaines structures proposent également, après les premiers mois d'implantation, un accompagnement éducatif avec des petits groupes d'éveil musical par exemple.

Tableau 11
Données démographiques : tableau récapitulatif descriptif

Nom de sujet	**Sexe**	**CSP Famille**	**Parents séparés ?**	**Nombre personnes à la maison**	**Mode communication parents avant IC**	**Mode communication parents à 12 mois post-activation**	**Mode communication enfant à 12 mois post-activation**
Timéo	M	Basse	Non	4	Oral+mimogestualité	Oral+mimogestualité	Oral+signes
Diane	F	Intermédiaire	Non	3	Oral+LPC+mimogestualité	Oral+LPC	Oral
Eliott	M	Intermédiaire	Non	5	Oral+mimogestualité	Oral+FS+LPC	Oral+signes
Jeanne	F	Intermédiaire	Non	6	Oral+mimogestualité	Oral	Oral
Léo	M	Intermédiaire	Non	5	Oral+mimogestualité	Oral+LPC+FS	Oral+signes+quelques mots LPC
Maël	M	Basse	Oui	4	Oral+mimogestualité	Oral+FS	Signes+ébauches mots oral
Nadia	F	Basse	Non	5	Oral+mimogestualité	Oral+FS	Oral+FS

II.3.1.2.2. Données anamnestiques

Les enfants de notre échantillon présentent tous une surdité congénitale ou prélinguale. L'étiologie de la surdité est connue ici pour 5 des 7 enfants de notre étude (71,4%) : 28,5% des enfants (*n*=2) présentent une surdité liée à l'infection congénitale à Cytomégalovirus (CMV) de leur mère, et 57,1% (*n*=4) ont une surdité héréditaire récessive liée à une mutation délétère du gène DFNB1 (Connexine 26). Parmi ces quatre enfants présentant une surdité héréditaire, deux ont un membre de leur famille au 1er ou 2nd degré qui présente une surdité : Timéo est né d'un père sourd sévère, et Léo a un grand frère sourd moyen.

Comme nous pouvons le constater sur le Tableau 12 (p. 82), l'âge médian au diagnostic est de 2 mois. Néanmoins, notre population est extrêmement hétérogène ([p25 ; p75]=[0,46 ; 16]). 57,1% des enfants (*n*=4) ont été diagnostiqués à la suite du programme de dépistage néonatal, tandis que 42,8% des enfants (*n*=3) ont été dépistés plus tardivement. En revanche, le processus a ensuite été relativement homogène. La pose d'un appareillage suite au diagnostic a été rapide pour 6 enfants sur 7 ($M_{âge}$=3,33 ; *ET*=3,64), et a été concomitante ou suivie de près par le début d'une prise en charge de l'enfant (différente en fonction des enfants et des lieux géographiques).

Le degré de perte auditive moyen des enfants de notre cohorte est compris entre 87,5 et 120 dB. Un enfant sur les 7 présentait une surdité de perception congénitale totale (cophose bilatérale), quatre présentaient une surdité congénitale profonde (de deuxième ou troisième degré soit supérieure à 100dB de perte), et deux enfants ont vu leur surdité sévère évoluer vers une surdité profonde. L'un d'entre eux, qui présentait une surdité totale à droite et sévère à gauche a vu sa surdité évoluer vers une surdité profonde à gauche, tandis que l'autre enfant qui présentait une surdité sévère bilatérale, l'a vu évoluer vers un degré profond à 17 mois.

Sur les sept enfants inclus dans notre étude, l'âge à l'implantation médian est de 17,13 mois ([p25 ; p75]=[14,79 ; 29,43]), ce qui est relativement tardif par rapport aux recommandations données dans les études récentes. Le délai entre le diagnostic et l'implantation varie de manière importante, et dépend de différents critères tels que de l'urgence de la situation médicale, de l'adaptation prothétique, ainsi que de la demande, de la motivation et/ou de l'état psychologique des parents. Dans notre échantillon, il s'étale de 5,62 à 24,03 mois (Md=13,79 ; [p25 ; p75]=[9,20 ; 22,36]). L'âge médian à l'activation est de 18,85 mois ([p25 ; p75]=[16,30 ; 30,72]), soit 6 semaines en moyenne après l'acte chirurgical. C'est cet âge à l'activation qui constituera l'âge de référence dans notre étude (tous les temps post-implantation de la longitudinale étant calculés à partir de celui-ci).

Le choix de l'oreille implantée (cf. Tableau 13, p.83) dépend de multiples facteurs, en lien avec les résultats des examens médicaux réalisés avant l'implantation. Dans le service ORL du CHU Purpan de Toulouse, s'il n'y a pas de différence entre les deux oreilles, l'enfant est implanté en fonction de sa latéralisation, si celle-ci a pu être déterminée afin qu'il puisse accéder à son implant facilement avec sa main dominante. Si des restes auditifs sont présents, l'implant est mis en place sur l'oreille pour laquelle l'audition est la moins bonne, afin de proposer le port d'un appareil acoustique sur l'oreille présentant les meilleurs restes auditifs. Dans notre cohorte, la majorité des enfants a été implantée à droite (71,4% ; *n*=5).

57% des enfants (*n*=4) portent désormais un implant de la marque Cochlear Corporation® comportant 22 électrodes, 29% (*n*=2) ont été implantés avec un système de la marque MED-EL® comportant 12 électrodes, et 14% (*n*=1) avec un implant cochléaire conçu par Advanced Bionics® (AB), comportant 16 électrodes. A trois mois post-activation, toutes les électrodes (100%) sont actives pour tous les enfants.

Lors de nos cinq rencontres avec les enfants, tous étaient implantés unilatéralement, et portaient leur implant toute la journée. Une seule enfant a été implantée séquentiellement bilatéralement au cours des 12 premiers mois de suivi, mais l'implant ayant été posé à 12 mois jour pour jour après l'activation du 1er implant, nous l'avons rencontrée avant l'activation du second implant. 42,8% des enfants (*n*=3) portent, pour leur part, une prothèse controlatérale, du fait d'un bénéfice évalué avant leur implantation.

Tableau 12
Données anamnestiques (âges et délais exprimés en mois)

Nom de sujet	Âge au diagnostic	Âge au 1er appareillage	Délai entre diagnostic et appareillage	Âge au début de la PeC	Délai entre diagnostic et PeC	Âge à l'activation de l'implant	Délai entre diagnostic et activation IC	Délai entre 1er appareillage et activation IC
Timéo	2.00	5.26	3.00	11.03	9.03	15.26	13.26	10.00
Diane	1.00	3.43	2.00	?	?	16.30	15.30	12.89
Eliott	9.59	9.92	0.59	?	?	16.59	7.00	6.69
Jeanne	0.00*	11.69	11.00	14.75	14.75	18.85	18.85	7.16
Léo	0.46	5.07	4.46	5.00	4.56	26.13	25.69	21.07
Maël	20.23	22.00	1.23	25.20	5.00	30.72	10.52	8.72
Nadia	16.00*	17.92	1.00	17.92	1.92	39.75	23.75	21.85
Moyenne	**7.04**	**10.76**	**3.33**			**23.37**	**16.34**	**12.63**
Ecart-type	8.32	7.02	3.64			9.23	6.84	6.37
Médiane	**2**	**9.92**	**2**			**18.85**	**15.30**	**10**
[p25;p75]	[0.46;16]	[5.07;17.92]	[1.00;4.46]			[16.30;30.72]	[10.52;23.75]	[7.16;21.07]

Notes. Âges en nombre de mois entiers et de centièmes de mois.
PeC=Prise en charge
*Surdités sévères évolutives

Tableau 13
Données anamnestiques : tableau récapitulatif descriptif

Nom de sujet	**Etiologie**	**Degré de surdité**	**Oreille implantée**	**Type de Processeur**	**Port de prothèse controlatérale à 12 mois post-IC**
Timéo	Héréditaire	Cophose	Gauche	Neptune (AB)	Non
Diane	CMV	Profonde	Droite	CP810 (Cochlear)	Non (IC bilatéral non activé)
Eliott	Héréditaire	Profonde	Droite	Opus2 (Med-El)	Non
Jeanne	CMV	Totale à droite, sévère évolutive à gauche	Droite	CP810 (Cochlear)	Oui
Léo	Héréditaire	Profonde	Gauche	Opus2 (Med-El)	Oui
Maël	Inconnue	Profonde	Droite	CP810 (Cochlear)	Non
Nadia	Inconnue	Sévère bilatérale avec évolutivité vers un degré profond	Droite	CP810 (Cochlear)	Oui

II.3.1.3. Description du groupe contrôle

Dix-huit enfants, âgés de 11 à 46 mois, constituent le groupe contrôle de notre étude (cf. Tableau 14). L'âge moyen des enfants inclus est de 30,62 mois (*ET*=14,83). Un appariement de groupe sera réalisé avec notre cohorte d'enfants sourds.

Tableau 14
Données démographiques pour le groupe contrôle

	Sexe	Âge à la date de passation	Âge en mois
Sujet 1	M	1 an et 8 mois	20.85
Sujet 2	F	3 ans et 4 mois	40.00
Sujet 3	F	2 ans et 8 mois	32.20
Sujet 4	F	1 an et 11 mois	23.92
Sujet 5	M	3 ans et 10 mois	46.82
Sujet 6	M	1 an et 9 mois	21.82
Sujet 7	M	2 ans et 6 mois	30.16
Sujet 8	M	3 ans et 6 mois	42.75
Sujet 10	F	2 ans et 6 mois	30.00
Sujet 11	M	2 ans et 8 mois	32.66
Sujet 12	M	3 ans et 2 mois	38.52
Sujet 13	M	3 ans et 3 mois	39.95
Sujet 14	M	1 an et 8 mois	20.26
Sujet 15	M	3 ans et 1 mois	37.30
Sujet 16	M	3 ans et 10 mois	46.16
Sujet 17	M	1 an et 0 mois	12.89
Sujet 18	F	3 ans et 2 mois	38.03
Sujet 19	F	0 an et 11 mois	11.07

II.3.2. Matériel

II.3.2.1. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance ou Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997)

L'Echelle de développement psychomoteur de la première enfance (Josse, 1997), appelée encore Brunet-Lézine Révisé (BL-R), du nom des auteurs de la première édition, est le baby-test le plus couramment proposé aux enfants de 2 à 30 mois par les cliniciens en milieu francophone. Il est alors utilisé pour le dépistage et le diagnostic des retards du développement global chez le jeune enfant. De nombreux travaux de recherche à visée internationale, portant principalement sur l'autisme (e.g. Al Halaby, 2012; Baghdadli et al., 2012), ou la prématurité et les affections neurodéveloppementales en résultant (Charkaluk et al., 2011; Flamant et al., 2011; Locatelli et al., 2010) l'utilisent également.

Il se compose de quatre échelles : posture (P), coordination oculo-manuelle (C), langage (L) et sociabilité (S) permettant chacune de calculer un âge de développement et un Quotient de Développement (QD) partiel, puis global pour l'ensemble de l'épreuve.

L'échelle de « développement postural » permet d'apprécier le développement de la motricité et de la posture (par exemple en amenant l'enfant en position assise ou debout). L'échelle de la « coordination oculo-manuelle » permet d'explorer les capacités de manipulation d'objets qui sont placés devant l'enfant (e.g. remettre un rond dans l'emplacement dédié sur une planchette). L'échelle « langage » évalue les aspects langagiers en production et en compréhension et inclut également des aspects pré-verbaux. Enfin, l'échelle « sociabilité » permet d'observer les comportements de relation à autrui mais aussi la prise de conscience de soi (e.g. face à un miroir) et l'adaptation aux relations sociales. Comme tous les baby-tests, cette épreuve suscite des comportements chez le bébé à partir de matériels et de situations variés : livres, objets divers, jouets etc. Ces comportements sont ensuite indexés sous forme d'items – cent-cinquante en tout - appartenant à l'une des quatre échelles. L'ensemble des épreuves est ordonné par âge, et une série de questions est destinée aux parents pour évaluer les compétences des enfants sur des comportements non directement observables.

L'étalonnage réalisé entre 2 et 30 mois, permet de décrire le fonctionnement de chaque enfant à un instant *t*, mais également de suivre leur évolution motrice, cognitive et sociale, lorsque l'évaluation est proposée à différents temps.

Paramètres mesurés : Âges et quotients de développement partiels et global, sachant que lorsqu'un enfant est :

- en avance par rapport à son âge réel : QD > 100
- en retard par rapport à son âge réel : QD < 100

L'usage du QD permet de faire apparaître une proportion entre l'âge de développement et l'âge réel de l'enfant. L'enfant moyen dont l'âge de développement est égal à l'âge réel a un QD de 100. Cependant, chaque enfant ayant un rythme de développement qui lui est propre, on considère que les enfants présentent un retard lorsque leur QD est inférieur à 85.

II.3.2.2. Echelle de Communication Sociale Précoce ou ECSP (Guidetti & Tourrette, 2009)

L'Echelle d'Evaluation de la Communication Sociale Précoce (ECSP) est l'un des rares baby-tests permettant d'évaluer précisément le développement de la communication prélinguistique et l'émergence du lexique chez l'enfant francophone. Applicable de 3 à 30 mois chez l'enfant typique, sa limite supérieure d'application se situe en réalité au moment où l'enfant commence à produire des phrases de plusieurs mots. En effet, les auteurs suggèrent qu'elle peut être appliquée à des enfants plus âgés si l'enfant présente un retard dans le développement de ses compétences communicatives. Elle a d'ailleurs déjà été

utilisée après 30 mois pour évaluer des enfants atteints de handicaps et de troubles du développement (autisme, retard de langage, retard mental etc.).

Trois fonctions communicatives, considérées comme étant des pré-requis au langage, y sont évaluées à partir de 23 situations ludiques pour le jeune enfant : l'interaction sociale, l'attention conjointe et la régulation du comportement.

- L'interaction sociale correspond à des comportements permettant d'attirer l'attention sur soi, dans le cadre « de jeux sociaux gestuels, vocaux ou verbaux, des jeux d'imitation ou des jeux d'échange d'objet » (e.g. faire rouler une balle en l'envoyant vers l'adulte). Il est donc important de noter ici que les demandes et les échanges directifs ne sont pas considérés comme des comportements relevant de l'interaction sociale.
- L'attention conjointe est une fonction décrivant le partage d'attention entre plusieurs partenaires d'interaction sur un objet, une personne ou une situation. Cette fonction communicative peut être remplie par le geste de pointage (maîtrisé en règle générale par les enfants vers 12 mois), par le regard ou par le langage. L'objectif de l'attention est ici centré sur un objet ou une situation, et non, sur l'interaction en tant que telle entre les partenaires comme cela est le cas dans l'interaction sociale.
- La régulation du comportement permet de modifier le comportement de l'autre. Cette fonction peut être observée en direction de l'adulte : les demandes d'aide ou les comportements directifs de l'enfant lui permettent d'obtenir une modification du comportement de l'adulte (e.g. « fait un geste et regarde l'adulte pour demander un objet »). Elle peut également être observée en direction de l'enfant : il se trouve alors dans la position de devoir modifier lui-même son comportement sur demande de l'adulte (e.g. « arrête immédiatement quand l'adulte dit 'non' et le touche » ; « proteste quand un objet lui est enlevé »).

L'enfant, partenaire d'interaction, peut jouer des rôles différents dans chacune de ces trois dimensions communicatives : il peut initier les interactions, répondre aux sollicitations de l'adulte et/ou maintenir la fonction proposée par l'adulte (excepté pour la régulation du comportement où le maintien de cette fonction ne fait pas sens).

Chaque situation interactive proposée à l'enfant permet d'induire des comportements communicatifs, évalués par 108 items indexés simultanément sur une fonction communicative, un rôle dans l'échange et un niveau de développement (cf. Figure 6 et Annexe 3 pour le détail des niveaux de développement).

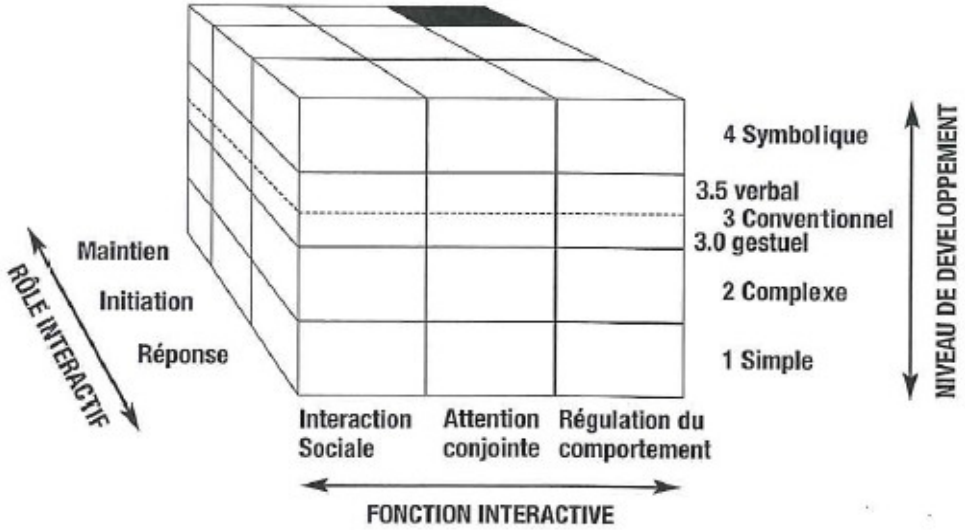


Figure 6. Structure développementale de l'ECSP (issu de Guidetti & Tourrette, 2009).

L'objectif de ce test est alors d'établir le niveau développemental de l'enfant dans chaque rôle et fonction, ainsi que de manière globale. Chaque niveau correspond lui-même à un âge de développement (cf. Tableau 15).

Tableau 15
Correspondance entre les niveaux développementaux proposés dans l'ECSP et les âges attendus de leur développement

Niveaux développementaux		Ages
1	Simple	2 à 6 mois
2	Complexe	
3	Conventionnel gestuel	7 à 16 mois
3.5	Conventionnel verbal	17 à 24 mois
4	Symbolique	25 à 30 mois

Paramètre mesuré : Niveaux de développement pour chacune des trois fonctions communicatives et de manière globale, pour l'ensemble de l'épreuve. Cela nous permettra de situer chaque enfant par rapport à ses pairs entendants, ainsi qu'aux autres enfants sourds implantés de notre échantillon.

II.3.2.3. Epreuve de détection de sons non-linguistiques

L'épreuve de détection de sons non-linguistiques (ou « Pièce Sonore ») est une évaluation de la perception en milieu contrôlé. Elle se déroule autour d'un tapis de jeu posé au sol, entouré de quatre enceintes acoustiques. L'enfant joue sur le tapis avec l'expérimentateur, avec des jouets en mousse non susceptibles de produire du bruit. La durée de la séance de jeu est de 6 minutes, durée pendant laquelle 18 sons sont émis. La bande son identique pour chaque participant comporte trois sons par minute avec une durée de silence aléatoire entre eux. Chaque séance est filmée, afin de recueillir les données: une analyse des réactions comportementales des enfants au moment de l'émission des sons doit ensuite être réalisée.

Nous avons imaginé cette tâche originale car aucune épreuve, à notre connaissance, n'existe à l'heure actuelle pour évaluer la perception des sons non-linguistiques en milieu contrôlé chez le très jeune enfant. Ce travail a été réalisé en étroite collaboration avec Pascal Gaillard (plateforme PETRA), et Julien Tardieu qui a aidé à réaliser les pré-tests et à mettre en place la « Pièce Sonore » de manière concrète.

Paramètre mesuré : Le nombre et le type de réactions comportementales de l'enfant constituent les indicateurs retenus.

II.3.2.3.1. Démarche

La perception des sons de l'environnement est actuellement essentiellement évaluée dans les services cliniques accueillant des enfants sourds implantés par l'intermédiaire de questionnaires adressés aux parents. Le Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS) (Zimmerman-Phillips, Robbins, & Osberger, 2000), par exemple, est un questionnaire qui permet d'évaluer les réponses spontanées des enfants à des stimuli présents dans leur vie de tous les jours. La passation devant être menée comme une interview (e.g. « Pouvez-vous me dire à quels sons votre enfant répond dans son environnement quotidien ? »), cela évite d'obtenir des réponses socialement désirables, ou des réponses fermées (oui/non). En revanche, ce questionnaire exige de la part des parents une attention particulière à la réaction des enfants. De fait, nous pensons que les réponses données à ce questionnaire sont certes intéressantes puisqu'écologiques, mais devraient être accompagnées d'une mise en situation contrôlée de l'enfant où l'on pourrait observer de façon rigoureuse ses réactions par rapport à des stimuli sonores émergents.

Par conséquent, nous avons décidé de créer un outil expérimental, permettant d'observer, à l'aide d'enregistrements vidéo, la réaction d'enfants en bas âge à une stimulation auditive dans un contexte de jeu. Il s'agit de noter, à partir de la vidéo, toutes les réactions spontanées de l'enfant en fonction de l'apparition de bruits de l'environnement.

II.3.2.3.2. Pré-tests

Quarante-cinq sons ont été soumis aux pré-tests, afin de valider sémantiquement les stimuli sélectionnés et d'en extraire les plus prototypiques. Leur nature a été choisie en suivant la grille suivante (cf. Tableau 16) :

Tableau 16
Catégories a priori

Vocalisations humaines non-linguistiques	**Sons environnementaux**	**Instruments de musique**
Enfant	Animaux	Cordes
Femme	Environnement	Vents
Homme	Alerte	Percussions

Ces classes de stimuli se veulent être une bonne représentation des différentes catégories de stimuli non-linguistiques environnementaux rencontrés au quotidien. Cette grille a été établie à partir :

- Des catégories définies dans les autres études s'intéressant aux stimuli non-linguistiques (cf. Ballas, 1993; Gygi, Kidd, & Watson, 2007; Inverso & Limb, 2010; Marcell, Borella, Greene, Kerr, & Rogers, 2000; Shafiro, Gygi, Cheng, Vachhani, & Mulvey, 2009);
- Des échelles/questionnaires d'évaluation de la perception proposées aux parents d'enfants sourds sévères à profonds implantés cochléaires (MAIS, IT-MAIS, Little Ears…).

La grande majorité des 45 stimuli ont été extraits du site www.freesound.com. Cette première sélection, réalisée par un sujet jeune, de culture française, a donc constitué un premier filtre. Ces sons ont été ensuite égalisés en sonie, via une méthode très souvent utilisée en psychoacoustique pour égaliser des sons, et notamment les sons de l'environnement : quatre juges ont écouté les quarante-cinq sons, et ont modifié manuellement l'intensité perçue du son émis en fonction de l'intensité d'un son de référence. Ces quatre « points de vue » ont été compilés à partir du logiciel PsiExp v3.4 (Smith, 1995) , afin que les sons proposés ensuite soient tous à la même intensité perçue.

Une fois ce processus d'égalisation en sonie terminé, les stimuli ont été proposés à 15 sujets adultes francophones natifs sous deux formes :

- Dans un premier temps, au cours d'une tâche de reconnaissance et de familiarité
- Puis, au cours d'une tâche de jugement de typicalité

a. Tâche de reconnaissance et de familiarité

Pour cette tâche, un protocole a été mis au point à partir du logiciel Superlab[4] : les stimuli ont été proposés un à un à chaque participant, de manière aléatoire (avec le même ordre cependant pour tous), pendant une durée d'environ 10 minutes. La consigne, proposée au sujet, lui était donnée à l'oral, puis était rappelée à l'écrit : « Vous allez entendre différents sons. Je vous demande d'abord d'appuyer sur une touche dès que vous reconnaissez le son. Essayez d'être le plus rapide possible, même si le son continue après que vous avez appuyé. Pour chaque son, vous devrez juger ensuite de sa familiarité, c'est-à-dire répondre à la question : 'est-ce que vous entendez souvent ce son ?' »

Le participant était installé devant l'ordinateur, dans une pièce préparée à cet effet : l'écoute des sons a été réalisée au casque (Figure 7).

Figure 7. Participant lors des pré-tests.

Dès qu'il identifiait[5] le stimulus, le participant devait appuyer sur un bouton (bloc externe), nous permettant d'obtenir des temps de réaction pour chaque son, et ainsi de juger de la rapidité de la reconnaissance du son. La consigne était rappelée à l'écrit avant l'écoute de chaque son (Figure 8).

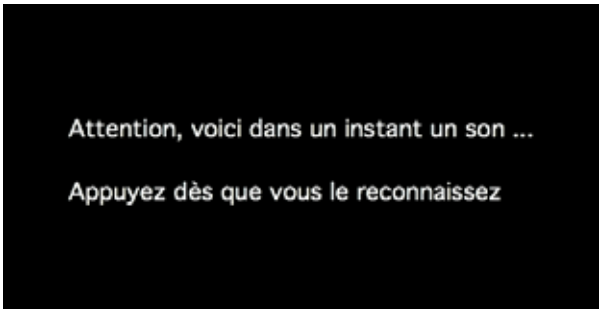


Figure 8. Consigne indiquée sur l'écran d'ordinateur.

[4] http://www.psychologysoftwaredistribution.com/Superlab/superlab.html

[5] « L'identification » n'est pas la « nomination ». Il suffit que le sujet se dise « qu'il connaît » le son pour réagir, même s'il n'est pas encore capable de lui donner un nom.

Après chaque stimulus auditif, un écran apparaissait avec la consigne suivante écrite : « est-ce que vous entendez souvent ce son ? » (Figure 8). La réponse, demandée sur un continuum de 1 (jamais) à 7 (très souvent), nous a permis de connaître le degré de familiarité de chaque son en fonction des individus (Figure 9).

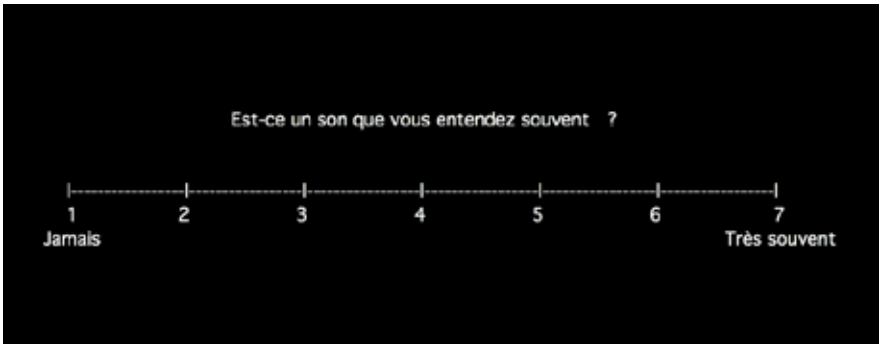


Figure 9. Echelle de type Likert pour juger de la familiarité des sons.

b. *Tâche de jugement de typicalité*

Dans un deuxième temps, les quarante-cinq sons étaient à nouveau présentés au participant, mais cette fois-ci par deux ou trois sons, regroupés par type de stimuli (Figure 10).

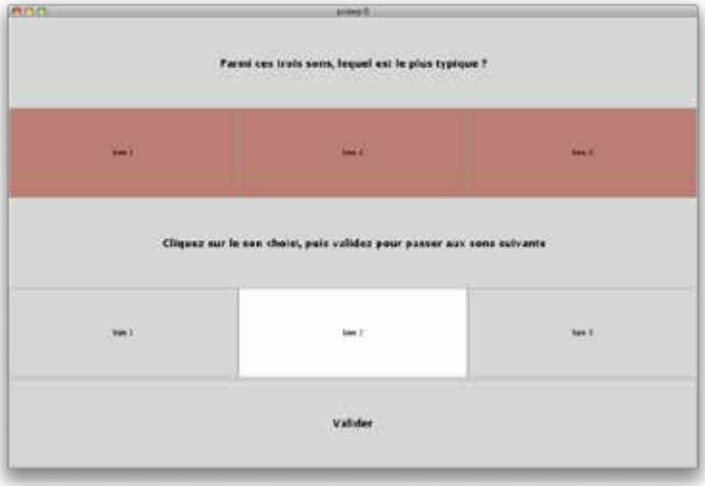


Figure 10. Interface expérimentale pour la tâche de jugement de typicalité programmée avec PsiExp (Smith, 1995).

Le sujet pouvait les écouter autant de fois qu'il le souhaitait, puis devait répondre à la question écrite à l'écran : « Par rapport à votre représentation de ce son, lequel est le plus typique ? ». Après avoir choisi le représentant prototypique de la classe, une description du son choisi était demandée, afin de vérifier que la sémantique était partagée par tous les sujets. Ces trois temps ont été répétés autant de fois que de catégories de sons, soit en l'occurrence 18 fois.

c. *Sons utilisés pour la tâche*

Nos pré-tests nous ont permis, après des analyses statistiques des données non détaillées ici, de dégager dix-huit sons, sémantiquement valides, appartenant à trois catégories : vocalisations humaines non-linguistiques, sons d'alerte et sons d'instruments de musique avec contenu fréquentiel (Tableau 17).

Tableau 17
Sons non-linguistiques choisis pour notre tâche perceptive « Pièce Sonore »

Vocalisations Humaines Non-Linguistiques	Enfant	Babillage	
		Pleurs	
	Femme	Toux	
		Rire	
	Homme	Bâillement	
		Raclement de gorge/toux	
Sons de l'environnement	Alerte	Klaxon	
		Sonnette	
	Animaux	Oiseau	
		Vache	
	Sons du quotidien	Ouverture de porte	
		Froissement de papier	
Instruments de musique	Cordes	Violon	
		Contrebasse	
	Vents	Flute traversière	
		Tuba	
	Percussions	Batterie	
		Timbale	

II.3.2.3.3. Mise en place de la Pièce Sonore sur les sites de recueil des données

Cette tâche étant expérimentale, un groupe contrôle d'enfants normo-entendants a été recruté afin de comparer leurs résultats avec ceux des enfants sourds implantés. Le lieu ne pouvant pas être identique pour les deux groupes (les enfants sourds étant rencontrés dans un service hospitalier), nous avons veillé à ce que les conditions le soient. Le bruit de fond a donc été minutieusement mesuré dans les deux salles (UPIC : 31 dBA ; Pavillon Baudot : 34 dBA), et les deux cartes sons ont été réglées pour que les sons émergents soient émis à 30 dB HL au-dessus du seuil de perception des sujets, soit à 30dB HL pour les enfants normo-entendants et 55 dB HL pour les enfants implantés, le seuil audio avec implant cochléaire étant en moyenne de 25 dB HL en dessous du seuil normal de perception.

Les sons ont été joués à partir du logiciel Reaper v4.11 (www.reaper.fm). Ce logiciel apporte en effet la possibilité de séquencer des sons sur une durée donnée en les répartissant à des temps prédéfinis sur une ou plusieurs enceintes. Cette séquence sonore d'une durée de 6 minutes a été construite de façon aléatoire pour ce qui est de la localisation spatio-temporelle des sons mais chaque participant a été soumis à une séquence identique.

II.3.3. Procédure

Pour la cohorte d'enfants sourds, notre étude s'est déroulée au sein de l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire (UPIC). Cette étude étant longitudinale, les enfants sourds ont été suivis lors de différents temps (cf. Tableau 18, p.97). A chacun de ces temps, les trois épreuves présentées ci-dessus ont été proposées aux enfants dans une pièce relativement calme. Ces dernières étaient incluses au sein du bilan proposé par l'UPIC, et constituaient dans la plupart des cas, l'évaluation développementale des enfants. Lors du bilan pré-implantation, il était proposé après le temps d'information aux parents sur l'implant, et lors des bilans post-implantation, après les réglages de l'implant.

L'enfant était alors installé sur le tapis de jeu, assis à une petite table ou sur les genoux d'un adulte (parent ou orthophoniste, assis devant la table) en fonction de l'âge de l'enfant, et de ses souhaits au moment de la passation (cf. Figure 11). Un temps était alors ménagé avant l'évaluation afin que l'enfant se familiarise avec la situation.

Figure 11. Pièce à l'UPIC où se sont déroulées les observations: tapis et petite table.

Le nombre de personnes dans la pièce varie en fonction des bilans : l'enfant est majoritairement seul avec l'expérimentateur, mais certaines passations ont été réalisées en présence de l'un ou des deux parents, et/ou d'une orthophoniste du service. Notons par exemple que les parents ont toujours été présents lors de la première évaluation (bilan pré-implantation). Pour les autres passations, les parents étaient présents si l'enfant n'acceptait

pas de rester seul avec l'expérimentateur, ou s'il était difficile pour les parents eux-mêmes de laisser leur enfant seul en bilan.

La procédure de passation des tests en elle-même est détaillée ci-dessous. Pour chacun des tests, les consignes étaient données à l'oral seul puis étaient accompagnées de mimogestualité et/ou de signes issus de la LSF et/ou de quelques clés issues de la LPC (en fonction du mode de communication préféré de l'enfant), dès que cela était nécessaire.

II.3.3.1. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance ou Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997)

Plusieurs situations ont été présentées aux enfants, avec des jouets différents en fonction de la situation et de l'âge de l'enfant. Le matériel est constitué par des objets divers (cf. Figure 12): cubes, tasse, cuiller, sonnette, hochet, anneau attaché à une ficelle, miroir, crayon, flacon en verre, pastille, planches d'images, etc. Les situations sont simples, et permettent d'observer les performances de l'enfant en proposant un cadre ludique.

Figure 12. Exemple de jouets issus du matériel du Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997).

Lors des passations, l'expérimentateur était assis à côté de l'enfant et lui présentait les situations du Brunet-Lézine correspondant à son âge. En cas d'échec, les épreuves correspondant à la tranche d'âge inférieure étaient proposés, jusqu'à la réussite complète des items correspondant à un âge donné (âge de base). En cas de réussite, les épreuves des âges supérieurs étaient proposés jusqu'à l'échec complet des items d'un âge donné. L'ordre des différentes situations proposées était adapté en fonction des réactions et des demandes de chaque enfant. Si l'enfant refusait de répondre à certaines situations, elles étaient représentées plus tard dans la passation. Tout était alors mis en œuvre pour obtenir l'attention ou l'intérêt de l'enfant sur un autre type de matériel.

Dans le Brunet-Lézine, le temps n'est pas limité pour la passation des items. Cependant, le bilan complet que nous leur proposions étant long, la passation n'a pas excédé 40 minutes pour tous les enfants.

II.3.3.2. Echelle de Communication Sociale Précoce ou ECSP (Guidetti & Tourrette, 2009)

Cette échelle a été proposée aux enfants indifféremment avant ou après l'épreuve du Brunet-Lézine. Les situations étant des situations ludiques similaires, l'ordre de passation a été adapté à chaque enfant (niveau attentionnel au moment de la passation, motivation, attrait vers un type de situation plutôt qu'un autre au début de la passation…). L'enfant était donc installé sur le tapis ou assis à la table basse (cf. Figure 11), et vingt-trois situations interactives et attrayantes lui étaient proposées (cf. Feuilles de réponses présentant les différents items Annexe 4), à partir d'objets et de jouets divers (balles, voiture, poupée, marionnettes, posters, livres, jouet mécanique etc.). Seuls les objets nécessaires à la présentation de la situation étaient accessibles à l'enfant, afin qu'il y ait peu de distracteurs attentionnels. L'adulte expérimentateur était alors à la fois impliqué dans l'interaction afin d'y engager l'enfant (cf. Figure 13) et observateur minutieux, afin de laisser la possibilité à l'enfant d'initier des interactions. Des moments de non-interaction ont alors été ménagés pendant la passation, essentiellement en début de situations comme suggéré dans le manuel afin d'observer les initiatives spontanées de l'enfant, mais également au cours des échanges afin d'observer la capacité des enfants à maintenir les interactions.

Figure 13. Situation d'interaction avec un objet social.

Lors de nos passations, la durée d'application a été comprise entre 35 et 50 minutes environ, en fonction de la disponibilité et des réponses des enfants.

II.3.3.3. Epreuve de détection de sons non-linguistiques

II.3.3.3.1. Cohorte d'enfants sourds implantés

Cette épreuve a été proposée, pour les enfants sourds implantés, soit en guise d'introduction au bilan (afin que l'enfant ne soit pas trop fatigué pour réagir aux sons), soit en clôture du bilan (si l'enfant n'était pas suffisamment détendu en début de passation). Une caisse de jeux en mousse ou en carton (i.e. ne faisant pas de bruit), achetés spécifiquement pour cette tâche, était présentée à l'enfant au centre du tapis. Dès que l'enfant était entré dans une situation de jeu, la lecture de la piste sonore était démarrée par l'expérimentateur (à partir d'une télécommande). Pendant 6 minutes, des sons étaient alors émis de manière aléatoire par l'une des quatre enceintes entourant le tapis (cf. Figure 14).

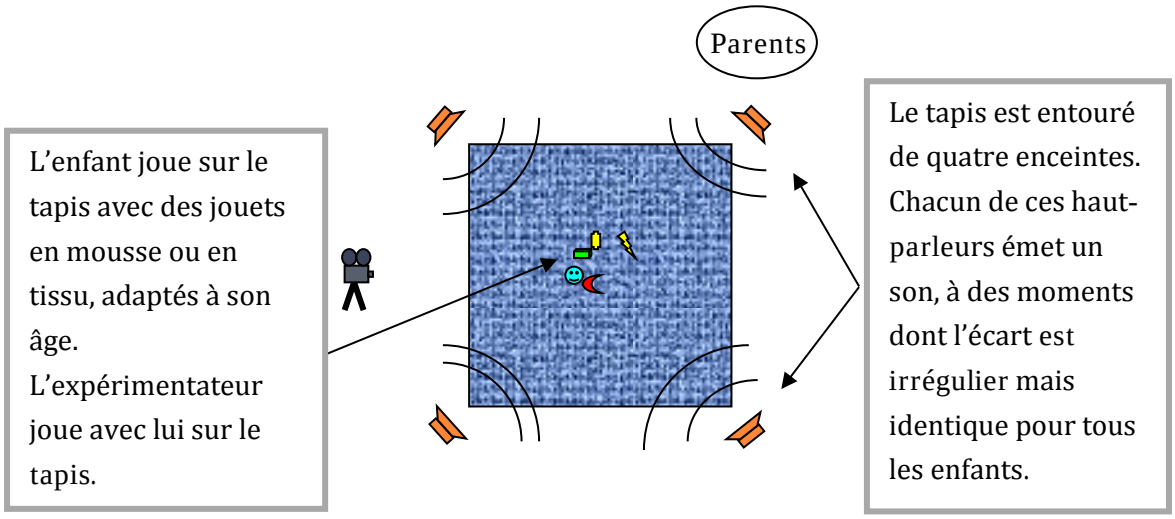


Figure 14. Pièce Sonore.

L'adulte interagissait avec l'enfant dans la situation de jeu mais ne produisait pas de commentaires spontanés au sujet des sons. Néanmoins, il pouvait répondre aux sollicitations des enfants concernant les sons. L'épreuve étant filmée, nous avons enregistré toutes les réactions des enfants aux sons afin de pouvoir les analyser.

II.3.3.3.2. Groupe contrôle d'enfants normo-entendants

Les enfants normo-entendants, rencontrés à une seule reprise au Pavillon Baudot (cf. Tableau 19, ci-après), ont été inclus à la suite d'un examen pédiatrique réalisé majoritairement par le Dr Dupin-Deguine, permettant de valider que les enfants ne présentaient aucun critère d'exclusion pour l'étude (cf. § II.3.1.1. pour rappel des critères d'exclusion). En ce qui concerne la tâche de détection des sons non-linguistiques, les enfants ont été soumis aux mêmes conditions de passation que celles énoncées ci-dessus pour les enfants sourds. Néanmoins, le lieu étant différent, le plan des deux « Pièces Sonores » est joint en annexe (Annexe 5).

II.3.3.4. Tableau récapitulatif du suivi de la cohorte d'enfants sourds

Tableau 18
Suivi de la cohorte d'enfants sourds

	Cohorte d'enfants âgés de 10 à 36 mois au début de l'étude
Visite d'inclusion (T1) *** Lieu : UPIC** *** Durée totale : env. 1h30**	Rencontre lors du *bilan pré-implantation* à l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire (Toulouse) : - Recueil du consentement signé des familles ; - Passation : Echelle de Communication Sociale Précoce (ECSP), Echelle de développement psychomoteur de la première enfance (Brunet-Lézine Révisé), évaluation de la détection de sons non-linguistiques (pièce sonore).
Visite de suivi 1 (T2) *** Lieu : UPIC** *** Durée totale : env. 1h30**	*Date d'implantation + 3 mois* Passation : Echelle de Communication Sociale Précoce (ECSP), Echelle de développement psychomoteur de la première enfance (BL-R), évaluation de la détection de sons non-linguistiques). L'évaluation est réalisée après l'entretien avec les familles et les réglages de l'implant.
Visite de suivi 2 (T3) *** Lieu : UPIC** *** Durée totale : env. 1h30**	*Date d'implantation + 6 mois* Passation : Echelle de Communication Sociale Précoce (ECSP), Echelle de développement psychomoteur de la première enfance (BL-R), évaluation de la détection de sons non-linguistiques. L'évaluation est réalisée après l'entretien avec les familles et les réglages de l'implant.
Visite de suivi 3 (T4) *** Lieu : UPIC** *** Durée totale : env. 1h30**	*Date d'implantation + 12mois* Passation : Echelle de Communication Sociale Précoce (ECSP), Echelle de développement psychomoteur de la première enfance (BL-R), évaluation de la détection de sons non-linguistiques). L'évaluation est réalisée après l'entretien avec les familles et les réglages de l'implant.

II.3.3.5. Tableau récapitulatif du suivi du groupe d'enfants normo-entendants

Tableau 19
Organisation des inclusions pour les enfants du groupe contrôle

	Groupe d'enfants de 11 à 46 mois
Visite d'inclusion	Rencontre au Pavillon Baudot (CHU Toulouse, pavillon dédié recherche) : information sur la mise en place et les objectifs de la recherche, recueil du consentement écrit, examen pédiatrique (afin de valider les critères d'inclusion et d'exclusion), puis passation : évaluation de la détection de bruits non-linguistiques (Pièce Sonore).

II.3.4. Cotation des tests développementaux validés et codage du test perceptif

Chaque épreuve validée (ECSP, Brunet-Lézine) a été cotée selon les règles de cotation proposées dans le manuel de l'épreuve, en intégrant néanmoins des adaptations liées à la surdité des enfants. En ce qui concerne la « Pièce Sonore », l'intégralité de la procédure de codage a été élaborée par nos soins. Les adaptations des grilles de cotation validées, ainsi que la grille d'analyse des comportements pour l'épreuve perceptive seront détaillées ci-dessous.

Nous avons décidé que l'adulte ne prendrait pas de notes au cours des passations, afin qu'il puisse être intégralement présent dans l'interaction avec l'enfant. La totalité des passations a donc été filmée. Chaque film, d'une durée moyenne de 1h30 a été coté minutieusement, ce qui correspond au traitement d'environ 53 heures de film pour les sept participants.

II.3.4.1. Cotation du Brunet-Lézine

Pour chaque item la cotation est notée en termes de réussite ou d'échec sur une feuille de niveau (cf. Annexe 6), par tranche d'âge. Comme expliqué dans la partie « Passation », les épreuves présentées en premier sont celles correspondant à l'âge de l'enfant. En cas d'échec, les épreuves sont présentées jusqu'à la réussite complète de tous les items d'un âge donné. Cet âge est déterminé comme étant l'âge de base. Tous les items des âges inférieurs à cet âge de base sont considérés comme acquis.

Chaque niveau d'âge comporte 10 items, avec une répartition des secteurs de développement (posture, coordination oculo-manuelle, langage, sociabilité) différente en fonction des comportements attendus à chaque âge (e.g. le nombre d'items posturaux diminue à mesure que l'âge augmente, alors que le nombre d'items langagiers évalué pour chaque tranche d'âge augmente avec l'âge). Chaque niveau d'âge est crédité de 10 points. Cependant, les niveaux d'âge testés s'espacent à mesure que les enfants grandissent : le développement est évalué tous les mois jusqu'à dix mois, puis par paliers de deux mois

entre 10 et 14 mois, de trois mois ensuite jusqu'à 20 mois, de quatre mois entre 20 et 24 mois, et enfin de 6 mois entre 24 et 30 mois. « Les 10 items de chaque niveau reçoivent (donc) respectivement 10, 20, 30, 40 ou 60 points, suivant qu'il y a 1, 2, 3, 4, ou 6 mois d'intervalle entre deux niveaux successifs » (Josse, 1997, p.151). Ces points sont ensuite convertis en âges de développement partiels (en mois et en jours) pour chaque secteur de développement, à partir de tables de conversion présentes dans le manuel. La somme des points obtenus pour les quatre secteurs de développement peut-être lui aussi converti en âge de développement global. Ces âges de développement (partiels et global) peuvent ensuite être transformés en quotients de développement (QD) en faisant le rapport suivant : $\frac{\text{Age de développement (en jours)}}{\text{Age chronologique (en jours)}}$ x 100, en considérant qu'un mois est égal à 30 jours.

Un QD global et des QD partiels sont donc obtenus. Le QD global permet d'estimer l'écart entre l'âge de développement et l'âge réel, tandis que les QD partiels permettent d'établir un profil qui donne des indications plus précises sur la dispersion des résultats et le niveau obtenu dans chaque secteur. Notons néanmoins que les quotients de développement partiels ne permettent pas une comparaison rigoureuse et seront utilisés avec prudence.

Compte-tenu de notre population atypique, la cotation de cette échelle a soulevé plusieurs questions que nous aborderons ci-dessous.

II.3.4.1.1. L'âge de base

Le principe de cotation selon un âge de base, pour des populations atypiques dont le développement est hétérogène (chuté dans un seul domaine) pose question. En effet, les enfants peuvent réussir un item à un âge et échouer malgré tout, tous les précédents, alors même, qu'avec ce principe, ces items lui sont crédités. Prenons un exemple concret : l'item de langage de 7 mois « utilise des émissions vocales, des gestes, ou crie pour attirer l'attention » peut être obtenu par beaucoup d'enfants sourds âgés de plus de 7 mois, sans qu'ils soient forcément capables de réagir « immédiatement à l'appel de [leur] prénom », de « montrer de l'intérêt aux bruits extérieurs », ni même de « tourner la tête immédiatement pour regarder la personne qui parle », items de langage respectivement attendus à 6, 5 et 4 mois. Cette situation se répète à 9 mois. Les enfants sourds de notre population âgés de plus de 10 mois peuvent parfois « émettre des syllabes redoublées », et répondre à tous les autres items non-langagiers attendus à 9 mois, sans toutefois être capables de réagir à « certains mots familiers (à l'oral) » (item attendu à 8 mois).

Nos décisions de cotation :

Afin de ne pas modifier la construction de cette échelle, nous avons suivi la règle de l'âge de base à la lettre. Cependant, une analyse qualitative sera indispensable afin de comprendre les fonctionnements individuels et de nuancer les QD partiels et globaux, surcotés à cause de ce mode de cotation, non adapté pour les populations présentant des déficits dans un seul des domaines.

II.3.4.1.2. Adaptations liées aux caractéristiques de la surdité

Un deuxième problème, concernant la passation elle-même a été abordé. Notre cohorte étant composée d'enfants sourds implantés, doit-on adapter le test (la passation et la cotation) à nos sujets? En effet, le peu d'outils concernant l'évaluation des enfants sans langage nous amène à utiliser des outils développés pour évaluer des enfants typiques, normo-entendants. Or, la comparaison d'une population dite atypique à une population d'étalonnage d'enfants dits typiques, avec des outils construits pour évaluer cette dernière, génère de fait une interprétation fondée sur un constat de retard (Tourrette, 1997). Ce constat serait très certainement réalisé à l'inverse si nous devions proposer un test en LSF à des enfants entendants. Pourrait-on à ce moment-là considérer qu'ils sont en retard dans leur développement du langage ?

Que doit-on alors faire ? Est-il pertinent de supprimer de la cotation les items faisant intervenir l'audition ? Doit-on les remplacer par des items visuels ? Concernant le mode de communication à employer, doit-on proposer, lors de la passation, toutes les situations à l'oral seul en première instance puis ajouter du signe ou du code si nécessaire, puisque la validation de l'échelle a été réalisée à l'oral seul ? Cela ne va-t-il pas alourdir voire entraver les interactions ?

Ce problème en entraine un troisième : celui de la cotation elle-même. Ne doit-on coter alors que les items réussis en langue orale seule pour ne pas biaiser les résultats basés sur une validation à l'oral ? Ou peut-on considérer comme acquis des items qui, au lieu d'être réussis en langue orale, l'ont été en Langue des Signes Française ou à l'aide de la LPC ? Enfin, doit-on préférer comparer ces enfants entre eux, sans faire de référence à la « norme » ?

Nos décisions de cotation :

Nous avons choisi de dissocier les résultats avec et sans LSF. En effet, pour ne pas perdre la validité intrinsèque du test, et pouvoir réaliser une comparaison par rapport à la norme, nous avons décidé de réaliser une cotation du test à l'oral seul. Cependant une cotation en prenant en compte les capacités des enfants tous modes de communication confondus en production comme en réception (utilisation de la langue des signes et/ou de clés de la LPC), a également été réalisée afin de mieux décrire les capacités réelles des enfants. Ainsi, dans cette deuxième cotation, l'item « dit cinq mots » attendu à 17 mois est considéré comme acquis si l'enfant a cinq signes ou plus, alors même qu'il peut échouer tous les items inférieurs relatifs à la langue orale (émet des syllabes redoublées, dit un mot de deux syllabes…).

Ces items auraient pu être également être observés en langue des signes, puisqu'un babillage en LSF existe au même titre que le babillage vocal, et qu'une structure syllabique spécifique peut en être dégagée (Miller, 2000). Cependant, nos compétences en Langue des Signes ne permettant pas de les observer, nous ne sommes pas descendus en-dessous de l'unité-mot pour coter les capacités en Langue des Signes. Par ailleurs, la LSF n'étant pas la langue maternelle des enfants, le babillage signé n'est forcément présent chez eux.

En revanche, comme à l'oral où l'on accepte les mots « déformés pourvus qu'ils aient une signification nette » (Josse, 1997, p.145), les ébauches de signes ont été prises en compte comme étant un mot-signe acceptable (e.g. « encore » fait avec l'index droit, et non la main droite, tapé deux fois sur la paume de la main opposée).

Ces deux cotations seront présentées dans nos résultats et les dimensions individuelles de l'évolution communicative des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire pourront ainsi être mises en évidence.

II.3.4.1.3. Âge des enfants de notre cohorte

Certains enfants de notre échantillon dépassent l'âge de 30 mois. Cependant, les épreuves complémentaires du Brunet-Lézine (adressées aux enfants âgés de 2 à 6 ans), ne permettant pas de faire une analyse fine des compétences par domaine comme le propose le BL-R, nous avons choisi de ne pas l'utiliser. De fait, il se peut que des enfants plafonnent aux items de posture et de coordination oculo-manuelle, mais soient loin des 30 mois d'âge au test pour le langage. Comment faire dans ces situations ? Pour les quotients de développement, doit-on diviser leur âge par leur âge réel ou par 900, âge plafond du test, étant donné que les compétences ultérieures n'ont pas été évaluées ?

Nos décisions de cotation :

Nous avons considéré que l'utilisation de ce test pouvait être intéressante, y compris avec les enfants de notre cohorte âgés de plus de 30 mois, afin d'observer finement leur développement langagier au regard de leur développement global. Cependant étant bien conscients du risque de plafonnement des performances des enfants, notamment dans les domaines de posture et de coordination oculo-manuelle, nous avons pris la décision de ne suivre, chez ces enfants, que l'évolution des domaines ne plafonnant pas. En effet, ne pouvant pas affirmer que les capacités des enfants sont égales à leur âge dans les sous-échelles où ils ont atteint le plafond de 30 mois, nous ne pouvons pas leur créditer un QD de 100. Il serait également faux de calculer un QD par rapport à leur âge réel pour ces domaines.

En revanche, les QD partiels pour les items n'ayant pas atteint le plafond seront calculés à partir de l'âge réel des enfants. En effet, nous considérons que s'ils n'ont pas acquis les compétences attendues avant 30 mois, ils n'auront probablement pas non plus acquis des capacités attendues à leur âge réel dans ces domaines.

II.3.4.1.4. Fiabilité des données inter-observateurs

Nous n'avons pas jugé nécessaire, pour cette épreuve, de réaliser de cotation inter-juges. En effet, les épreuves proposées évaluent des comportements facilement observables (nombres de cubes empilés, marche,…) qui laissent peu de place au jugement subjectif de l'observateur.

II.3.4.2. Cotation de l'ECSP

Pour coter cette échelle, l'observateur doit cocher, sur la feuille de réponse (Annexe 4), tous les comportements présentés par l'enfant dans une situation donnée. Les items réussis dans chacune des 8 séries (initiation, réponse, maintien de interaction sociale ; initiation, réponse, maintien de l'attention conjointe ; initiation et réponse à la régulation du comportement), sont ensuite reportés sur la feuille de niveau. Chaque série est créditée de 25 points, à raison de 5 points par niveau développemental acquis. Le nombre de points attribué à un item dépend du nombre d'items par niveau. Celui-ci est différent en fonction des séries et des niveaux d'âge, puisqu'il traduit le développement et l'émergence de nouvelles capacités chez les enfants. Lorsque tous les items d'un niveau d'âge sont acquis dans une série, l'enfant est crédité des items des niveaux inférieurs. La lecture des compétences communicatives et sociales des enfants peut ensuite se faire en termes de niveaux de développement. Un niveau optimal, un niveau moyen et un niveau médian sont obtenus par série, par domaine et de manière générale sur toute l'échelle. Le niveau optimal est le plus haut niveau obtenu par l'enfant. Les niveaux moyens et médians permettent, pour leur part, d'évaluer s'il y a des discordances entre le niveau réel de l'enfant et ce qu'il a été en capacité de produire et permettent ainsi de mieux situer l'enfant. Si une différence notable est observée entre le niveau optimal et le niveau moyen, nous pouvons supposer que l'enfant a eu des difficultés à produire des comportements reflétant réellement son niveau de compétence au cours de l'évaluation. Son score sous-évalue alors peut-être ses compétences communicatives. Ceci peut être mis à jour avec le niveau médian. Si le niveau moyen se confond avec le niveau médian, la probabilité que son score reflète son niveau réel est très forte. Nous pouvons alors statuer sur le niveau réel de compétences communicatives des enfants.

La validation de l'ECSP permet également de comparer ces niveaux à ce qui est attendu à l'âge de l'enfant. Un âge de développement peut en effet être calculé, en convertissant les scores en âges à partir de tables disponibles dans le manuel. Cependant, les enfants de notre échantillon présentant des compétences hétérogènes -l'aspect langage étant généralement chuté- les scores ne nous permettent pas d'obtenir des âges de développement valides. En effet, ces enfants ne réussissent pas, en règle générale tous les items d'un niveau d'âge, car il fait intervenir le langage oral. De fait, les niveaux inférieurs ne peuvent pas leur être crédités automatiquement. En revanche, ils ne présentent plus les comportements des niveaux inférieurs, leurs autres capacités ayant évolué normalement. Leurs scores sont donc très bas et ne reflètent pas réellement leur âge de développement. Nous nous centrerons donc sur les niveaux de développement obtenus.

Par ailleurs, plusieurs autres problèmes méthodologiques ont pu être soulevés lors de la cotation. Celle-ci a donc été sujette à de multiples discussions. Comme ce qui a été fait pour le Brunet-Lézine Révisé au § II.3.4.1., nous ferons part de certaines d'entre elles ci-dessous et présenterons les décisions que nous avons finalement prises.

II.3.4.2.1. Adaptation aux conditions de passation

La première difficulté sur laquelle nous avons achoppé concernait les conditions de passation : les enfants que nous avons rencontré, l'ont été au cours d'un bilan plus global durant une demi-journée, après plusieurs heures de route pour certains pour venir à l'UPIC. Les enfants n'étaient donc clairement pas dans des conditions leur permettant « d'exprimer leur plus haut niveau de performance dans chacune des compétences communicatives évaluées » (Guidetti & Tourrette, 2009, p.23). Ils étaient souvent fatigués et refusaient très régulièrement de répondre à plusieurs situations proposées par l'adulte. Or, ce type de bilan est le seul moment où les équipes peuvent évaluer les enfants. Il est donc important d'essayer d'observer leurs compétences communicatives et sociales au plus près de celles dont ils disposent effectivement, afin ensuite de faire du lien avec les équipes de soin qui réalisent leur suivi thérapeutique.

Nos décisions de cotation :

Pour répondre à cet écueil, nous avons pris en compte les comportements produits par les enfants indépendamment des situations proposées, même si la feuille de réponse de l'ECSP ne permet normalement de coter les comportements qu'à partir de certaines situations définies afin de faciliter la passation (Guidetti & Tourrette, 2009). Ainsi, tous les comportements cotables ne sont pas mentionnés sous chaque situation, considérant qu'ils seront observables/-vés à un autre moment de la passation. Cela présuppose que les enfants seront disponibles dans toutes les situations, ce qui n'est pas notre cas. Or, nous souhaitons comprendre et évaluer la façon dont les jeunes enfants interagissent avec les adultes et non pas leur capacité de réponse à une situation particulière. La situation, comme reprécisé d'ailleurs dans le manuel, est un support nous permettant d'observer ces comportements. « Les comportements correspondant à des initiatives de l'enfant, même s'ils sont regroupés dans des situations précises, peuvent en règle générale apparaître à tout moment en cours de passation, l'adulte doit être attentif et les relever (…) » (Guidetti & Tourrette, 2009, p.24). Nous avons donc décidé de proposer toutes les situations de l'échelle au cours de la passation, mais nous avons dû nous détacher de la feuille de réponse lors de la cotation afin de ne pas minorer les compétences des enfants. Pour cela, nous avons pris la décision de nous interroger sur chaque comportement afin de savoir à quelle fonction du développement socio-communicatif il renvoyait (interaction sociale, attention conjointe ou régulation du comportement) et quel rôle l'enfant jouait dans chacune de ces trois dimensions de l'interaction (initiation, réponse, ou maintien). Nous cherchions ensuite à quelle conduite, notée par un item, il pouvait être relié. Ainsi, si l'enfant refusait de réaliser la tâche proposée, cela ne minorait pas forcément ses résultats. Cela revient en réalité à considérer la liste de comportements présente dans le manuel (des pages 11 à 21) comme feuille de réponse. Nous pensons ainsi être au plus près des capacités de l'enfant, tout en respectant les fondements théoriques de l'échelle.

Notons néanmoins une légère modification de la cotation de l'échelle. Nous avons regroupé les items IAC 2-3 et RRC 6-7 à la suite de discussions avec l'équipe travaillant sur la validation de la version italienne de l'échelle (Pr Paola Molina, Université de Turin), car ces items, non dissociés dans la version italienne, sont très proches en terme de conduites observées.

Concernant les conditions de passation, un deuxième écueil a été soulevé : lors de nos passations, le nombre d'adultes présent dans la pièce était variable. Peut-on alors coter l'échelle et se fier au score global alors que les conditions de validation de l'échelle étaient différentes de celles observées au cours de nos passations ? En effet, la population d'étalonnage du test a été recrutée majoritairement en crèche, sans les parents à proximité de l'enfant. De fait, lors de la cotation, peut-on prendre en compte les interactions que l'enfant produit avec ses parents ou avec l'orthophoniste lorsqu'ils sont présents pour établir le score à l'échelle ou doit-on les relever uniquement de manière qualitative ?

Nos décisions de cotation :

Pour poursuivre dans la même démarche que celle suivie lors de notre première décision, nous avons pris en compte tous les comportements communicatifs et sociaux des enfants, y compris ceux produits avec un adulte familier. En effet, l'enfant était placé, lors du bilan, dans un cadre nouveau et avec des personnes peu familières. Par ailleurs, l'examen était proposé, quelle que soit la disposition des enfants (fatigue…), l'organisation du service et leur éloignement géographique potentiel ne permettant pas de les voir plusieurs jours de suite. La présence des parents, quand cela s'avérait nécessaire, nous a donc permis d'observer les enfants dans des conditions favorables (enfant rassuré, communication plus naturelle…). Ainsi, le biais induit par la situation même du bilan, situation atypique et pouvant être stressante pour l'enfant, a pu être atténué. Cette décision a également été prise par une équipe suisse évaluant une population d'enfants autistes avec l'ECSP, ainsi que par une équipe italienne qui a validé l'échelle en italien en présence des parents.

II.3.4.2.2. Adaptations liées aux caractéristiques de la surdité

Comme abordé précédemment dans les adaptations de la cotation du Brunet-Lézine à notre population (§ II.3.4.1.2.), certains items sont considérés comme acquis uniquement s'ils sont réalisés « à l'oral seul ». La question du mode de communication utilisé lors de la passation et accepté pour la cotation reste donc ici également présente, car elle nous confronte à une problématique double : soit les performances des enfants risquent d'être sous-cotées, soit la validité de nos outils peut être entravée.

Nos décisions de cotation :

Pour résoudre ces difficultés, nous nous sommes interrogés sur les questions de fond auxquelles elles faisaient appel :

1. Qu'est-ce que les items, impliquant de la perception et/ou du langage, évaluent exactement : est-ce que ce sont ces capacités intrinsèques qui sont évaluées ou sont-ce les processus cognitifs sous-jacents qui permettent aux enfants de les produire ? Par exemple, sur le plan du langage est-ce la réception d'un mot à l'oral qui est évalué ici ou est-ce la capacité de répondre à une consigne simple ou plus complexe sans iconicité ?
2. Que cherche-t-on à évaluer ici réellement ? Une précision de notre objectif nous a semblé nécessaire afin de prendre les bonnes décisions de cotation. Cherchons-nous à évaluer le retard que présentent les enfants sourds de notre échantillon dans leur apprentissage de la langue orale, ou souhaitons-nous évaluer le développement communicatif et langagier global des enfants sourds porteurs d'un implant ?

Nous avons donc considéré qu'il pouvait être intéressant de répondre à ces deux questions, afin de ne pas rester sur une description trop grossière des capacités des enfants de notre cohorte. La passation a donc été réalisée dans un contexte bimodal (oral+mode de communication de l'enfant). Cependant, certains items verbaux ont été soit proposés à l'oral seul en première instance, soit supprimés, quand ils ne pouvaient pas être cotés même avec l'usage de la LSF (ex. : « demander à l'enfant de localiser les parties du corps et des objets de l'environnement » : impossible de le proposer en LSF, les signes pour les parties du corps les désignant directement).

Par ailleurs, nous avons réalisé une double cotation :

- La première à l'oral seul, afin de pouvoir comparer leur développement du langage oral à la norme, et ainsi de collecter des informations précieuses quant à la mise en place des acquisitions auditivo-verbales chez les enfants sourds implantés,
- La deuxième en prenant en compte les informations codées ou signées, afin d'évaluer leurs capacités réelles de communication.

II.3.4.2.3. Fiabilité des données inter-observateurs

Au vu de ces modifications, et considérant que la transcription et le codage des comportements sont des démarches complexes, laissant toujours une place à l'interprétation subjective de l'observateur, et ce, même lorsque les grilles d'observation sont précises, nous avons jugé pertinent de contrôler, pour cette tâche, la fiabilité de nos données. Pour ce faire, deux juges indépendants, formés à la passation et à l'analyse des échelles développementales, ont codé les items de l'ECSP. Une vidéo a été codée par ces deux juges en amont, afin de se familiariser avec les règles spécifiques de codage de cette échelle. Par la suite, le coefficient de Kappa de Cohen (J. Cohen, 1960) a été calculé pour 20% des résultats afin de contrôler la fiabilité des données inter-observateurs. Le choix des

vidéos double-codées a été réalisé de manière à évaluer la fiabilité du codage chez différents sujets, mais aussi, chez le même sujet, au cours de différents temps de la longitudinale. Les comportements de quatre enfants différents ont ainsi été double-codés, et trois l'ont été de manière longitudinale (sur deux temps différents). Au moins une vidéo par temps a été contrôlée afin de s'assurer qu'il n'y avait pas de différence majeure de cotation entre les différents temps de la longitudinale (les items se complexifiant à mesure que l'enfant grandit). Les valeurs du Kappa s'étendent de .81 à .96, ce qui s'avère très homogène (cf. Tableau 20). L'accord inter-juges pour l'évaluation des compétences communicatives et sociales des enfants de notre cohorte s'est donc montré satisfaisant.

Tableau 20
Valeurs des Kappas de Cohen pour le codage de l'ensemble des items de l'ECSP (présence/absence) pour 7 vidéos

Obs. 1 / Obs. 2	Eliott T2	Eliott T4	Timéo T5	Diane T1	Diane T3	Nadia T2	Nadia T4
Eliott T2	**.81**						
Eliott T4		**.96**					
Timéo T5			**.92**				
Diane T1				**.95**			
Diane T3					**.94**		
Nadia T2						**.96**	
Nadia T4							**.85**

Note. Significativité pour tous, p<.0001.

II.3.4.3. Codage de la pièce sonore

II.3.4.3.1. Construction de la grille d'analyse des comportements

La tâche de détection des sons non-linguistiques est inscrite dans une démarche de recherche par l'observation ou démarche inductive. En effet, aucune étude n'ayant été faite de manière précise sur l'évolution de la perception précoce des sons non-linguistiques chez les enfants sourds implantés cochléaires, notre démarche nous permettra de mieux comprendre comment elle apparait et se développe chez l'enfant par l'observation de leurs comportements en situation de test. Pour ce faire, une observation directe des réactions des enfants à des stimuli sonores a été réalisée. Nous ne testons pas précisément ici ce que l'enfant perçoit, mais plutôt ce qu'il fait de ces stimuli émergents dans une situation proche d'une situation naturelle de jeu. La passation de cette tâche a été filmée pour tous les enfants.

Une grille d'analyse des comportements a été élaborée pour répondre à nos trois principales questions :

- Qu'est-ce qui différencie les enfants sourds des enfants entendants pour cette tâche ?
- Observe-t-on, dans chacun des deux groupes, des réactions différentes en fonction des sons ?
- Observe-t-on, chez les enfants sourds une évolution dans le temps du nombre de sons détectés et des réactions aux différents sons ?

Cette grille est constituée de sept variables à plusieurs modalités (2 à 7 par variable):

Variable 1 : Arrêt dans son activité

- Oui
- Non

Variable 2 : Regard(s) en réaction au son

- Regarde l'expérimentateur
- Regarde une personne familière
- Regarde une tierce personne
- Regarde en direction de la source
- Regarde la source
- Regarde ailleurs de manière fixe
- Mouvement du regard avec recherche de la source

Variable 3 : Mouvements du corps en réaction au son

- Se déplace vers l'expérimentateur
- Se déplace vers un adulte familier
- Se déplace vers une tierce personne
- Se déplace vers la source
- Se déplace vers autre
- Cherche la source dans la pièce en se déplaçant

Variable 4 : Communication non-verbale à propos du son

- Pointage de la source
- Pointage de l'oreille implantée
- Pointage de l'oreille controlatérale
- Pointage autre

Variable 5 : Initie du langage avec l'adulte en rapport avec le son

- Vocalise
- Nomme le son à l'oral
- Nomme le son en LSF
- Autre

Variable 6 : Répond oralement ou en signe à l'adulte en rapport avec le son

- Nomme le son à l'oral
- Nomme le son en LSF
- Autre

Variable 7 : Réaction émotionnelle au son

- Surprise
- Peur
- Joie
- Autre

Le temps de latence à la réaction est noté comme toute autre réaction en lien avec le son, non stipulée dans notre grille d'observation.
Une grille a été remplie pour chaque enfant, et une feuille Excel est dédiée à chaque passation : Enfants Entendants, Enfants Sourds (ES) T1, ES T2, ES T3, ES T4, ES T5.

II.3.4.3.2. Fiabilité des données inter-observateurs

Comme vu ci-dessus, nos données ont été recueillies à partir d'une grille d'observation des comportements créée pour notre étude. Les comportements observés pouvant parfois laisser place à l'interprétation, nous avons jugé nécessaire de contrôler la fiabilité de nos données en comparant nos observations (pouvant être considérées comme expertes) à celles d'un observateur « novice » (c'est-à-dire ici, n'ayant jamais travaillé avec des enfants sourds implantés). Pour ce faire, nous avons comparé le nombre total de réactions observées. Le coefficient de Kappa de Cohen (J. Cohen, 1960) a été calculé pour 25% des données (soit pour 13 passations). Les valeurs du Kappa s'étendent de .86 à .99, ce qui s'avère très homogène. L'accord inter-juges pour l'évaluation des compétences de perception des sons de l'environnement s'est donc montré satisfaisant.

II.3.5. Hypothèses opérationnelles

Compte-tenu des connaissances actuelles rappelées dans notre revue de littérature et de la méthodologie choisie pour notre étude, nous pouvons émettre les dix hypothèses suivantes :

(1) Les compétences motrices générales de notre population, illustrées par le Quotient de Développement Postural des enfants au Brunet-Lézine, sont préservées, excepté pour les enfants ayant des étiologies affectant le vestibule (ce qui peut par exemple être le cas dans le cadre de fœtopathie à cytomégalovirus ou CMV) ;

(2) Les capacités de motricité fine (illustrées par le Quotient de Développement de la Coordination oculo-manuelle) des enfants implantés tôt sont également préservées. En revanche, celles des enfants les plus âgés de notre population sont altérées ;

(3) Les capacités langagières des enfants de notre cohorte sont significativement retardées par rapport à celles des enfants de la population d'étalonnage ayant le même âge chronologique. Cependant, après l'activation de leur implant, nous nous attendons à observer une nette évolution de leurs compétences langagières orales, leur permettant de se rapprocher des valeurs attendues à leur âge chronologique. Notons quand même qu'une grande variabilité dans les résultats devrait être retrouvée.

(4) Compte-tenu du retard de développement des capacités d'autonomie observé chez les enfants implantés, et de leur retard langagier très souvent noté, nous pouvons supposer que le Quotient de Développement Social obtenu au Brunet-Lézine par les enfants de notre cohorte est inférieur à la norme, à tous les temps.

(5) De fait, nous pensons que le Quotient de Développement Global (QDG) des enfants de notre cohorte est significativement chuté.

(6) Nous pouvons supposer malgré tout que tous les enfants progressent, au cours du temps, dans tous les domaines. Nous pensons donc observer une évolution positive de leurs âges de développement entre T1 et T5.

(7) Les compétences de communication sociales précoces sont, elles aussi, impactées par la surdité. De fait, nous supposons que les enfants les plus jeunes de notre cohorte ont des compétences pré-linguistiques moins retardées que les enfants implantés plus tardivement. Cet effet de l'âge est surtout retrouvé pour les capacités d'attention conjointe.

(8) Un lien entre attention conjointe et langage est d'ailleurs retrouvé comme chez les enfants entendants.

(9) Le développement langagier des enfants dépend également de la participation familiale. En effet, nous pouvons supposer que participation familiale et qualité des interactions sont liées. De fait, les enfants bénéficiant d'une bonne participation familiale tendent à développer de meilleures compétences d'attention conjointe, et à moins s'opposer, ce qui facilite ensuite leur développement langagier.

(10) Sur le plan de la perception des sons environnementaux, les enfants sourds détectent très peu de sons lors du bilan pré-implant, mais l'on constate une nette amélioration de leurs capacités dès 3 mois post-activation. Néanmoins, nous suggérons qu'ils détectent moins de sons environnementaux que les enfants entendants du groupe contrôle à tous les temps.

II.4. DESIGN STATISTIQUE

Au vu du faible nombre de participants dans notre échantillon, et de l'hétérogénéité importante de leurs caractéristiques (âge réel, étiologie, degré initial de surdité, âge à l'implantation,…), il était impossible de ne réaliser que des analyses quantitatives de nos données. En effet, la variabilité individuelle aurait alors été niée et nos possibilités d'interprétation auraient alors été limitées à des comparaisons à la norme en termes d'écarts, sans toutefois apporter d'éclairage sur la nature des différences observées. Nous avons donc choisi de mêler analyse statistique descriptive et analyse qualitative des résultats.

Ainsi, les performances des enfants ont été dans un premier temps comparées à la norme du test (via le test non paramétrique de Wilcoxon), pour toutes les variables étudiées (posture, coordination oculo-manuelle, langage, sociabilité ; interaction sociale, attention conjointe, régulation du comportement ; détection et localisation des sons environnementaux). Cependant, compte tenu du nombre restreint de participants, il nous a semblé indispensable de rester prudent dans la lecture et l'analyse des résultats.

Ces derniers ont ensuite été détaillés en termes de compétences et de difficultés, et comparés à ceux des autres enfants de la cohorte, afin d'établir des profils de développement lorsque cela s'est avéré possible. Par la suite, nous nous sommes focalisés sur le développement du langage et avons observé les variables en lien avec celui-ci.

Une étude clinique a également été rédigée pour trois des sept enfants, afin d'illustrer les résultats quantitatifs présentés ci-dessous : le lecteur souhaitant des informations plus détaillées peut donc s'y référer (Annexe 7).

II.5. RESULTATS

II.5.1. Evaluation du développement global des enfants (BL-R)

II.5.1.1. Développement global et rapport à la norme

Les enfants de notre échantillon présentent un développement global significativement retardé par rapport à la norme théorique établie dans le Brunet-Lézine (âge de développement=âge réel ; QDG=100) (cf. Figure 15). Deux enfants (Nadia et Maël) atteignent rapidement l'âge plafond[6] dans un des quatre domaines évalués par le BL-R. De ce fait, leur quotient de développement global (QDG) n'a pas pu être calculé à tous les temps.

Figure 15. Evolution des âges de développement global des enfants de notre cohorte obtenus au BL-R, en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation.

[6] Âge plafond : nous avons considéré qu'un enfant plafonnait dans un domaine donné s'il avait acquis tous les items attendus à 30 mois dans celui-ci, lors de deux passations consécutives. La première fois où nous avons constaté cette réussite à tous les items a été prise en compte, même si l'enfant avait plus de 30 mois.

Le test de Wilcoxon, réalisé entre les QDG obtenus par les enfants de notre cohorte à chaque temps (cf. Tableau 21) et la norme théorique, met en évidence que leurs résultats sont significativement inférieurs à celle-ci, et ce, même lorsque les sollicitations de l'expérimentateur et les réponses des enfants tous modes de communication confondus (oral seul et/ou oral augmenté avec des signes de la LSF ou des clés de la LPC) ont été prises en compte (p<.05 pour toutes les comparaisons).

Tableau 21
Quotients de développement global obtenus par les enfants de notre échantillon en langue orale seule

	QDG T1	QDG T2	QDG T3	QDG T4	QDG T5
Timéo	89	75	72	76	72
Diane	81	79	77	77	77
Eliott	79	78	78	77	69
Jeanne	72	67	72	77	79
Léo	78	62	61	60	65
Maël	65	63	59	NC	NC
Nadia	50	50	NC	NC	NC
Médiane	78	67	72	77	72
Centile 25	65	62	61	68	67
Centile 75	81	78	77	77	78

Note. NC= Non calculé car domaines où l'enfant plafonne. La médiane à T3 est donc calculée avec 6 participants, et à T4 et T5 avec 5 participants.

Par ailleurs, si nous focalisons notre analyse sur les deux temps où nous n'avons pas de valeur manquante (T1 et T2), nous pouvons observer que plus les enfants sont âgés lors du bilan pré-implant, plus leurs résultats globaux obtenus au Brunet-Lézine sont faibles (r_s=-.96, p<.001 à T1 et r_s=-.86, p<.05 à T2). Or, l'âge du bilan pré-implant est fortement corrélé à l'âge des enfants à l'activation de leur implant (corrélation par rang de Spearman, r_s=1). Les résultats obtenus à T2 sont donc également inversement corrélés avec l'âge à l'activation (cf. Figure 16).

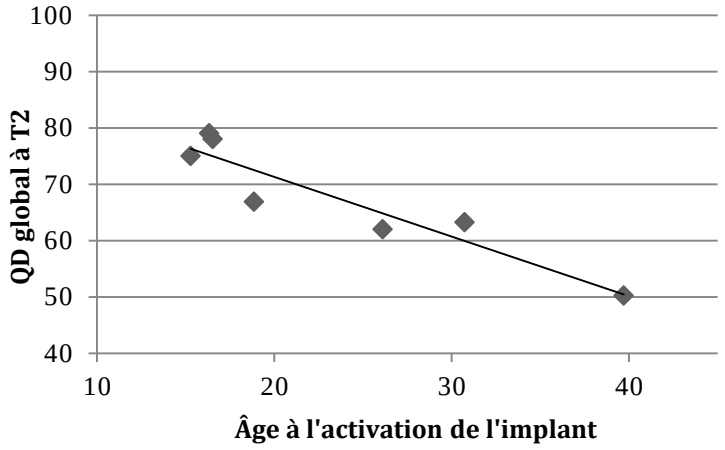


Figure 16. Corrélation entre l'âge à l'activation et le QDG obtenu par les enfants 3 mois post-activation.

Plus les enfants sont implantés tardivement, plus leur retard de développement global initial est important et paraît difficile à combler, et ce, même lorsque tous les modes de communication ont été pris en compte après l'implantation (corrélation entre l'âge à l'activation et le QDG à T2 tous modes de communication confondus : r_s=-.86, p<.05, cf. Figure 16).

Ce retard global a même tendance à augmenter entre T1 et T2. Des tests de Wilcoxon comparant les QDG à tous les temps, mettent en effet en évidence une chute significative entre le QDG pré-implant et les QDG à T2 et T3 (p<.05 pour les deux comparaisons), les autres temps n'étant pas significativement différents. Cette chute est observée pour tous les enfants entre T1 et T2, et continue pour quatre enfants sur les cinq ne plafonnant pas (Timéo, Diane, Eliott, Léo, cf. Tableau 21). Une seule enfant (Jeanne) voit son QD global augmenter de manière importante entre T2 et T5 (QDG_{T1}=72 ; QDG_{T2}=67, QDG_{T5}=79).

Cependant, le QDG reflète les capacités de l'enfant dans tous les domaines de manière indifférenciée. L'analyse des QD partiels (posture, coordination oculo-manuelle, langage, sociabilité) nous paraît donc ici essentielle pour mieux appréhender les compétences réelles des enfants dans chaque domaine. Le mode de communication utilisé pour obtenir les items sera mentionné chaque fois que nécessaire : une distinction sera faite entre les performances obtenues via un mode de communication auditivo-verbal isolé et les performances obtenues en utilisant tous les modes de communication employés par les enfants.

Synthèse :

- Les enfants de notre cohorte présentent un retard de développement global significatif par rapport à la norme en pré-implant (QDG_{T1} moyen cohorte=73; QDG moyen norme=100).
- L'expérience auditive, dans notre cohorte, ne permet pas aux enfants de combler leur retard global (QDG_{T5} moyen=72).
- Seule une enfant voit son QDG augmenter entre 3 mois et 1 an post-activation.
- L'âge à l'activation semble lié au développement global des enfants à 3 mois post-activation : plus les enfants sont activés tardivement, plus leurs QDG obtenus à T2 sont faibles.

Une étude par domaine semble par contre nécessaire pour déterminer les points de compétences et de difficultés des enfants de notre cohorte.

II.5.1.2. Développement postural

Dans le domaine postural, nous pouvons observer Figure 17 que les courbes d'évolution de tous les enfants de notre cohorte suivent une tendance ascendante, proche de celle observée chez leurs pairs normo-entendants, liée à la maturation.

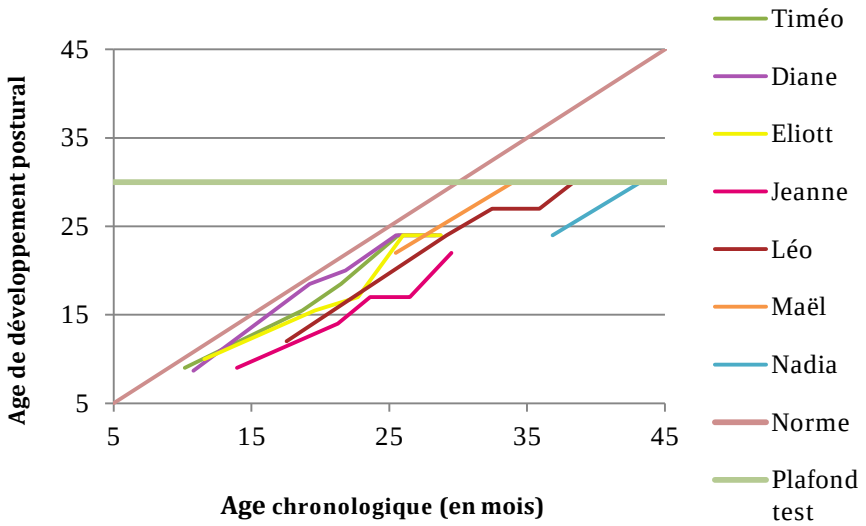


Figure 17. Evolution des âges de développement postural des enfants de notre cohorte obtenus au BL-R, en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation.

Néanmoins, les enfants présentent en moyenne à tous les temps, un retard postural par rapport à la norme (moyenne des QDP de T1 à T5 < norme, Wilcoxon, $p<.05$ pour toutes les comparaisons). Cependant, la variabilité interindividuelle est importante. Une classification hiérarchique des données (méthode de Ward[7]) confirme cette observation, deux clusters pouvant être nettement distingués : Diane, Timéo et Eliott constituent le premier groupe, Jeanne et Léo en forment un second. Maël et Nadia ont été exclus de cette analyse, car ils plafonnent dès T2 (3 valeurs manquantes pour l'étude longitudinale). Si les QDP moyens des deux groupes sont significativement inférieurs à la norme (Wilcoxon, $p<.05$), les enfants du premier groupe présentent seulement un léger retard voire ont des scores compris dans les variations normales de développement, alors que ceux du deuxième cluster ont un retard de développement important.

Afin de représenter graphiquement ces différences de manière plus lisible qu'avec les quotients de développement partiels, tout en conservant une relative indépendance vis-à-vis de la variabilité de l'âge initial des enfants, nous avons calculé un quotient de retard postural :

$$Qr = \frac{\text{Age chronologique (mois)} - \text{Age de développement postural(mois)}}{\text{Age chronologique (mois)}} * 100$$

[7] La méthode de Ward pour distance Euclidienne permet d'agréger les participants dont les scores sont proches.

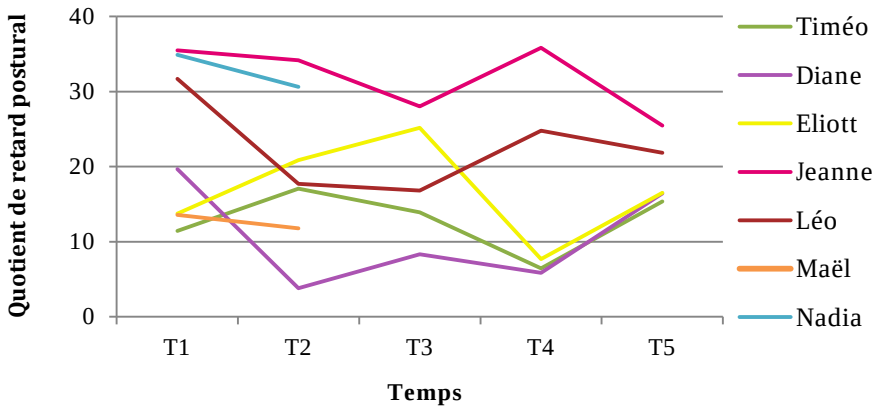


Figure 18. Evolution du retard postural présenté par les enfants de notre cohorte en fonction du temps.

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 18, le retard évolue de manière différente au cours du temps pour chaque enfant.

Jeanne, présentant le plus grand retard, peine à acquérir la coordination de ses mouvements. De ce fait, même si l'on observe une légère amélioration de ses performances à T3, elle retrouve, à T4, le même niveau de retard qu'à T1 : à 6 et à 9 mois post-activation, elle ne marche pas à reculons, et ne court pas encore. L'acquisition de l'équilibre est également complexe : elle ne tient pas sur un pied avec aide à 12 mois post-activation. Ceci peut être expliqué par son hypotonie axiale initiale imputable à l'étiologie de sa surdité (CMV).

Timéo, enfant le plus jeune de notre cohorte, présente des compétences posturales proches de la norme à T1 (QDP_{T1}=89). Son retard s'accroit à T2 (QDP_{T2}=83) et fluctue par la suite (QDP_{T3}=86, QDP_{T4}=94 ; QDP_{T5}=85). Il est cependant difficile de savoir s'il s'agit de ses capacités réelles, car il oppose beaucoup de refus dans la réalisation des tâches. Néanmoins, il semble se développer sans réelle difficultés dans ce secteur.

Diane pour sa part présente, lors du bilan pré-implant, un léger retard de développement (QDP_{T1}=80), car elle ne fait pas encore de mouvements nets de déplacement et ne réussit pas encore à passer de la position couchée à la position assise. Néanmoins, elle se tient bien assise et tient debout avec support. Ce retard postural, observé à 10 mois, est comblé quelques mois plus tard (QDP_{T2}=96 ; QDP_{T3}=92 ; QDP_{T4}=94). A 12 mois post-activation (soit à 28 mois et 24 jours d'âge réel), Diane est une petite fille qui s'est bien développée : elle marche et court, donne un coup de pied dans le ballon… Son quotient de développement postural est légèrement inférieur à la norme (QDP_{T5}=85), mais les items attendus à 24 mois sont tous acquis.

Eliott, quant à lui est en retard sur le plan postural jusqu'à ses 23 mois environ (QDP_{T1}=86 ; QDP_{T2}=79 ; QDP_{T3}=75) puis rattrape la norme à T4 (QDP_{T4}=92).

Cependant, nous pouvons remarquer pour ces trois enfants (Timéo, Diane et Eliott) que, bien qu'ayant des trajectoires développementales quelque peu différentes sur le plan postural, aucun ne réussit à acquérir les items attendus à 30 mois (« monte l'escalier seul en alternant les pieds », « se tient sur un pied sans aide », items effectivement proposés à l'enfant au cours de la passation). Leur QD postural à T5 est donc chuté.

Léo, enfin, stagne entre T3 et T4 à un développement de 27 mois, ne réussissant pas à se tenir sur un pied sans aide, ce qu'il réussit à T5, alors qu'il a 38 mois.

Dans le cas des deux enfants les plus grands qui plafonnent rapidement, aucune analyse fine ne peut être effectuée. Cependant, nous observons que Nadia n'a pas acquis les items attendus à 30 mois lors du bilan pré-implant, alors qu'elle a déjà 36 mois d'âge réel.

Ces vignettes, réalisées pour chaque enfant, nous permettent de mieux comprendre les trajectoires développementales individuelles sur le plan postural. Néanmoins, si l'on raisonne de manière globale, les différences observées entre les quotients de développement postural des enfants à T1 et à tous les autres temps, ainsi qu'entre chacun des autres temps ne sont pas significatives (Wilcoxon, $p>.05$ pour toutes les comparaisons). Le quotient de développement postural des enfants fluctue donc certes au cours du temps, mais n'est en réalité pas fondamentalement différent d'un temps à l'autre.

Synthèse :

- Le quotient de développement postural des enfants varie de 64 à 89 lors du bilan pré-implant et de 75 à 85 à T5 (pour les enfants ayant mois de 30 mois). Tous les enfants ont donc des résultats significativement inférieurs à la moyenne théorique (QDP=100). On observe néanmoins une variabilité interindividuelle importante dans le développement postural des enfants de notre cohorte. Certains présentent des résultats très retardés alors que d'autres ont des QDP compris dans les variations normales de développement.
- Notons toutefois que certains items semblent plus difficiles à acquérir que d'autres (cf. items de 30 mois).

II.5.1.3. Développement de la coordination oculo-manuelle

Nous pouvons observer trois grands types de profils différents dans le développement des capacités de coordination oculo-manuelle des enfants de notre cohorte (cf. Figure 19). Une classification hiérarchique des données (méthode de Ward) confirme cette observation.

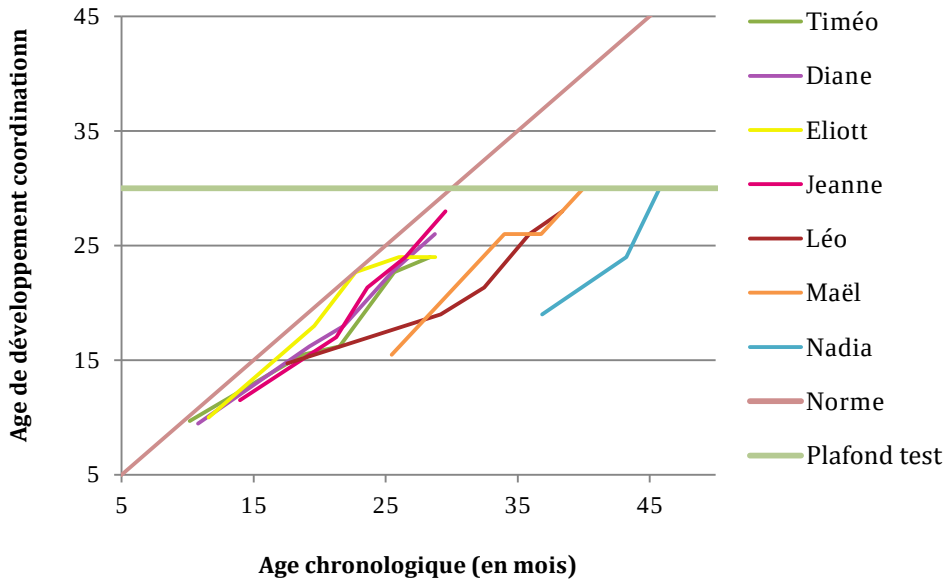


Figure 19. Evolution des âges de développement pour la coordination oculo-manuelle (obtenus au BL-R) des enfants de notre cohorte en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation.

Un groupe homogène est constitué de Timéo, Diane, Eliott et Jeanne. Les trois premiers, âgés lors du bilan pré-implant de 10 mois 5 jours à 11 mois 18 jours, ne présentent pas de retard à T1 (QDC_{T1} respectifs=96, 88, 86), et ne s'écartent que légèrement de la norme par la suite. Jeanne, âgée de 13 mois 29 jours en pré-implant, présente quant à elle un léger retard (QDC_{T1}=82) qu'elle comble dès T3. Néanmoins, Diane et Jeanne présentent les QDC les plus proches lorsque l'on considère ensemble les 5 temps (cf. Tableau 22 ci-dessous). Ces quatre enfants, tous implantés avant 18 mois, peuvent donc être regroupés suivant le même profil, non significativement différent de la norme (Wilcoxon entre les QDC de ces 4 enfants à tous les temps et la norme, p>.05).

Tableau 22
Quotients de Développement de la Coordination oculo-manuelle des enfants de notre échantillon

	QDC T1	QDC T2	QDC T3	QDC T4	QDC T5
Timéo	96	83	75	88	85
Diane	88	84	82	89	92
Eliott	86	92	100	92	81
Jeanne	82	80	90	91	95
Léo	84	65	66	72	73
Maël	61	76	71	NC	NC
Nadia	52	56	66	NC	NC
Médiane	84	80	75	89	85
Centile 25	61	65	66	80	77
Centile 75	88	84	90	91.5	93.5

Note. NC= Non calculé car l'enfant plafonne. Les médianes à T4 et T5 sont donc calculées avec 5 participants.

Maël et Nadia ont, pour leur part, obtenu des scores très en-dessous de ce qui est attendu à leur âge (cf. Tableau 22, mais leur progression observée au cours du temps (avant qu'ils n'acquièrent les items plafonds) est plus rapide que celle observée chez leurs pairs normo-entendants. Leurs capacités de motricité fine semblent très dépendantes de facteurs externes (attention et/ou capacité d'adhésion à la tâche proposée par l'adulte).

Le dernier profil est suivi par un seul enfant dans notre cohorte : Léo. Cet enfant a été rencontré en pré-implant à 17 mois et 17 jours. A ce moment-là, il présentait un quotient de développement en coordination, semblable à celui observé dans le premier groupe que nous avons détaillé ci-dessus (QDC_{T1}=84). L'implantation de cet enfant ayant été réalisée 7 mois après ce bilan, nous avons revu Léo un an après notre première évaluation (soit à 29 mois 5 jours). Il présentait alors le même comportement de refus vis-à-vis des épreuves de coordination oculo-manuelle que les enfants plus grands, développant ainsi un profil similaire à ces derniers.

De fait, nous nous sommes interrogés sur le lien existant entre l'âge au bilan pré-implant et le développement de la coordination oculo-manuelle. S'ils semblent fortement et négativement corrélés à T1 (r_s=-.96, p<.001) et à T2 (r_s=-.82, p<.03), ce lien semble s'atténuer par la suite (aucune corrélation significative de T3 à T5). Le même constat peut alors être réalisé avec l'âge à l'activation.

Synthèse :

Trois profils distincts se dégagent ici :

- Les enfants implantés tôt (n=4) qui ne présentent qu'un retard léger par rapport à la norme, voire aucun retard (QDC variant de 82 à 96 en pré-implant et de 81 à 95 à T5) ;
- Les enfants implantés tardivement (n=2) qui présentent un retard plus important comparé à la norme (QDC respectifs de 52 et 61 en pré-implant et de 66 à 71 à T3, dernier temps où un score est recueilli avant qu'ils ne plafonnent) ;
- Un dernier enfant, présentant un profil intermédiaire : son QDC pré-implant est proche de ceux obtenus par les enfants les plus jeunes, et diminue par la suite pour atteindre le même niveau que les enfants les plus grands.

La corrélation négative retrouvée entre l'âge à l'activation et le développement de la coordination oculo-manuelle à T1 et T2, ne l'est plus par la suite.

II.5.1.4. Développement du langage

Le développement langagier des enfants de notre échantillon est massivement retardé (Figure 20). La différence avec la norme est significative à tous les temps, que ce soit à l'oral seul ou en prenant en compte tous les modes de communication utilisés par les enfants (Wilcoxon, p=.018 pour toutes les comparaisons).

Les performances obtenues par les enfants en pré-implant (QDL à T1) sont corrélées négativement avec leur âge à l'évaluation : plus les enfants étaient jeunes lors du bilan pré-implant, meilleurs étaient leurs résultats langagiers (r_s=-.85, p<.02), ce qui n'est pas observé ultérieurement. En effet, aucune corrélation entre l'âge à l'activation et les performances des enfants entre T2 et T5 n'a été mise en évidence dans notre cohorte.

II.5.1.4.1. Différences entre les résultats obtenus à l'oral seul ou lorsque signes et LPC sont pris en compte

Une comparaison entre les QDL des enfants de notre échantillon à l'oral seul et ceux obtenus en prenant en compte l'utilisation de signes de la LSF et/ou du code a été conduite à chaque temps : les QDL sont strictement identiques à T1 et à T2, et diffèrent légèrement par la suite, le QDL moyen tous modes de communication confondus étant supérieur au QDL moyen lorsque seul l'oral est pris en compte. Cependant, cette différence n'est pas retrouvée comme étant significative (Wilcoxon, p>.05).

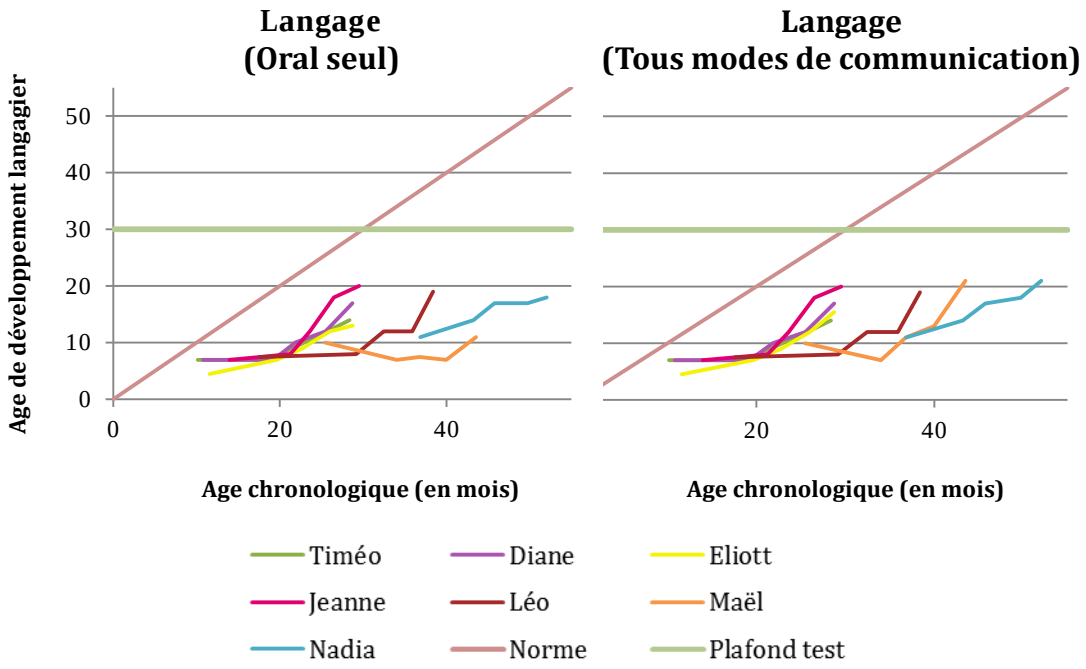


Figure 20. Evolution des âges de développement langagier des enfants en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. Le premier graphique représente l'âge de développement langagier des enfants lorsque les items sont côtés à l'oral seul, le deuxième graphique prend en compte tous les modes de communication qu'ont les enfants à leur disposition (LSF et/ou LPC).

Compte tenu de la répartition des enfants sur le graphique (Figure 20), il nous a semblé pertinent d'appliquer une méthode de classification hiérarchique (Méthode de Ward) à nos données (QDL obtenus par les enfants avec et sans mode de communication augmentatif), afin de voir si statistiquement parlant des profils se distinguaient. Deux profils peuvent être dégagés : Timéo, Diane et Jeanne semblent obtenir des QDL proches les uns des autres, tandis qu'Eliott, Léo, Nadia et Maël constituent un deuxième groupe.

Trois enfants sur les quatre du deuxième groupe paraissent bénéficier d'autres modes de communication (ici, apport de la LSF) à partir de T3. En effet, si l'on observe la courbe de Maël, aucune progression n'est observée à l'oral seul. En revanche, l'utilisation de signes issus de la Langue des Signes lui permet de développer une communication de même niveau que celle développée par ses pairs oralisants. Nadia pour sa part a développé des capacités orales, mais des signes de la LSF sont utilisés en complément. Eliott quant à lui semble bénéficier de l'usage de signes, mais dans une moindre mesure. Pour valider statistiquement cette observation, nous avons comparé les résultats obtenus aux cinq temps avec et sans mode de communication augmenté pour chacun des enfants. Les tests de Wilcoxon effectués ne nous ont cependant pas permis de confirmer cette observation qualitative (p>.05 pour toutes les comparaisons).

Il apparaît donc que les mot-signés, bien qu'utilisés à la maison pour Eliott (de T2 à T5), Léo (de T4 à T5), Maël (de T2 à T5), Jeanne (entre T1 et T2, puis arrêt), et Nadia (de T2 à T5), soit pour 71% de notre échantillon, ne sont pas forcément repris en production par les enfants avant l'acquisition du langage oral. L'analyse qualitative des évaluations nous permet d'ailleurs de remarquer que les premiers signes apparaissent en production de manière concomitante aux premiers mots oraux pour Elliot, Jeanne et Léo. Par ailleurs, si Nadia produit oralement « *non* » en pré-implant, son stock lexical oral s'enrichit dès 3 mois post-activation, parallèlement au développement d'un petit lexique signé. Seul Maël produit des signes avant des mots oraux en post-implant : en effet, si les parents rapportent en pré-implant qu'il dit « papa » et « maman » (non observé en bilan), il ne vocalise que très peu à trois et six mois post-activation, et les premiers mots et ébauches de mots à l'oral n'apparaissent qu'à 12 mois post-activation. En revanche, son stock lexical signé s'enrichit : il produit deux signes minimum (« lumière » et « canard » observés) à trois mois post-activation, possède plus de cinq signes à 6 mois post-activation (ex. observés : « bonjour », « voiture », « oiseau », « vache », « maman », « boire »), et commence à associer deux signes à 9 mois post-activation.

Dans tous les cas, 21 mois semble être l'âge de développement langagier maximum pouvant être atteint à 12 mois post-activation, compte-tenu des items proposés par le Brunet-Lézine. Les items proposés au-delà (« nomme six images » déterminées par le test, « identifie huit objets ou en nomme quatre », « fait des phrases de trois mots ») deviennent alors trop complexes à ce stade de leur développement auditif et langagier.

II.5.1.4.2. Différences observées au cours du temps

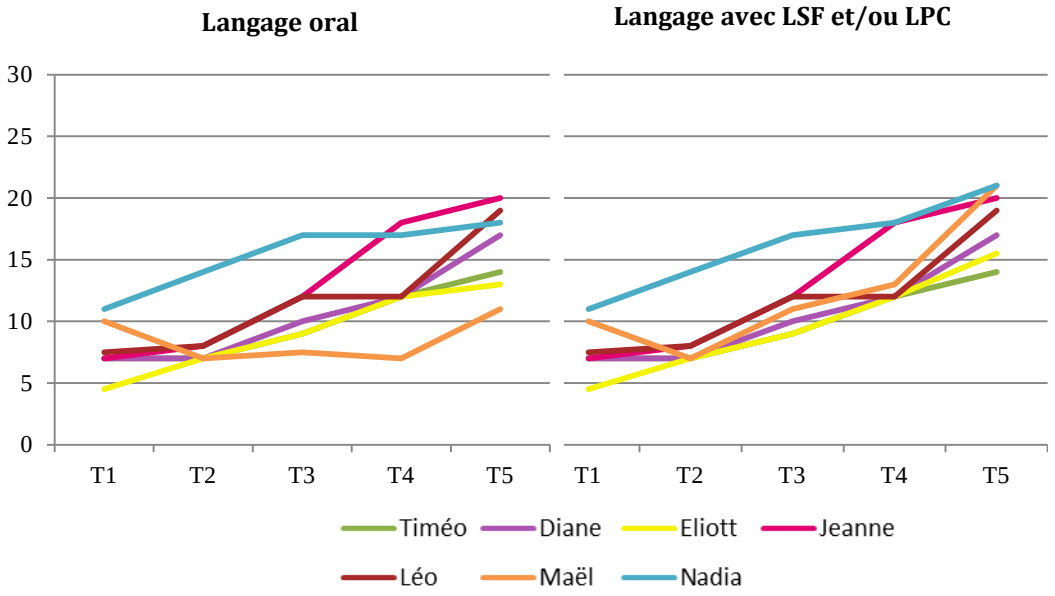


Figure 21. Evolution du langage oral pour chaque enfant au cours du temps.

Le retard langagier présenté par les enfants de notre échantillon, lorsque l'on compare leurs résultats à ceux des enfants de la population d'étalonnage de même âge chronologique, est présent à tous les temps, mais une progression est notable pour l'ensemble des enfants tous modes de communication confondus et pour 6 enfants sur 7 à l'oral (Figure 21).

Au global, comme nous pouvons le voir Tableau 23 (page suivante), une différence significative est observée pour les QDL obtenus entre :

- T1 et T2 : le quotient de développement langagier des enfants à T1 est plus élevé qu'à T2 pour 6 enfants sur 7.
- T2 et T3, T2 et T4, T2 et T5, T3 et T5 : une évolution positive du QDL est observée pour l'ensemble des enfants de 3 mois post-implantation à 12 mois post-implantation. Un plateau est néanmoins constaté entre 6 et 9 mois post-implantation (pas de différence significative observée entre T3 et T4).

Tableau 23
Quotients de Développement du Langage (oral/oral+LSF et/ou LPC) obtenus par les enfants de notre échantillon, et comparaison de ces QDL aux différents temps

	QDL T1	QDL T2	QDL T3	QDL T4	QDL T5
Timéo	69	38	42	47	49
Diane	65	36	46	47	60
Eliott	39	36	40	46	44/52
Jeanne	50	38	51	68	68
Léo	43	27	37	33	49
Maël	39	21	20/30	17/32	25/48
Nadia	30	32	37	34/36	35/40
Médiane	43	36	40	46	49
Centile 25	39	27	37	32/33	35/48
Centile 75	65	38	46	47	60
Moyenne	47.9	32.6	39/40.4	41.7/44.1	47.1/52.3
Ecart-type	14.4	6.4	9.8/6.8	15.9/12.4	14.5/9.1

	z* (oral/tous modes de communication)	***p*-value*** (oral/tous modes de communication)
Comparaison entre T1 et T2	-2.197/-2.197	0.028
Comparaison entre T2 et T3	-2.205/-2.375	0.027/0.018
Comparaison entre T2 et T4	-1.992/-2.371	0.046/0.018
Comparaison entre T2 et T5	-2.366/-2.366	0.018
Comparaison entre T3 et T5	-2.197/-2.371	0.028/0.018
Comparaison entre T4 et T5	-1.892/-2.207	0.058/0.027

Note. Ne sont présentés ici que les résultats significatifs. Sont indiqués les résultats à l'oral seul en premier lieu, et les résultats tous modes de communication en deuxième instance
*Test de Wilcoxon, si p<0.05 existence d'un lien significatif.

Le niveau de langage oral des enfants à 3 mois post-activation apparait comme positivement corrélé avec leur niveau langagier oral à T3 (r_s=.90, p<.01) et T4 (r_s=.92, p<.005), celui observé à 6 mois post-activation est fortement corrélé à leurs QDL à T4 (r_s=.98, p<.001) et T5 (r_s=.90, p<.01). Cela se confirme ensuite, puisque le QDL oral observé à T4 est également corrélé avec le QDL oral obtenu à T5 (r_s=.92, p<.005).

Cependant, dire que le quotient de développement langagier évolue ou montrer qu'il existe un lien entre le QDL à un temps et celui du niveau directement inférieur, ne nous permet pas d'apprécier réellement l'amélioration du développement langagier entre les différents temps de l'étude longitudinale. Un quotient d'amélioration du langage a donc été calculé pour quantifier cette progression :

$$\text{Amélioration du langage} = \frac{\text{AD T}n - \text{AD T}(n-x)}{\text{AD T}(n-x)},$$

avec AD signifiant Âge de développement.

Tableau 24
Proportion d'amélioration du langage oral entre le bilan pré-implant et chaque temps de la longitudinale, et entre les différents temps

	Médiane	Intervalle interquartile	Min.	Max.	Moyenne	Ecart-type
T1-T2	0.07	[0;0.27]	-0.30	0.56	0.11	0.26
T1-T3	0.55	[0;0.71]	-0.25	1	0.37	0.46
T1-T4	0.71	[0.55;1.57]	-0.30	1.67	0.79	0.67
T1-T5	1.43	[0.64;1.86]	0.10	1.89	1.21	0.66
T2-T3	0.29	[0.21;0.50]	0.07	0.50	0.33	0.16
T3-T4	0.20	[0;0.33]	-0.07	0.50	0.19	0.21
T4-T5	0.17	[0.08;0.57]	0.06	0.58	0.28	0.23

L'amélioration du développement langagier des enfants de notre cohorte est plus important entre T2 et T3 qu'entre T1 et T2. Cependant aucune différence significative n'est observée lorsque les améliorations entre chaque évaluation sont comparées deux à deux (T1-T2/T2-T3 : p=.063 ; T2-T3/T3-T4 : p=.115 ; T3-T4/T4-T5 : p=.612).

II.5.1.4.3. Comparaison à la norme en tenant compte de l'âge auditif des enfants

Plusieurs études (e.g. Duchesne, Sutton, Bergeron, & Trudeau, 2010; Flipsen, 2011) mettent en évidence que le fait de ne tenir compte, dans les comparaisons à la norme, que de l'âge chronologique des enfants implantés pour évaluer leur niveau langagier est inadapté. En effet, leur retard est alors de fait pointé. Cette constatation est également observée dans nos résultats. Afin de les nuancer, nous allons ici regarder si, en tenant compte de leur âge de développement initial et de leur durée d'expérience auditive, les enfants de notre cohorte se développent à une vitesse similaire à celle observée chez les enfants entendants de la population d'étalonnage.

Nous observons dans notre étude que tous les enfants en pré-implant ont obtenu des scores correspondant à des âges de développement compris entre 4,5 et 10 mois. Douze mois après l'activation de leur implant, leurs scores sont compris entre 11 et 20 mois à l'oral seul, et entre 14 et 21 mois, tous modes de communication confondus. Notons ici que l'enfant en échec à l'oral se retrouve être celui qui obtient les meilleurs scores tous modes de communication pris en compte.

Il nous paraît donc ici important d'ajouter le Tableau suivant (Tableau 25) pour évoquer ces résultats :

Tableau 25
Amélioration des compétences langagières en nombre de mois gagnés du bilan pré-implantation à 12 mois post-activation

	ADL pré-implant (oral seul/tous modes de communication)	**ADL 12 mois post-activation** (oral seul/tous modes de communication)	**Nombre de mois gagnés** entre le bilan pré-IC et l'ADL 12 mois post-IC
Timéo	7	14	7
Diane	7	17	10
Eliott	4;15	13/15;15	8;15/11
Jeanne	7	20	13
Léo	7;15	19	11;15
Maël	10	11/21	1/11
Nadia	9	20	11
Moyenne	7;13	16;9/18;2	8;26/10;19
Ecart-type	1;22	3;19/2;19	4/1;25

Note. ADL=Âge de développement langagier (en mois;jours)

Nous pouvons observer ici que, 12 mois post-activation, les enfants tendent à gagner en moyenne 8,9 mois d'âge de développement langagier à l'oral et 10,6 mois lorsque tous les modes de communication sont pris en compte. Ainsi, si l'on s'intéresse au développement intrinsèque du langage une fois la perception auditive possible, les enfants de notre cohorte semblent développer leurs capacités langagières moyennes -tous modes de communication confondus- à un rythme équivalent à celui des enfants entendants ayant le même niveau langagier initial (cf. Tableau 26).

En effet, les enfants entendants de 7 mois (âge correspondant à la moyenne observée en pré-implant chez les enfants de notre cohorte), ont un développement langagier compris entre 5,9 et 7,8 mois. Lorsque l'on s'intéresse à leur développement langagier 12 mois plus tard (soit à 19 mois d'âge chronologique, âge qui n'est pas représenté dans la population d'étalonnage, ce qui explique les scores à 18 et à 20 mois dans le Tableau 26), on observe que leur âge de développement langagier moyen est proche de 19 mois, avec, là aussi, une grande variabilité interindividuelle (Josse, 1997).

Tableau 26
Développement langagier de la population d'étalonnage du Brunet-Lézine à 7 mois puis 11 et 13 mois plus tard (issu de Josse, 1997)

	7 mois	**18 mois**	**20 mois**
ADL Min. (en mois)	5,9	14,5	17,7
ADL Max. (en mois)	7,8	20	22,9

À âge auditif égal, l'âge de développement moyen des enfants de notre cohorte 12 mois post-activation semble donc compris dans les variations normales de développement (Tableau 26).

Synthèse :

· Le développement langagier oral des enfants de notre cohorte est globalement très retardé à tous les temps (QDL moyens=48 à T1, 33 à T2 et 47 à T5 < QDL moyen norme=100), lorsque l'on compare les enfants à leurs pairs de même âge chronologique.

· On note toutefois une amélioration générale de leur langage oral aux différents temps, excepté pour un enfant qui développe sa communication essentiellement en français signé.

· Cependant, même si de nouvelles acquisitions sont faites entre chaque temps, le QDL décroit significativement entre T1 et T2. Ce déclin se comble progressivement au cours du temps.

· A 12 mois post-activation, l'âge de développement langagier des enfants varie de 11 à 20 mois à l'oral seul (ADL moyen=16 mois ; ET=3,37), et de 14 à 21 mois, tous modes de communication confondus (ADL moyen=18 mois ; ET=2,77) : 21 mois semble donc être l'âge de développement langagier maximum pouvant être atteint à 12 mois post-activation.

· Lorsque l'on compare les enfants à la norme, non pas en tenant compte de leur âge chronologique, mais en se centrant sur leur âge auditif, nous observons que les enfants développent leur langage conformément aux variations normales de développement.

· Trois enfants semblent bénéficier de l'apport d'un mode de communication augmentatif à partir de 6 mois post-activation : l'apparition des signes semble alors concomitante à celle du langage oral.

II.5.1.5. Développement de la sociabilité

On observe ici (Figure 22) qu'aucun enfant n'atteint l'âge plafond dans ce domaine. L'item de 30 mois « comprend deux prépositions : dans, sur, derrière, devant, dessous » n'est jamais acquis par les enfants, même par les plus âgés qui dépassent 30 mois.

On peut également noter que certains items non langagiers ne sont pas acquis pour quelques enfants, alors qu'ils le devraient :

- Fait boire, fait manger ou coiffe l'adulte (2 réussites sur 3, attendu à 17 mois) pour Timéo à 18 mois 21 jours, Eliott à 19 mois 18 jours et Jeanne à 21 mois 8 jours : ils peuvent le faire avec la poupée mais ne sont pas encore entrés dans le jeu social avec l'adulte.
- Lave ses mains et essaie de les essuyer (attendu à 24 mois) pour Eliott à 25 mois 29 jours ;
- Enfile seul ses chaussons ou ses chaussettes pour Nadia (attendu à 30 mois) à 36 mois 24 jours et à 43 mois 7 jours.

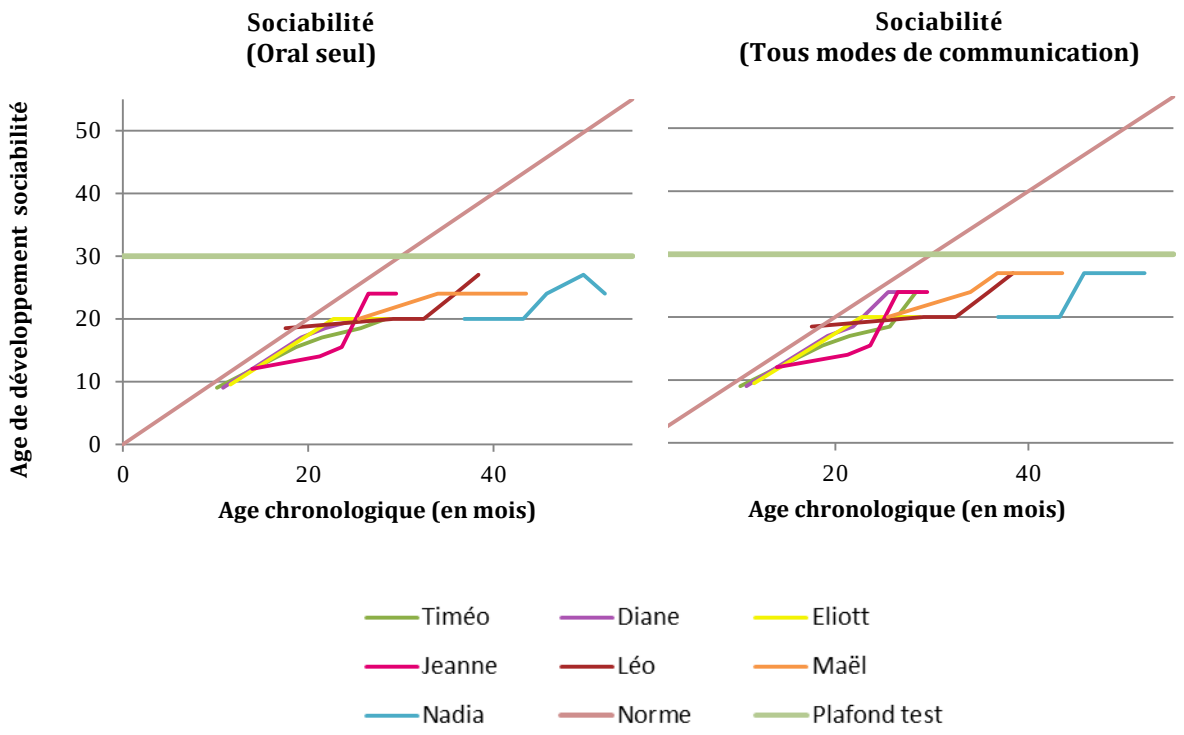


Figure 22. Evolution des âges de développement social des enfants de notre cohorte en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. Le premier graphique représente l'âge de développement en sociabilité des enfants lorsque les items sont cotés à l'oral seul, le deuxième graphique prend en compte tous les modes de communication qu'ont les enfants à leur disposition.

Une analyse de corrélation a été effectuée afin d'étudier le lien entre l'âge à l'activation et les QDS obtenus par les enfants à chaque temps. Seule une corrélation a été mise en évidence à T3 (r_s=-.82, p<.02). Plus les enfants sont implantés tôt, meilleur est leur développement de la sociabilité 6 mois post-activation.

II.5.1.5.1. Comparaison par rapport à la norme

L'analyse statistique effectuée à l'aide du test de Wilcoxon met en évidence une différence significative entre les résultats obtenus par les enfants de notre échantillon et la norme théorique (QD=100), à tous les temps (p<.05). Une analyse de cluster (méthode de Ward) a ensuite été appliquée (même si les cohortes sont déjà très petites) afin de vérifier qualitativement les regroupements observés sur les graphiques (Figure 22). Eliott, Diane et Timéo constituent un groupe homogène, rejoint par Jeanne. Eliott et Maël, quant à eux, forment un second groupe alors que Nadia est isolée. Mais, lorsqu'une analyse de Wilcoxon est réalisée sur le premier cluster, leurs résultats n'apparaissent plus significativement différents de la norme. Cependant, étant donné la faible puissance des tests, la fiabilité de ces analyses reste discutable. Nous avons donc préféré ici la compléter avec des vignettes présentant chaque enfant.

Timéo obtient des scores proches de la norme en pré-implant (QDS_{T1}=89). Il manifeste quand on met un objet hors de sa portée et comprend une défense (avec geste de la main ou toucher). Cependant, les items attendus à 10 mois -âge qu'il vient juste d'atteindre- ne sont pas encore acquis : il ne regarde pas encore ce que l'adulte regarde, et ne recommence pas à faire les mimiques qui ont fait rire l'adulte. Il reste encore très égocentré. Ses performances progressent en post-implant, mais de manière plus lente qu'attendu. De fait, Timéo présente un retard léger à T2 (QDS_{T2}=82) qui s'accroit par la suite (QDS_{T3}=79 ; QDS_{T4}=72). A 21,5 mois (T3), Timéo n'est pas encore entré dans le jeu symbolique (attendu à 20 mois). Il joue très peu à faire semblant, et n'est pas en mesure d'exécuter des instructions avec la poupée, même signées. A 25 mois (T4), le jeu symbolique est en place, mais l'exécution de consignes même simples reste complexe. Cette capacité se met progressivement en place. A 28 mois (T5), il se montre capable d'exécuter des instructions (brosser la poupée, la faire boire), lorsque la consigne lui est présentée en LSF, mais pas à l'oral. Ses capacités en socialisation passent alors de déficitaires à légèrement inférieures à la norme (QDS_{T5} sans LSF=71 ; QDS_{T5} avec LSF=85).

Diane présente un léger retard en pré-implant puisqu'elle ne réussit pas les items attendus à 10 mois (QDS_{T1}=83). Ce retard est observé également à tous les autres temps (QDS respectivement : 88, 85, 79 et 71), d'autant plus que les items de sociabilité demandent de plus en plus de capacités langagières à mesure que l'âge augmente. Ce retard peut être comblé à 9 mois post-activation (QDS_{T4}=94), et est limité à 12 mois post-activation (QDS_{T5}=85) si l'on prend en compte l'utilisation du code pour donner les consignes.

Eliott présente des résultats légèrement retardés par rapport à la norme en pré-implant (11 mois 17 jours), car il ne s'intéresse pas au jeu de coucou (attendu à 7 mois), et n'obtient aucun item attendus à 12 mois. Ces items sont présents à T2 alors qu'il a 19 mois. En revanche, son entrée dans le jeu avec l'adulte (attendu à 17 mois) n'est observée qu'à T3, alors qu'il est âgé de plus de 22 mois. Son niveau augmente néanmoins entre T1 et T3, ses performances se rapprochant de la norme (QDS_{T1}= 82; QDS_{T2}=87 ; QDS_{T3}=88). Mais à 9 et 12 mois, une chute de QDS très importante est observée (QDS_{T4}=77 ; QDS_{T5}=68). A T4, l'item de 24 mois, « lave ses mains et essaie de les essuyer » n'est pas réussi alors qu'il a 25 mois. Or, cet item étant le seul permettant d'obtenir ce niveau, Eliott stagne à un niveau de sociabilité de 20 mois au BL-R. A T5, il n'obtient aucun des items de 30 mois et n'exécute aucune instruction avec la poupée. Ne pouvant pas déterminer s'il s'agit d'un refus ou d'une difficulté, nous ne lui avons pas crédité, même s'il l'avait obtenu à 6 et 9 mois post-activation, à l'oral seul.

Jeanne, pour sa part, présente lors des premières évaluations une passivité dans les interactions et une difficulté pour comprendre les consignes. Ses performances en sociabilité s'améliorent nettement entre T3 et T4, au même moment où l'on observe chez

elle une évolution langagière importante. Elle rattrape alors son retard (QDS_{T4}=91), et peut être un partenaire d'interaction actif, utilisant quelques mots familiers à l'oral et commençant à répondre à des consignes simples à l'oral seul. Néanmoins, son score chute à T5 (QDS_{T5}=81), reflétant alors probablement l'impact de son retard langagier et moteur sur la sociabilité.

Léo présente des capacités égales à la norme en pré-implant (QDS_{T1}=105), alors qu'il a 17 mois. Cependant, son niveau décroit en post-activation. En effet, Léo ayant été implanté 7 mois après le bilan pré-implant, n'a été revu à trois mois post-activation qu'un an plus tard. Or, à 29 mois, les attentes en sociabilité sont plus importantes. Même s'il peut exécuter les instructions lorsque celles-ci lui sont données en LSF (à 3, 6 et 9 mois), il présente des difficultés pour acquérir les items de 30 mois. L'item langagier de sociabilité attendu à 20 mois n'est acquis à l'oral seul qu'à 12 mois post-activation. Son implantation tardive semble donc avoir impacté ses acquisitions langagières mais aussi celles de sociabilité, puisqu'elles font intervenir le langage, et qu'il ne l'a développé (en signes comme à l'oral) qu'à un âge plus avancé.

Maël, âgé de 25 mois lors du bilan pré-implant, échoue à l'item de sociabilité nécessitant des capacités langagières en réception (« exécute des instructions avec la poupée », attendu à 20 mois). De fait, son QDS est retardé (QDS_{T1}=79), et continue de diminuer à trois mois post-activation (QDS_{T2}=71), échouant en plus l'item langagier de sociabilité de 30 mois. Les performances de Maël en LSF à partir de 6 mois post-activation, lui permettent d'obtenir l'item de 20 mois (coté uniquement lorsque tous les modes de communication sont pris en compte), mais l'item attendu à 30 mois (compréhension de prépositions), n'est jamais obtenu par Maël. De ce fait, son QDS diminue jusqu'à atteindre 55 (ou 62 si l'on prend en compte l'utilisation de la LSF) à 12 mois post-activation.

Nadia est dans la même situation que Maël. Cependant, étant plus âgée que lui, ses QDS sont plus faibles (compris entre 46 et 59). Par ailleurs, l'item « enfile seul ses chaussons ou ses chaussettes » n'est acquis chez Nadia qu'à 45 mois, ses parents avouant ne pas la laisser faire avant.

II.5.1.5.2. Lien entre langage et sociabilité

Le développement de ce domaine semble se faire par paliers, impactés par la réussite ou non à l'item de 20 mois faisant intervenir du langage en réception : « exécute des instructions avec la poupée ». Les quotients de développement de sociabilité sont d'ailleurs significativement corrélés au QD de langage à différents temps (cf. Tableau 27, ci-après).

Tableau 27
Corrélations de Spearman entre les QD de sociabilité et les QD langagiers aux cinq temps

QDL \ QDS	T1	T2	T3	T4	T5
T1					.87**
T2					
T3				.90**	.87**
T4				.90*	.93**
T5				.85*	.94**

Note. Corrélations de Spearman, r_s et *p*-value (*n*=7).
Ne sont présentés ici que les résultats significatifs, obtenus dans les deux cas à l'oral seul. Significativité : * *p*<.05, ** *p*<.01 , *** *p*<.001.

Cet item de sociabilité faisant intervenir des compétences langagières est réussi plus tôt lorsque l'expérimentateur donne les instructions en français signé (chez quatre enfants sur sept : Timéo, Léo, Maël et Nadia) ou en utilisant la LPC (pour une enfant : Diane). Au niveau individuel, nous observons donc un impact réel des modes de communication augmentatifs. Cependant, aucune différence statistique significative n'a été constatée sur les performances de notre échantillon à aucun des temps (Wilcoxon, NS : différence sur un seul item).

Synthèse :

- La sociabilité, après le langage, est, en moyenne, le deuxième domaine le plus retardé chez les enfants de notre cohorte, de T2 à T5.
- Leurs capacités langagières influencent négativement leurs résultats obtenus pour le domaine « sociabilité » à 9 et 12 mois post-activation (cf. item de 20 mois).
- Les items de sociabilité faisant intervenir du langage peuvent être néanmoins acquis plus tôt avec l'utilisation, par l'expérimentateur, d'un mode de communication augmentatif adapté à l'enfant.
- On peut également noter une difficulté à acquérir le jeu avec l'adulte pour trois enfants sur sept.

II.5.1.6. Synthèse globale pour le Brunet-Lézine

Les domaines de développement évoluent de manière différente en fonction des enfants. Nous ne pouvons donc pas établir de hiérarchie dans les acquisitions. Cependant, nous pouvons constater que tous les domaines sont en moyenne retardés par rapport à la norme, même si l'on observe une évolution positive globale pour tous les enfants. Le langage reste néanmoins le domaine le plus retardé chez tous les enfants et à tous les temps : un enfant sur sept ne développe d'ailleurs que très peu ses acquisitions langagières à l'oral.

II.5.2. Evaluation du développement communicatif précoce

Comme précisé dans la partie méthodologie, nous avons analysé les niveaux des enfants obtenus à l'ECSP et non leurs scores (ceux-ci ne représentant pas fidèlement les aptitudes des enfants).

Trois types d'information sont donc à notre disposition : le niveau optimal (par série, par domaine et au total), le niveau moyen et le niveau médian (par domaine et au total). Les feuilles de niveau pour chaque enfant et à chaque temps sont disponibles Annexe 8.

Pour notre échantillon, la comparaison des niveaux optimaux et moyens obtenus pour l'ensemble de l'échelle met en évidence une différence significative entre ces deux niveaux à tous les temps de notre étude longitudinale (Wilcoxon, $p<.05$ pour toutes les comparaisons). Le niveau moyen et le niveau optimal ne sont donc pas similaires, ce qui conduit à penser que les performances des enfants sont peut-être sous-estimées (l'enfant n'ayant pas pu montrer son niveau optimal dans toutes les situations), ou que l'échelle ne prend pas en compte l'hétérogénéité de leur développement (la composante langagière étant chutée). Cependant, le niveau médian étant souvent plus proche du niveau moyen obtenu par les enfants que du niveau optimal, nous avons choisi de réaliser les analyses suivantes avec le niveau moyen. Nous avons en effet considéré que la probabilité qu'il reflète le niveau réel de performances exprimées par les enfants au cours du bilan était plus importante que le niveau optimal enregistré.

Dans un premier temps nous comparerons qualitativement le niveau des enfants à la norme théorique et aux niveaux moyens obtenus par la population d'étalonnage (présentés Tableau 28). Dans le Tableau 29, aucune norme n'est indiquée pour les enfants dont l'âge dépasse 30 mois, car cela correspond à l'âge plafond du test. Seul un signe inférieur (<) est noté quand leur niveau est inférieur au niveau 4, normalement acquis à 30 mois.

Nous analyserons ensuite plus précisément les capacités des enfants de notre cohorte par domaine -Interaction Sociale (IS), Attention conjointe (AC), Régulation du comportement (RC)- et par rôle dans les interactions (Initiation, Réponse ou Maintien).

Tableau 28
Niveau théorique attendu pour chaque tranche d'âge à l'ECSP et niveaux moyens obtenus par la population d'étalonnage (Global, et par domaines : IS, AC, RC)

Tranche d'âge	Age moyen	Niveau théorique Global attendu		Niveau moyen global cohorte validation ECSP	IS Cohorte validation ECSP	AC Cohorte validation ECSP	RC Cohorte validation ECSP
≤ 6 mois	5.55	2.0	M.	1.32	1.13	1.52	1.36
			ET	*0.35*	*0.42*	*0.44*	*0.45*
7-16 mois	11.74	3.0	M.	2.21	2.31	2.17	2.00
			ET	*0.67*	*0.84*	*0.62*	*0.67*
17-24 mois	21.07	3.5	M.	3.52	3.38	3.56	3.67
			ET	*0.35*	*0.54*	*0.39*	*0.34*
25-30 mois	27.48	4.0	M.	3.76	3.65	3.80	3.87
			ET	*0.27*	*0.47*	*0.28*	*0.21*

Tableau 29

Niveaux moyens obtenus par les enfants de notre cohorte à chaque temps (oral seul/tous modes de communication, lorsque nécessaire) et déviation par rapport au niveau moyen obtenu par la population d'étalonnage (noté « ET Norme »)

Sujets	Temps	Age	IS	*ET* Norme	AC	*ET* Norme	RC	*ET* Norme	Global	*ET* Norme
Timéo	T1	10.16	2.67	0.43	2.33	0.26	2.5	0.75	2.5	0.43
	T2	18.69	2.67	-1.31	3	-1.44	3	-1.97	2.88	-1.83
	T3	21.49	2.67	-1.31	1.33	-5.72	3	-1.97	2.25	-3.63
	T4	25.66	2.83	-1.74	2	-6.43	3.25	-2.95	2.63	-4.19
	T5	28.36	3.33	-0.68	3.33	-1.00	3.25	-2.95	3.31	-1.67
Diane	T1	10.79	2	-0.37	2.33	0.26	1.5	-0.75	2	-0.31
	T2	19.23	3.17	-0.39	3	-1.44	3	-1.91	3.06	-1.31
	T3	21.82	3	-0.70	3	-1.44	3	-1.97	3	-1.49
	T4	25.49	3.67	0.04	3.17/ 3.33	-2.25	3	-4.14	3.31/3.38	-1.67
	T5	28.72	3.83	0.38	3.17	-2.25	3.5	-1.76	3.5	-0.96
Eliott	T1	11.59	2	-0.37	2.33	0.26	1.5	-0.75	2	-0.31
	T2	19.59	2.67	-1.31	3	-1.44	3	-1.97	2.88	-1.83
	T3	22.72	3.17	-0.39	3	-1.44	3	-1.97	3.06	-1.31
	T4	26.00	3	-1.38	3	-2.86	3.25	-2.95	3.06	-2.59
	T5	28.75	3.33	-0.68	3/3.17	-2.86	3	-4.14	3.13/3.19	-2.33
Jeanne	T1	13.95	2.67	0.55	2.67	0.58	3	1.24	2.75	1.12
	T2	21.26	2	-2.56	3	-1.44	3	-1.97	2.63	-2.54
	T3	23.62	3	-0.70	2.83	-1.87	3	-1.97	2.94	-1.66
	T4	26.49	3.17	-1.02	3.33	-1.68	4	0.62	3.44	-1.19
	T5	29.52	3.83	0.38	3.83	0.11	4	0.62	3.88	0.44
Léo	T1	17.56	2.33	-1.94	2.67	-2.28	2.5	-1.17	2.5	-2.91
	T2	29.16	3.33	-0.68	3	-2.86	3	-0.87	3.13	-2.33
	T3	32.46	3.33	<	3.17	<	3/3.5	<	3.19/3.31	<
	T4	35.89	3.5	<	3.33	<	3.5	<	3.44	<
	T5	38.39	3.83	<	4	<	4	<	3.94	<
Maël	T1	25.46	3	-1.38	2.67	-4.04	2.5	-1.37	2.75	-3.74
	T2	34.00	3.5	<	3/3.17	<	3	<	3.19/3.25	<
	T3	36.79	3.33/3.67	<	3/3.17	<	3/3.25	<	3.13/3.38	<
	T4	39.98	3.33/3.5	<	3/3.5	<	3	<	3.13/3.38	<
	T5	43.52	3.67/3.83	<	3.33/3.83	<	3.5/3.75	<	3.5/3.81	<
Nadia	T1	36.85	3.17	<	2	<	3.25	<	2.75	<
	T2	43.23	4	<	3.17	<	3.25	<	3.5	<
	T3	45.75	3.67/3.83	<	3.33	<	3.75	<	3.56/3.63	<
	T4	49.72	3.67/3.83	<	3.33/3.5	<	4	<	3.63/3.75	<
	T5	52.03	3.67/4	<	3.67/3.83	<	3.75/4	<	3.69/3.94	<

Note. Niveaux colorés en gris clair : l'enfant a obtenu des items correspondant au niveau théorique attendu à son âge ; Niveaux en gris foncé : les enfants ont présenté des comportements d'un niveau supérieur à ceux attendus à leur âge. Cases blanches : le niveau optimal obtenu par les enfants est inférieur à ce qui est attendu pour leur âge.

II.5.2.1. Niveau communicatif précoce global

Lors du bilan pré-implant, les enfants les plus jeunes (Timéo, Diane, Eliott et Jeanne) présentent un niveau général de communication équivalent à celui présenté par la population d'étalonnage du test, représentant ici la norme (cf. Tableau 28). Un test de Wilcoxon appliqué à ce groupe d'enfants (sur les niveaux obtenus à l'oral seul) confirme notre observation (Wilcoxon, z=-.736 *p*=.46). Cette concordance des résultats entre les niveaux moyens enregistrés pour la population d'étalonnage de l'ECSP et ceux obtenus par les quatre enfants les plus jeunes de notre échantillon est retrouvée dans une moindre mesure entre T2 et T4 (respectivement, *p*=.066, *p*=.068, *p*=.068) et de manière plus franche à T5 (Wilcoxon, z=-1.46, *p*=.144). Il convient ici de nuancer cette affirmation puisque nous travaillons avec les niveaux de développement, et que ceux-ci sont affectés à des tranches d'âge relativement larges. Nous pouvons néanmoins conclure que ces enfants, tous implantés et activés avant 18 mois, ne semblent pas présenter de retard important dans le développement de leurs compétences communicatives, contrairement à Léo, Maël et Nadia (activés respectivement à 26,10 ; 30,72 et 39,70 mois), même si cela ne peut pas être testé puisque nous n'avons pas de norme correspondant à leur âge.

Nous pouvons remarquer que l'âge réel des enfants, tout comme leur âge à l'activation, ne sont pas corrélés aux niveaux moyens généraux obtenus par les enfants de notre cohorte aux différents temps post-activation (excepté à T3, r_s=.86, *p*<.02), alors qu'ils devraient l'être positivement puisque les niveaux moyens sont intrinsèquement liés à des tranches d'âge données. La corrélation retrouvée à T3 devra être abordée dans l'analyse des domaines, afin de voir quels items les enfants les plus grands (tous âgés de plus de 30 mois) réussissent à acquérir avant les enfants les plus jeunes (âgés entre 21 et 23 mois à ce temps précis). Pour le reste, les enfants implantés tardivement n'ont pas développé de compétences communicatives supérieures aux enfants implantés avant 18 mois, excepté à T2 et T3 (Mann-Whitney, limite de la significativité pour ces deux comparaisons : *p*=.057). Leur niveau général moyen à l'oral ne dépasse pas le niveau conventionnel verbal (Moyenne à T2=3,27 ; T3=3,29), soit l'utilisation d'un mot dans les situations de communication. En revanche, un niveau supérieur peut être atteint si l'on prend en compte tous leurs modes de communication.

Notons toutefois que si l'on compare, temps par temps, les résultats globaux des sept enfants regroupés avec et sans mode de communication augmentatif, aucune différence significative n'est retrouvée. Seule une différence sensible mais non significative est observée chez Maël (Wilcoxon par enfants avec et sans LSF/LPC, *p*=.066).

Synthèse :

La communication pré-verbale des enfants de notre cohorte implantés avant 18 mois n'est pas retardée par rapport à la population d'échantillonnage de l'ECSP contrairement à celle développée par les enfants les plus âgés de notre cohorte.

II.5.2.2. Interaction sociale

Les Tableaux 30 à 33 (ci-dessous) récapitulent les résultats obtenus à l'échelle d'interaction sociale, en indiquant les niveaux optimaux obtenus pour chaque série (réponse, initiation, maintien). Tous les résultats sont indiqués à l'oral seul dans un premier temps, puis tous modes de communication confondus (après le signe « / »). Un code couleur a également été mis en place : les niveaux colorés en gris clair indiquent que l'enfant a obtenu des items correspondant au niveau théorique attendu à son âge ; les niveaux en gris foncé signifient que les enfants ont présenté des comportements d'un niveau supérieur à ceux attendus à leur âge. Les autres cases laissées blanches indiquent que le niveau optimal obtenu par les enfants est inférieur à ce qui est attendu pour leur âge. Notons que nous n'avons pas coloré les scores des enfants ayant dépassé l'âge plafond (soit Eliott à partir de T3, Maël dès T2 et Nadia à tous les temps).

Tableau 30
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Réponse à l'Interaction Sociale

Réponse à l'interaction sociale (RIS)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	2	15,28	3	2	2	3,5
Diane	10,79	2	16,33	3,5	3	3,5	3,5
Eliott	11,59	2	16,52	3	3,5	3	3,5
Jeanne	13,95	3	18,85	3	3	3,5	3,5
Léo	17,56	2	26,10	3	3	3	3,5
Maël	25,46	3	30,72	3,5	3/3,5	3/3,5	3/3,5
Nadia	36,85	3	39,70	4	3/3,5	3/3,5	3/4

Tableau 31
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Initiation de l'Interaction Sociale

Initiation de l'interaction sociale (IIS)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3	15,28	3	3	3,5	3,5
Diane	10,79	2	16,33	3	3	4	4
Eliott	11,59	2	16,52	2	3	3	3,5
Jeanne	13,95	2	18,85	1	4	4	4
Léo	17,56	2	26,10	4	4	4	4
Maël	25,46	3	30,72	4	4	4	4
Nadia	36,85	3,5	39,70	4	4	4	4

Tableau 32
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Maintien l'Interaction Sociale

Maintien de l'interaction sociale (MIS)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3	15,28	2	3	3	3
Diane	10,79	2	16,33	3	3	3,5	4
Eliott	11,59	2	16,52	3	3	3	3
Jeanne	13,95	3	18,85	2	2	2	4
Léo	17,56	3	26,10	3	3	3,5	4
Maël	25,46	3	30,72	3	3/3,5	3	4
Nadia	36,85	3	39,70	4	4	4	4

Tableau 33
Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle d'Interaction Sociale à chaque temps

Interaction sociale							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3 2,67	15,28	3 2,67	3 2,67	3,5 2,83	3,5 3,33
Diane	10,79	2 2	16,33	3,5 3,17	3 3	4 3,67	4 3,83
Eliott	11,59	2 2	16,52	3 2,67	3,5 3,17	3 3	3,5 3,33
Jeanne	13,95	3 2,67	18,85	3 2	4 3	4 3,17	4 3,83
Léo	17,56	3 2,33	26,10	4 3,33	4 3,33	4 3,5	4 3,83
Maël	25,46	3 3	30,72	4 3,5	4 3,33/3,67	4 3,33/3,5	4 3,67/3,83
Nadia	36,85	3,5 3,17	39,70	4 4	4 3,67/3,83	4 3,67/3,83	4 3,67/4

Note. Une distinction est faite entre le niveau optimal (indiqué en haut de la case) et le niveau moyen (indiqué en bas de la case).

II.5.2.2.1. Rapport à la norme

Rappelons avant toute chose que seuls ont été considérés ici les résultats des enfants ne plafonnant pas en terme d'âge, soit les résultats de 6 enfants à T1, 5 enfants à T2 et 4 enfants pour les autres temps. On observe ici que les performances moyennes des enfants de notre échantillon réduit aux différentes séries de l'échelle d'interaction sociale sont le plus souvent significativement inférieures à la norme théorique (Wilcoxon, $p<.05$), excepté pour :

- RIS à T3 (n=4) : z=-1.63, p=.102
- RIS à T4 (n=4) : z=-1.84, p=.066
- IIS à T2 (n=5) : z= -1.84, p=.066
- IIS à T3 (n=4) : z=-1.00, p=.317

- IIS à T4 (n=4) : z= -1.34, p=.180
- IIS à T5 (n=4) : z=-1.41, p=.157
- MIS à T1 (n=6) : z=-1.63, p=.102
- MIS à T4 (n=4) : z=-1.84, p=.066
- MIS à T5 (n=4) : z=-1.41, p=.157

Les capacités d'initiation de l'interaction sociale des enfants de notre échantillon tendent à être préservées à tous les temps post-implantation. Ils semblent avoir plus de facilités à initier les échanges qu'à y répondre ou à les maintenir. Leurs capacités de réponse à l'interaction sont en effet plus fluctuantes en fonction des temps d'évaluation : les enfants semblent présenter des performances de réponse à l'interaction sociale retardées en pré-implant. Ce retard tend à se combler après six mois d'expérience auditive, mais chuter à nouveau à 12 mois post-activation, les enfants ne réussissant pas à obtenir d'items du niveau symbolique (niveau 4). Seule Nadia (non insérée dans les analyses statistiques, car âgée de plus de 30 mois dès T1) réussit à obtenir un item de niveau 4 en RIS, via l'utilisation de la LSF. Leurs capacités de maintien de l'interaction, pour leur part, sont proches de la norme en pré-implant, et chutent ensuite. Maintenir l'interaction devient alors plus complexe pour les enfants jusqu'à 9 mois post-activation, où l'on voit leurs résultats à nouveau converger vers la norme théorique, tendance qui se confirme à 12 mois post-activation. Certains enfants semblent donc être en mesure de rattraper leur retard dans ce domaine.

Afin de mieux comprendre le développement individuel de chaque enfant, le lecteur peut se reporter aux Annexes où les profils individuels sont représentés graphiquement pour chacune des séries (cf. Annexe 9).

II.5.2.2.2. Les rôles interactifs

Une comparaison des niveaux obtenus par les enfants dans chaque série nous permet d'observer la répartition des rôles interactifs dans le développement des sept enfants de notre échantillon à chaque temps. Nous observons que les enfants obtiennent un niveau de développement significativement plus élevé en initiation qu'en réponse à l'interaction sociale dès 6 mois post-activation (Wilcoxon, T3 : p=.035, T4 : p=.026, T5 : p=.038). En effet, si les compétences de réponse à l'interaction développées par les enfants s'améliorent significativement entre T1 et T2 (Wilcoxon, p=.024), elles évoluent plus lentement par la suite.

Les capacités d'initiation de l'interaction des enfants à 9 mois post-activation sont également significativement supérieures à celles obtenues pour le maintien de celle-ci (Wilcoxon, p=.039).

II.5.2.2.3. Corrélations avec l'âge

Les performances moyennes obtenues par les enfants à l'échelle d'interaction sociale (*n*=7) ne sont pas corrélées avec l'âge réel des enfants alors qu'elles le devraient (et donc également avec l'âge à l'activation, puisque nous réalisons des corrélations par rangs de Spearman), sauf à T3 (r_s=.82, *p*=.024). Cette observation concorde avec celle réalisée avec les niveaux moyens globaux de communication. L'analyse des résultats partiels met également en évidence que la plupart des performances des enfants ne sont pas corrélées à leur âge réel, excepté pour :

- Les capacités de réponse à l'interaction sociale à T1 (r_s=.87, *p*=.012) et à T5 (r_s=-.79, *p*=.034). Plus les enfants sont âgés, mieux ils répondent à l'interaction proposée par l'adulte à T1. En revanche, à T5, les capacités sont inversement corrélées à l'âge réel et à l'âge à l'activation : plus les enfants sont jeunes et ont été implantés tôt, mieux ils répondent à l'interaction sociale à l'oral seul. Néanmoins, les enfants les plus âgés atteignent le même niveau que ces derniers s'ils utilisent la LSF pour répondre aux échanges avec l'adulte (cf. Tableau 30).
- Les capacités d'initiation de l'interaction sociale à T3 (r_s=.87, *p*=.012) : les enfants les plus grands de notre cohorte ont tous acquis, à T3, un niveau symbolique leur permettant d'engager l'adulte dans un jeu de faire-semblant avec un objet de substitution (item de niveau 4, ne nécessitant pas de compétences langagières). Chez les plus jeunes, seule une enfant à T3 obtient un item de niveau 4, qu'elle conservera par la suite : il s'agit de l'item verbal « appelle par son nom l'adulte qui est hors de la pièce ». Néanmoins, elle n'a aucun item de niveau 3,5 (conventionnel verbal). Cette production est donc relativement isolée. Les autres enfants plus jeunes voient leur niveau se stabiliser à un niveau 3, conventionnel gestuel.

Synthèse :

- Les capacités d'interaction sociale moyennes des enfants de notre cohorte sont le plus souvent significativement inférieures à la norme théorique de l'échelle.
- Cependant, lorsque l'on s'intéresse aux rôles interactifs pris par les enfants, nous constatons, que :
  - l'initiation de l'interaction semble être préservée, en moyenne, à tous les temps post-activation.
  - En revanche, les enfants semblent avoir plus de difficultés pour répondre à l'interaction : 12 mois après l'activation de leur implant, ils ne réussissent pas à obtenir les items du niveau symbolique (niveau 4). L'âge à l'activation est inversement corrélé avec les capacités des enfants à ce temps : plus les enfants sont jeunes et ont été implantés tôt, mieux ils répondent à l'interaction sociale à l'oral seul. Cependant, l'usage d'un mode de communication augmentatif compris par l'enfant permet aux plus grands d'atteindre le même niveau que les autres enfants de notre cohorte.
  - Enfin, leurs capacités de maintien de l'interaction semblent fluctuer : s'ils sont capables de maintenir les interactions en pré-implant, leurs compétences moyennes ont tendance à stagner après l'implantation, jusqu' à 9 mois post-activation, période à laquelle certains enfants rattrapent leur retard dans ce domaine.

II.5.2.3. Attention conjointe

Comme pour l'interaction sociale, un tableau récapitule les résultats partiels et globaux des enfants de notre échantillon pour cette échelle. Les mêmes règles de présentation ont été conservées.

Tableau 34
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Réponse à l'Attention Conjointe

Réponse à l'attention conjointe (RAC)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	2	15,28	3	3	1	3
Diane	10,79	3	16,33	3	3	3,5	4
Eliott	11,59	3	16,52	3	3	3	3
Jeanne	13,95	3	18,85	3	3,5	3,5	4
Léo	17,56	3	26,10	3	3	3,5	4
Maël	25,46	3	30,72	3	3	3/3,5	4
Nadia	36,85	3	39,70	3	3	3/3,5	3,5/4

Tableau 35
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Initiation de l'Attention Conjointe

Initiation de l'attention conjointe (IAC)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3	15,28	3	1	3	4
Diane	10,79	2	16,33	3	3	3/3,5	3,5
Eliott	11,59	2	16,52	3	3	3	3/3,5
Jeanne	13,95	3	18,85	3	3	3	3,5
Léo	17,56	3	26,10	3	3,5	3,5	4
Maël	25,46	3	30,72	3/3,5	3/3,5	3/3,5	3/3,5
Nadia	36,85	3	39,70	3,5	4	3,5	4

Tableau 36
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Maintien de l'Attention Conjointe

Maintien de l'attention conjointe (MAC)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	2	15,28	3	0	2	3
Diane	10,79	2	16,33	3	3	3	2
Eliott	11,59	2	16,52	3	3	3	3
Jeanne	13,95	2	18,85	3	2	3,5	4
Léo	17,56	2	26,10	3	3	3	4
Maël	25,46	2	30,72	3	3	3/3,5	3/4
Nadia	36,85	0	39,70	3	3	3,5	3,5

Tableau 37
Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle d'Attention Conjointe à chaque temps

Attention conjointe							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3 2,33	15,28	3 3	3 1,33	3 2	4 3,33
Diane	10,79	3 2,33	16,33	3 3	3 3	3,5 3,17/3,33	4 3,17
Eliott	11,59	3 2,33	16,52	3 3	3 3	3 3	3/3,5 3/3,17
Jeanne	13,95	3 2,67	18,85	3 3	3,5 2,83	3,5 3,33	4 3,83
Léo	17,56	3 2,67	26,10	3 3	3,5 3,17	3,5 3,33	4 4
Maël	25,46	3 2,67	30,72	3/3,5 3/3,17	3/3,5 3/3,17	3/3,5 3/3,5	4 3,33/3,83
Nadia	36,85	3 2	39,70	3,5 3,17	4 3,33	3,5 3,33/3,5	4 3,67/3,83

Note. Une distinction est faite entre le niveau optimal (indiqué en haut de la case) et le niveau moyen (indiqué en bas de la case).

II.5.2.3.1. Rapport à la norme

Les tests de Wilcoxon, réalisés entre les performances globales des enfants de moins de 30 mois à chaque temps (niveau optimal et niveau médian) et la norme (population d'étalonnage et norme théorique), ne mettent pas en évidence de différence significative entre les performances des enfants et la norme, excepté à T2 (cf. Tableau 38). Trois mois post-activation, les performances des enfants de notre cohorte sont alors significativement inférieures à la norme (population d'étalonnage et norme théorique). En effet, alors que Timéo, Diane, Eliott et Jeanne devraient présenter des capacités de niveau conventionnel verbal (niveau 3,5) et que Léo devrait être entré dans le niveau symbolique (niveau 4), tous présentent un niveau d'attention conjointe conventionnel gestuel (niveau 3). Les deux autres enfants, non intégrés dans l'analyse statistique puisqu'âgés de plus de 30 mois lors de l'évaluation, présentent également un niveau conventionnel gestuel en réponse et en maintien de l'attention conjointe, mais réussissent à obtenir le niveau conventionnel verbal (avec l'apport de la LSF pour Maël) en initiation de l'attention conjointe.

Tableau 38
Niveaux d'Attention Conjointe (AC) obtenus par les enfants de notre cohorte à T2, ainsi que par la population d'étalonnage et norme théorique

	Niveau d'AC Enfants implantés (*n*=5)		**Niveaux d'AC population d'étalonnage**		**Niveaux d'AC norme théorique**	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Niveau optimal AC T2	3*	0	3.43	.12	3.6	.22
Niveau moyen AC T2	3*	0	3.43	.12	3.6	.22

Note. Test de Wilcoxon, * p <.05.

II.5.2.3.2. Développement des rôles interactifs

Une comparaison des niveaux obtenus dans chaque série à chaque temps montre que les performances des sept enfants de notre échantillon se répartissent différemment en fonction du rôle qu'ils ont dans les interactions. Les enfants maintiennent significativement moins l'attention à T1 qu'ils ne répondent aux sollicitations d'attention conjointe proposées par l'adulte (Wilcoxon, p=0.20) ou même qu'ils ne l'initient (Wilcoxon, p=0.34). Les capacités de maintien de l'attention conjointe augmentent significativement à T2 (Wilcoxon entre MAC à T1 et MAC à T2, p=.011). Cette différence n'est alors plus observée statistiquement en post-implantation (Wilcoxon, NS pour toutes les comparaisons).

En revanche, une amélioration notable dans le niveau de capacité des enfants à répondre et à initier l'attention conjointe est observée entre T4 et T5 (respectivement, p=.024, et p=.034).

II.5.2.3.3. Corrélations avec l'âge

Comme pour l'échelle d'interaction sociale, les performances moyennes obtenues par les enfants à l'échelle d'attention conjointe (*n*=7) ne sont pas corrélées avec l'âge réel des enfants, et ce à aucun des temps. L'âge à l'activation n'est pas non plus corrélé avec les performances globales d'attention conjointe obtenues par les enfants de notre échantillon entre T2 et T5.

Cette tendance est confirmée par l'analyse des niveaux partiels : seules les capacités de maintien de l'attention 9 mois post-activation semblent corrélées à l'âge à l'activation des enfants (r_s=.78, *p*= .040) : plus les enfants sont implantés tardivement, plus ils obtiendraient à T4, un niveau de performances élevé pour le maintien de l'attention conjointe. Cette observation sera à nuancer dans la discussion, au vu des performances réelles observées chez les enfants (Tableau 36). Les graphiques représentant l'évolution des capacités des enfants temps par temps nous permettent également de mieux appréhender les différences interindividuelles de capacités observées chez les enfants (Annexe 9).

Synthèse :

- Les enfants de notre cohorte ont des performances en attention conjointe non significativement différentes de la norme, excepté à T2 où elles en sont significativement inférieures (moyenne de notre cohorte=3 ; moyenne population d'étalonnage=3,43 ; moyenne théorique=3,6). En effet, à 3 mois post-activation, tous les enfants de notre cohorte obtiennent le niveau « conventionnel gestuel » quel que soit leur âge chronologique.

- Une analyse des rôles interactifs met en évidence que :
  - Le maintien de l'attention conjointe est complexe pour les enfants de notre cohorte en pré-implant. Leurs capacités augmentent par contre juste après l'activation (différence significative entre T1 et T2) ;
  - Une amélioration notable du niveau d'initiation et de réponse à l'attention conjointe est également retrouvée entre T4 et T5.

II.5.2.4. Régulation du comportement

Tableau 39
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Réponse à la Régulation du Comportement

Réponse à la régulation du comportement (RRC)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	2	15,28	3	3	3,5	3,5
Diane	10,79	1	16,33	3	3	3	4
Eliott	11,59	1	16,52	3	3	3,5	3
Jeanne	13,95	3	18,85	3	3	4	4
Léo	17,56	2	26,10	3	3	3,5	4
Maël	25,46	2	30,72	3	3	3	3/3,5
Nadia	36,85	3,5	39,70	3,5	3,5	4	3,5

Tableau 40
Niveaux obtenus par les enfants pour la série Initiation de la Régulation du Comportement

Initiation de la régulation du comportement (IRC)							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3	15,28	3	3	3	3
Diane	10,79	2	16,33	3	3	3	3
Eliott	11,59	2	16,52	3	3	3	3
Jeanne	13,95	3	18,85	3	3	4	4
Léo	17,56	3	26,10	3	3/4	3,5	4
Maël	25,46	3	30,72	3	3/3,5	3	4
Nadia	36,85	3	39,70	3	4	4	4

Tableau 41
Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle de Régulation du Comportement à chaque temps

Régulation du comportement							
Sujets	**Age bilan pré-IC**	**T1**	**Age activation**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	10,16	3 2,5	15,28	3 3	3 3	3,5 3,25	3,5 3,25
Diane	10,79	2 1,5	16,33	3 3	3 3	3 3	4 3,5
Eliott	11,59	2 1,5	16,52	3 3	3 3	3,5 3,25	3 3
Jeanne	13,95	3 3	18,85	3 3	3 3	4 4	4 4
Léo	17,56	3 2,5	26,10	3 3	3/4 3/3,5	3,5 3,5	4 4
Maël	25,46	3 2,5	30,72	3 3	3/3,5 3/3,25	3 3	4 3,5/3,75
Nadia	36,85	3,5 3,25	39,70	3,5 3,25	4 3,75	4 4	4 3,75/4

Note. Une distinction est faite entre le niveau optimal (indiqué en haut de la case) et le niveau moyen (indiqué en bas de la case).

II.5.2.4.1. Rapport à la norme

Le niveau moyen obtenu par les enfants de notre cohorte, âgés de moins de 30 mois à chaque temps à l'échelle de régulation du comportement est :

- Non significativement différent du niveau obtenu par les enfants de la population d'étalonnage (Wilcoxon, NS), mais significativement inférieur à la norme théorique (Wilcoxon, z= -2.220, *p*=.026) lors du bilan pré-implant (*n*=6).
- Significativement inférieur à la norme théorique et au niveau obtenu par la population d'étalonnage à T2 (*n*=5) et T3 (*n*=4), (Wilcoxon, *p*<.05 pour toutes les comparaisons).
- Non significativement différent du niveau obtenu par les enfants de la population d'étalonnage et de la norme théorique à T4 (*n*=4) et T5 (*n*=4) (Wilcoxon, NS pour toutes les comparaisons).

L'analyse des niveaux partiels met en évidence que les capacités des enfants de notre cohorte sont :

- Significativement inférieures à la norme théorique à T1 en RRC (Wilcoxon, z=-2.060, *p*=.039), mais pas en IRC (Wilcoxon, *p*=.102).
- Significativement inférieures à la norme théorique pour les deux rôles interactifs que sont la réponse et l'initiation à T2 et T3 (Wilcoxon, *p*<.05 pour les deux comparaisons).
- Non significativement différentes de la norme théorique à T3 et à T4 pour la réponse à la régulation de leur comportement (Wilcoxon, respectivement *p*=102 et *p*=0.83), ainsi que pour l'initiation de la régulation du comportement de l'adulte (Wilcoxon, respectivement *p*=.180 et *p*=.083).

Ces performances et leur évolution par rapport à la norme pourront être mieux appréciées à l'aide des graphiques situés en Annexe 9.

II.5.2.4.2. Développement des rôles interactifs

Les enfants semblent, lors du bilan pré-implant, présenter un meilleur niveau d'initiation de la régulation du comportement de l'adulte que de réponse à la régulation de leur propre comportement (Wilcoxon, z=-2.111, *p*=.035), les items de réponse à la régulation de leur comportement impliquant plus de compétences verbales en réception. La majorité des enfants (5 enfants sur les 7) atteignent un niveau conventionnel gestuel en initiation : ils sont alors en mesure d'obtenir des objets ou le fonctionnement de ceux-ci en indiquant, à l'aide de gestes et de regards ce qu'ils veulent à l'adulte. En revanche, aucun enfant, même parmi les plus âgés, ne produit encore de mots pour réguler le comportement des adultes. Ils peuvent donc, quel que soit leur âge, se faire comprendre grâce à l'utilisation d'autres modes de communication (vocalisations, regards, gestes familiers ou conventionnels). En revanche, on note une grande variabilité interindividuelle dans leurs compétences à modifier leur propre comportement à partir de consignes (*M*=2,07 ;

ET=0,93 ; [min;max]=[1;3,5]), et ce, même pour les enfants ayant été rencontrés à un âge relativement homogène (entre 10 et 13 mois : *n*=4 ; *M*=1,75 ; *ET*=0,96). Si une enfant (Jeanne), obtient, en pré-implant un niveau de réponse à la régulation du comportement conforme à ce qui est attendu pour son âge, les autres semblent très chutés.

Les niveaux obtenus en initiation et en réception sont malgré tout liés (r_s=.83, *p*=.021) : les enfants présentant, en pré-implant, les meilleurs scores en initiation de la régulation du comportement sont aussi ceux qui présentent les résultats les plus hauts en réponse à la régulation proposée par l'adulte. Cette différence de niveau entre les rôles interactifs au sein de chaque temps n'est pas observée aux temps ultérieurs, post-activation.

En ce qui concerne l'évolution du niveau des rôles interactifs d'une évaluation à l'autre, aucune différence significative pour les capacités d'IRC n'est à noter. En revanche, nous observons que les compétences de réponse à la régulation du comportement présentées par les enfants de notre échantillon semblent évoluer par paliers (cf. Tableaux 39 à 41, ci-avant). Leurs capacités à T1 sont significativement moins importantes qu'à T2 (Wilcoxon, z=-2.070, *p*=.038), stagnent entre T2 et T3 (Wilcoxon, z=.000, *p*=1), et progressent à nouveau entre T3 et T4 (Wilcoxon, z=-2.121, *p*=.034), pour atteindre un second palier ensuite pour la majorité des enfants (cf. Tableau 42).

Tableau 42
Moyenne des niveaux obtenus par les sept enfants de notre cohorte à chaque temps

	Moyenne	*Ecart-type*
RRC T1	2.07	.93
RRC T2	3.07	.19
RRC T3	3.07	.19
RRC T4	3.50	.41
RRC T5	3.57	.45

Note. Test de Wilcoxon, * *p* <.05.

Ces deux paliers correspondent à l'acquisition du niveau 3 (conventionnel gestuel) pour l'ensemble des enfants à T2 et à l'entrée dans le niveau conventionnel verbal à T4, soit neuf mois post-activation.

II.5.2.4.3. Corrélations avec l'âge

Là encore, les performances moyennes obtenues par les enfants à cette échelle (*n*=7) ne sont pas corrélées avec l'âge réel des enfants, et ce à aucun des temps. L'âge à l'activation n'est pas non plus corrélé avec les performances globales d'attention conjointe obtenues par les enfants de notre cohorte aux quatre temps post-activation. L'analyse des niveaux partiels montre que seules les capacités d'initiation de régulation du comportement à T5 sont corrélées à l'âge réel des enfants (r_s=.87, *p*=.012) : plus ils sont âgés, plus ils obtiennent un niveau élevé d'IRC. Ils commencent alors à demander des objets cachés ou à utiliser une

combinaison de deux mots pour demander quelque chose, de l'aide ou refuser un objet, ce qui leur permet d'obtenir le niveau 4 (niveau symbolique), au contraire des trois enfants les plus jeunes qui n'arrivent pas à dépasser le niveau conventionnel gestuel.

Synthèse :

- Les enfants ont plus de facilités à initier la régulation du comportement qu'à y répondre en pré-implant.
- Mais capacités d'IRC et capacités de RRC semblent alors liées : en effet, les enfants présentant les meilleurs scores en initiation de la régulation du comportement en pré-implant, sont aussi ceux qui présentent les résultats les plus élevés en réponse à la régulation proposée par l'adulte.
- L'évolution de la réponse à la régulation du comportement semble être réalisée par paliers : à 3 mois post-activation les enfants entrent dans le niveau conventionnel gestuel puis à 9 mois post-activation, leurs capacités sont suffisantes pour qu'ils puissent obtenir le niveau conventionnel verbal.
- En ce qui concerne leurs capacités d'initiation de la régulation, seuls les enfants les plus âgés arrivent à obtenir le niveau symbolique à 12 mois post-activation. Les autres enfants restent au niveau conventionnel gestuel.

II.5.3. Evaluation du développement perceptif des sons du quotidien

II.5.3.1. Groupe contrôle d'enfants entendants

II.5.3.1.1. Nombre de sons détectés et localisés

Dix-huit sons ont été proposés aux enfants. Pour rappel, les sons considérés comme perçus sont ceux pour lesquels nous avons pu enregistrer une réaction de l'enfant, quelle qu'elle soit, en lien avec le son.

Dans le Tableau 45 (p. 145), nous pouvons trouver les 18 sujets contrôles et leurs résultats globaux. Les enfants entendants, âgés en moyenne de 31,41 mois détectent en moyenne 14,83 sons (*ET*=2,66) (Tableau 43).

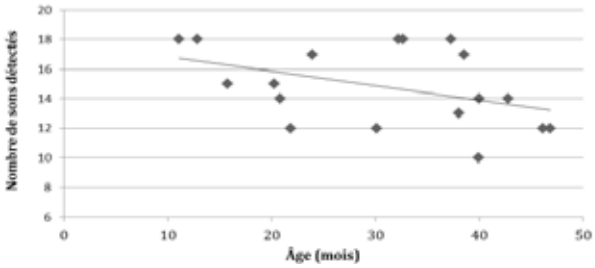
Tableau 43
Moyennes (et écarts-types) de sons détectés et localisés pour le groupe contrôle

	Âge	Nombre de sons détectés	Nombre de sons localisés
Moyenne	31.41	14.83	8.22
Ecart-type	10.86	2.66	3.87

Le nombre de sons détectés, ou du moins ceux pour lesquels on observe une réaction au son, semble faiblement corrélé avec l'âge des enfants (r_s=-.48, *p*=.045).

Tableau 44
Corrélation par rangs de Spearman entre l'âge réel des enfants et le nombre de sons détectés et localisés

		Détectés	Localisés
Âge	Coefficient de corrélation	-.479*	-.140
	p	.045	.579



En ce qui concerne les capacités de localisation du son, les enfants ont manifesté des comportements nous permettant de conclure à une localisation juste des sons pour 8,22 sons en moyenne (*ET*=3,87), et aucune corrélation avec l'âge n'apparaît (cf. Tableaux 43 et 44).

Tableau 45

Nombre de sons du quotidien détectés et localisés par les enfants entendants de notre groupe contrôle exprimés en nombre d'occurrences et en pourcentage, et pourcentage du nombre de sons localisés par rapport aux sons détectés

Sujets	**BZ**	**LM**	**VH**	**LE**	**BU**	**OB**	**FL**	**TL2**	**AM**	**LK**	**BJ**	**LA**	**CR**	**LY**	**BH**	**TL3**	**BG**	**TL1**
Age	11.07	12.89	15.79	20.26	20.85	21.82	23.92	30.16	32.2	32.66	37.3	38.03	38.52	39.95	40	42.75	46.16	46.82
Détectés	18	18	15	15	14	12	17	12	18	18	18	13	17	10	14	14	12	12
Localisés	10	12	12	4	7	9	1	6	15	5	13	9	9	7	11	1	10	7
% sons détectés:	100	100	83	83	78	67	94	67	100	100	100	72	94	56	78	78	67	67
% sons localisés:	56	67	67	22	39	50	6	33	83	28	72	50	50	39	61	6	56	39
% sons $\frac{localisés}{détectés}$	56	67	80	27	50	75	6	50	83	28	72	69	53	70	79	7	83	58

Tableau 46

Nombre de sujets ayant détecté et localisé chaque son, exprimé en pourcentage (sons présentés dans l'ordre de passation)

Sons																		
% Détecté	89	89	89	89	100	67	83	94	94	67	72	78	94	67	89	89	67	67
% Localisé	61	61	39	67	83	22	50	67	56	33	22	39	67	17	33	44	44	17
Ordre détection	3	3	3	3	1	7	4	2	2	7	6	5	2	7	3	3	7	7
Ordre localisation	3	3	7	2	1	9	5	2	4	8	9	7	2	10	8	6	6	10

II.5.3.1.2. Type de sons détectés

Le Tableau 46 (page précédente), présente le nombre de détections et de localisations observées par tous les enfants du groupe contrôle pour chacun des 18 sons. Une analyse a ensuite été menée en regroupant ces sons par classes sémantiques *a priori*. Le nombre de réactions aux sons diffère alors : nous observons significativement plus de réactions de détection pour les vocalisations non-linguistiques humaines que pour les sons musicaux (Tableau 47). Par ailleurs, pour la localisation, nous pouvons noter que les sons musicaux sont moins souvent localisés que les sons de l'environnement, eux-mêmes moins souvent localisés que les vocalisations non-linguistiques humaines (Tableau 47).

Tableau 47
Nombre moyen (et écart-type) de sons détectés et localisés, en fonction de leur catégorie sémantique d'appartenance

	Sons détectés	**Sons localisés**
***M* (écart-type) NLH**	5.28 (.89)	3.61 (1.69)
***M* (écart-type) Musique**	4.56 (1.38)	1.89 (1.60)
***M* (écart-type) Env. T2**	5.00 (.97)	2.72 (1.23)
***p*-value* NLH/Musique**	.022	.001
***p*-value* NLH/Env.**	.218	.020
***p*-value* Musique/Env.**	.136	.033

*Test de Wilcoxon, si significativité <0.05 existence d'un lien significatif.
Note. Catégories sémantiques d'appartenance : vocalisations non-linguistiques humaines, noté « NLH », sons d'instruments de musique, ou sons de l'environnement, noté « Env. ».

Synthèse :

- En moyenne, 82% des sons ont été détectés par notre groupe contrôle et 46% ont été bien localisés.
- Les sons de vocalisations non-linguistiques humaines sont significativement mieux détectés que les sons musicaux.
- Les sons musicaux sont également moins souvent localisés que les sons de l'environnement, eux-mêmes moins souvent localisés que les vocalisations non-linguistiques humaines.
- L'âge chronologique des enfants de notre groupe contrôle est négativement corrélé au nombre de sons auxquels ils ont réagi au cours de la tâche : plus les enfants sont âgés, moins ils réagissent aux sons. En revanche, aucune corrélation n'est retrouvée en ce qui concerne les capacités de localisation des enfants.

II.5.3.2. Cohorte d'enfants sourds

II.5.3.2.1. Nombre de sons détectés et localisés

Nous pouvons observer (Tableaux 48 et 49) une augmentation significative du nombre de sons détectés dès 3 mois post-implantation (Wilcoxon, comparaisons significatives entre le nombre de sons perçus lors du bilan pré-implant et ceux lors des bilans post-activation, $p<.05$).
En revanche, contre toute attente, l'âge d'activation est corrélé significativement avec le nombre de sons perçus à 12 mois post-implantation ($r_s=.901$, $p<.01$) : plus les enfants ont été implantés tardivement, plus ils détecteraient les sons du quotidien à T5 (Figure 23).

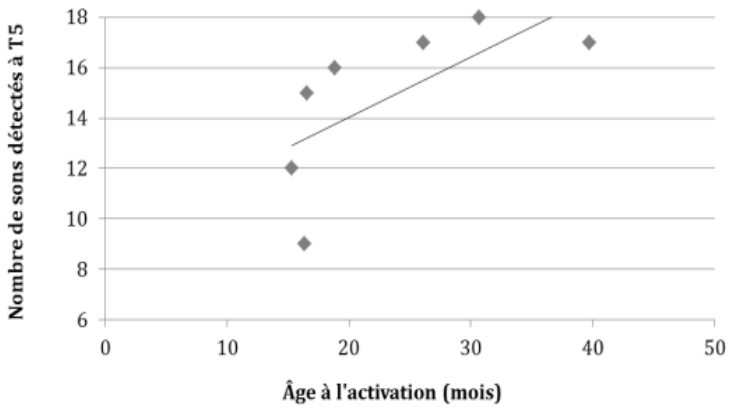


Figure 23. Corrélation entre l'âge à l'activation de l'implant et le nombre de sons détectés à 12 mois post-activation.

La localisation quant à elle est plus fluctuante. Le nombre de sons moyen localisés évolue peu entre T1 et T3, et n'est pas stable : un enfant qui semble localiser à un temps donné (i.e. regarder dans la direction de l'enceinte source, se déplacer vers celle-ci ou la pointer) ne montre pas forcément de signes de localisation aux temps ultérieurs. Cependant, le nombre total de sons localisés, tous enfants confondus, est significativement plus important à T4 ($n=11$) qu'à T1 ($n=2$) ou à T2 ($n=1$) (Wilcoxon, respectivement $p<.038$ et $p<.039$). Cette différence ne se retrouve pas à T5, où le nombre de sons pour lesquels on observe une manifestation de localisation décroit de manière importante, pour atteindre le même nombre qu'à T1. Aucune corrélation avec l'âge à l'implantation n'est observée.

Si l'on s'intéresse aux performances individuelles des enfants, Jeanne détecte, au global, significativement plus de sons que Timéo (Wilcoxon, $p=.043$) et que Diane (Wilcoxon, $p=.042$). Les autres comparaisons entre enfants aux cinq temps sont non significatives.

Tableau 48
Nombre de sons du quotidien détectés et localisés par les enfants implantés de notre échantillon à chaque temps

	Perçus					Localisés				
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Timéo	2	10	2	7	12	0	0	0	0	0
Diane	1	4	11	13	9	0	0	0	0	0
Eliott	2	12	9	15	15	1	0	0	4	0
Jeanne	7	11	16	15	16	0	0	2	3	0
Léo	2	13	9	11	17	0	0	0	1	0
Maël	1	7	4	14	18	0	0	1	1	2
Nadia	6	8	10	12	17	1	1	0	2	0
Total	21	65	61	87	104	2	1	3	11	2
% sons localisés par rapport aux sons détectés :						2%	1%	2%	9%	2%
Médiane	2	10	9	13	16	0	0	0	1	0
Centile 25	1	7	4	11	12	0	0	0	0	0
Centile 75	6	12	11	15	17	1	0	1	3	0
Moyenne	3	9.29	8.71	12.43	14.86	.29	.14	.43	1.57	.29
Ecart-type	2.45	3.15	4.61	2.82	3.24	.49	.38	.79	1.51	.76

Tableau 49
Comparaison du nombre de sons perçus à chaque temps

	z* (sons détectés)	***p*-value*** (sons détectés)
Comparaison entre T1 et T2	-2.366	0.018
Comparaison entre T1 et T3	-2.207	0.027
Comparaison entre T1 et T4	-2.371	0.018
Comparaison entre T1 et T5	-2.366	0.018
Comparaison entre T2 et T5	-2.371	0.018
Comparaison entre T3 et T4	-2.213	0.027
Comparaison entre T3 et T5	-1.992	0.046

Note. Ne sont présentés ici que les résultats significatifs. Lorsqu'aucune différence majeure n'existait entre QDL oral et le QDL tous modes de communication, rien n'a été indiqué. Sinon, cela est stipulé en deuxième instance.
*Test de Wilcoxon, si $p<.05$, existence d'un lien significatif.

II.5.3.2.2. Evolution de la détection des sons

Quels sont les sons le plus facilement détectables ? Pour répondre à cette interrogation, nous avons observé l'évolution de la détection de chaque son dans le temps (de trois mois post-activation à 12 mois post-activation) :

- premier temps d'évaluation où l'on a observé les réactions d'au moins un enfant au son ;
- dernier temps d'évaluation où l'on observe, pour la première fois, une réaction à ce son pour un des enfants ;
- temps d'évaluation moyen de détection pour chaque son.

Ces trois informations sont reportées Tableau 50 respectivement sous les intitulés « Minimum », « Maximum », et « Moyen ». La mention « Jamais » a été portée, lorsqu'au moins un des enfants n'a jamais présenté de réaction au son correspondant.

Tableau 50
Temps d'observation où chaque son a été détecté pour la première fois (en moyenne, au plus tôt et au plus tard)

Sons (dans l'ordre de présentation)	**Temps d'apparition**		
	Moyen	**Minimum**	**Maximum**
Rire femme	T3	T1	T5
Batterie	T3	T2	T5
Sonnette	T3	T1	T4
Toux femme	T3	T2	T4
Bruit de porte	T3	T1	T5
Timbale	T3	T2	T4
Froissement de papier	T3	T1	T5
Babillage	T3	T1	T4
Bâillement homme	T3	T2	T5
Klaxon	T2	T1	T2
Oiseau	T2	T1	T4
Contrebasse	T2	T1	T5
Pleurs de bébé	T2	T1	T2
Tuba	T2	T1	T4
Violon	T3	T2	T5
Vache	T2	T1	T3
Toux homme	T3	T2	Jamais
Flûte traversière	T2	T1	Jamais

Nous observons ici que le klaxon, l'oiseau, la contrebasse, les pleurs de bébés, le tuba, la vache et la flûte traversière sont en moyenne détectés trois mois après l'activation de l'implant, alors que tous les autres sont en moyenne détectés à T3 (cf. Tableau 50).

Cependant, nous observons une grande variabilité dans le nombre de sujets ayant détecté et localisé chacun de ces sons à chaque temps (cf. Tableau 51).

Tableau 51
Nombre de sujets ayant détecté et localisé chacun des 18 sons à chaque temps (en %)

	Détectés					**Localisés**				
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
Rire femme	29	43	43	57	86	0	0	0	29	0
Batterie	0	29	71	71	71	0	0	0	29	0
Sonnette	29	14	71	86	71	0	0	0	0	0
Toux femme	0	71	43	100	71	0	0	0	14	0
Bruit porte	14	43	57	71	100	0	0	0	0	0
Timbale	0	43	43	71	100	0	0	0	14	0
Froissement de papier	14	43	43	71	71	0	14	0	14	0
Babillage	14	57	43	86	86	0	0	14	14	0
Bâillement homme	0	14	43	71	71	0	0	0	0	0
Klaxon	29	100	43	86	86	14	0	0	0	0
Oiseau	57	57	43	71	100	0	0	14	0	0
Contrebasse	29	57	71	71	86	14	0	0	0	0
Pleurs de bébé	29	100	86	86	100	0	0	0	0	0
Tuba	14	43	57	86	86	0	0	14	29	14
Violon	0	57	57	43	86	0	0	0	0	0
Vache	14	86	29	29	71	0	0	0	0	0
Toux homme	0	43	29	57	71	0	0	0	14	14
Flûte traversière	29	29	0	29	71	0	0	0	0	0

Afin d'essayer de comprendre pourquoi certains sons ont été détectés avant les autres (cf. Tableau 50), nous avons extrait trois paramètres acoustiques (la fréquence fondamentale, le centre de gravité spectral et la présence de sons harmoniques dans chaque séquence sonore) et deux paramètres subjectifs (la résonance et la durée du son). La fréquence fondamentale d'un son complexe périodique (comme la voix par exemple) est égale à la fréquence mesurée de la composante harmonique la plus basse de ce son. Le centre de gravité spectral correspond à la moyenne des fréquences présentes dans le domaine fréquentiel du son. Il a été calculé avec le logiciel PRAAT (valeurs Tableau 52, ci-après). Une répartition fréquentielle a ensuite été réalisée par rapport aux bandes de fréquences des électrodes pour les implants de la marque Cochlear®. De fait, ici, sont considérés comme graves les sons compris entre 0 et 438 Hz, comme médium les sons compris entre 438 et 1563 Hz, et comme aigus les sons présentant un centre de gravité spectral supérieur à 1564 Hz. La présence ou non d'harmonicité dans les sons a été évaluée par la même méthode que le centre de gravité spectral, en utilisant le logiciel PRAAT.

Tableau 52
Paramètres acoustiques des sons

	Fréquence fondamentale	Centre de gravité spectral	Ecart-type centre de gravité	Graves	Médium	Aigus	Présence de sons harmoniques
Rire femme	350	1326	824		x		oui
Batterie	100	430	1103	x			non
Sonnette	1200-1500	1842	579			x	non
Toux femme	120	995	1742		x		oui
Bruit de porte	50	1519	677		x		oui
Timbale	130	384	2426	x			non
Froissement de papier	n/a	3714	2270			x	non
Babillage	200	1046	2744		x		oui
Bâillement homme	150	486	974		x		oui
Klaxon	130	2277	979			x	oui
Oiseau	2700	3866	811			x	oui
Contrebasse	90	714	844		x		oui
Pleurs Bébé	250	3812	561			x	oui
Tuba	130	319	205	x			oui
Violon	230	2750	2075			x	oui
Vache	180	2260	725			x	oui
Toux homme	200	1061	978		x		oui
Flûte traversière	550	907	339		x		oui

Après une analyse descriptive de ces paramètres, aucun de ces trois critères acoustiques ne semble pertinent pour expliquer la différence de perception en fonction des temps (cf. Figure 24, page suivante, pour une représentation du nombre de sons détectés en fonction de la fréquence du centre de gravité spectral et de l'harmonicité des sons à chaque temps d'évaluation).

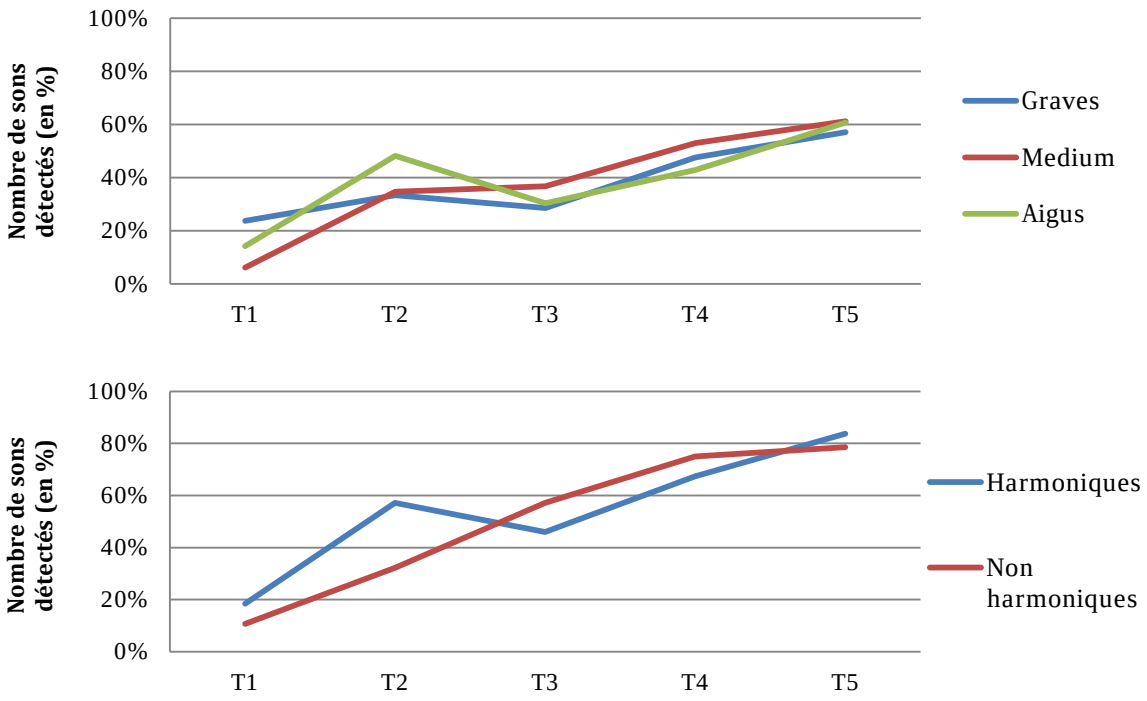


Figure 24. Pourcentage de sons détectés en fonction de deux paramètres acoustiques (fréquence du centre de gravité spectral, graphique du haut, et présence de sons harmoniques dans la séquence sonore, graphique du bas).

Deux paramètres subjectifs ont alors été considérés : la résonance et la longueur perceptive du son (chaque son, en réalité, étant joué 2 secondes). La résonance est un indicateur perceptif de la présence ou non de résonnance dans le son (comme une décomposition perceptible de son au cours du temps).

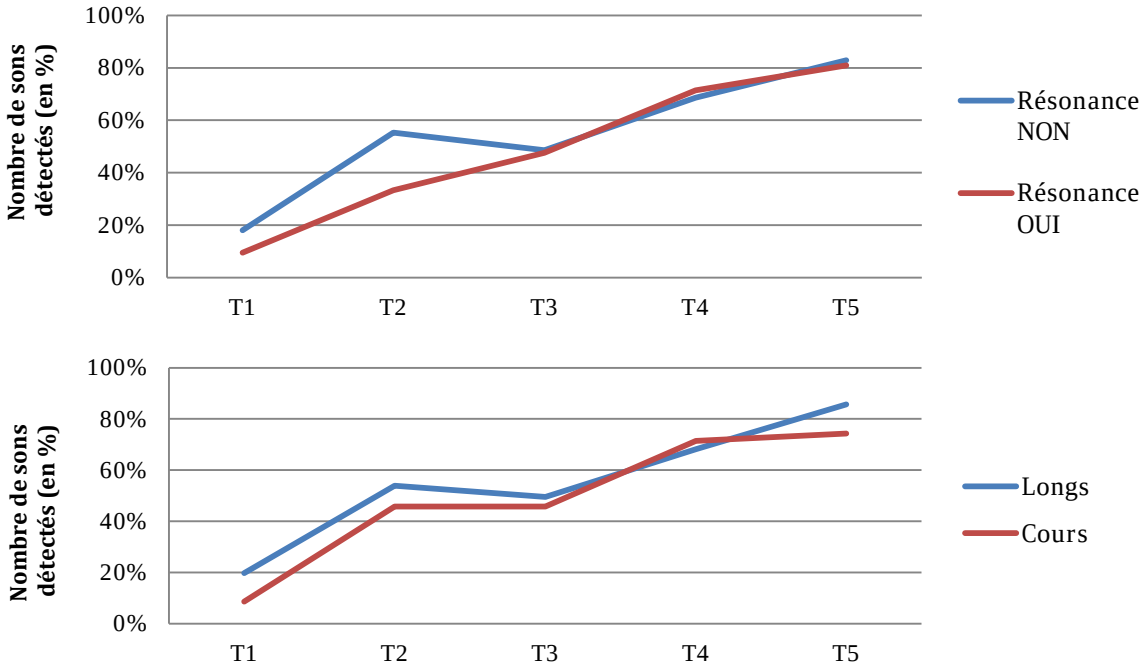


Figure 25. Pourcentage de sons détectés par les enfants de notre échantillon à chaque temps en fonction de deux paramètres subjectifs (résonnance, graphique du haut, et longueur perçue du son, graphique du bas).

Aucun de ces deux paramètres subjectifs (Figure 25) ne semble également expliquer pourquoi certains sons sont détectés plus tôt que d'autres par les enfants de notre cohorte.

Le critère sémantique ne semble pas apporter plus de résultats. En effet, les comparaisons entre le nombre d'écoute des sons des trois classes sémantiques *a priori* constituées en amont (vocalisations humaines non-linguistiques, musique et sons de l'environnement) à chacun des temps ne révèlent pas de différence significative majeure. Seule une différence est observée à T1 (Wilcoxon, z=-2.121, *p*=.034) : en pré-implant, on enregistre significativement plus de réactions aux sons de l'environnement (*M*=0.71, *ET*=1.25) qu'aux vocalisations humaines non-linguistiques (*M*=1.57, *ET*=.79) (cf. Figure 26). L'oiseau est le plus souvent détecté (*n*=4), suivi du klaxon (*n*=2), et de la sonnette (*n*=2). Les trois autres sons vache, froissement de papier et bruit de porte ont été détectés une fois.

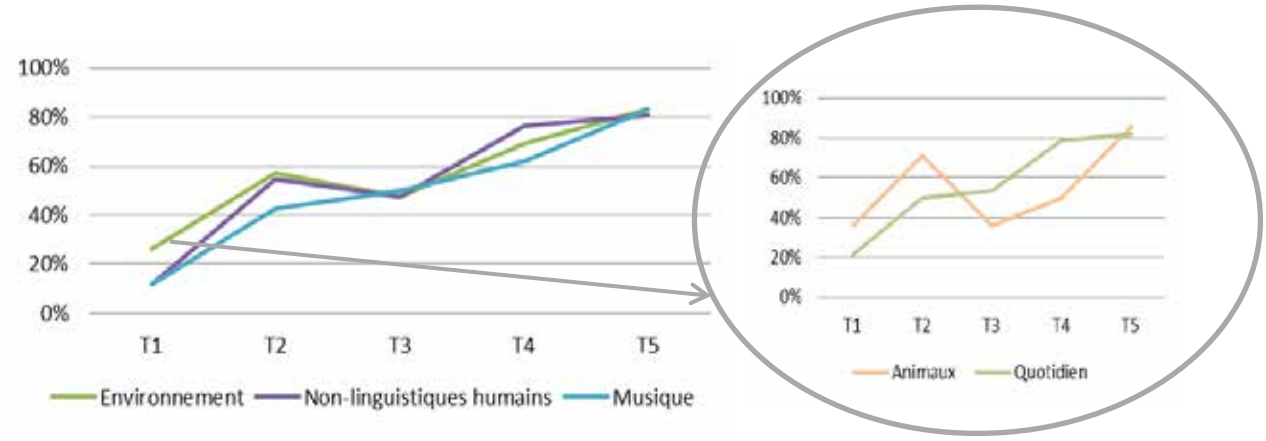


Figure 26. Pourcentage de sons détectés par les enfants de notre échantillon par catégorie sémantique *a priori* (vocalisations humaines non-linguistiques, sons de l'environnement, sons musicaux) à chaque temps de l'évaluation, et focus sur les sons de l'environnement (dissociés en animaux, et sons du quotidien).

II.5.3.2.3. Comparaison avec le groupe contrôle

Une comparaison du nombre de sons détectés et localisés a été réalisée entre notre échantillon d'enfants sourds à chaque temps et le groupe contrôle. On observe que le nombre moyen de sons détectés par les enfants implantés est significativement différent de celui des enfants entendants jusqu'à 6 mois post-activation. Un tournant est observé entre 6 et 9 mois post-activation (Wilcoxon, NS), les enfants implantés réagissant à un nombre croissant de sons de leur environnement. En revanche, la localisation des sons par les enfants implantés évoluant très peu pour les enfants de notre échantillon entre T2 et T5, une différence significative avec le groupe contrôle est observée aux cinq temps (cf. Tableau 53, page suivante).

Tableau 53
Nombre moyen (et écart-type) de sons détectés par les enfants entendants (EE) du groupe contrôle et les enfants sourds implantés de notre échantillon (ES), et comparaison des deux scores à chaque temps

	Sons détectés*	**Sons localisés***
Moyenne *(ET)* EE	14.43 *(2.67)*	8.22 *(3.87)*
Moyenne *(ET)* ES T1	3 *(2.45)*	.29 *(.49)*
Significativité	.018	.027
Moyenne *(ET)* ES T2	9.29 *(3.15)*	.14 *(.38)*
Significativité	.018	.027
Moyenne *(ET)* ES T3	8.71 *(4.61)*	.43 *(.79)*
Significativité	.034	.018
Moyenne *(ET)* ES T4	12.43 *(2.43)*	1.57 *(1.51)*
Significativité	.093	.027
Moyenne *(ET)* ES T5	14.86 *(3.24)*	.28 *(.76)*
Significativité	.752	.018

*Test de Wilcoxon, si $p<.05$ existence d'un lien significatif.

Il nous a également paru intéressant de regarder si la répartition des catégories sémantiques *a priori* était identique pour les enfants implantés aux différents temps et les enfants du groupe contrôle.
Nous pouvons observer :

- une différence significative entre le nombre de sons détectés (ou du moins de réactions de détection observées) par les enfants implantés et par le groupe contrôle pour les trois catégories à T1 (Wilcoxon, $p<.05$ pour toutes les comparaisons) ;
- une différence significative pour les sons de la parole et les sons de l'environnement à T2 (Wilcoxon, $p<.05$ pour les deux comparaisons), mais une différence non-significative pour les sons musicaux (Wilcoxon, $p=.071$), tendance qui se confirme à T3 (Wilcoxon, $p=.216$ pour les sons musicaux).

A partir de T4, plus aucune différence significative n'est mise en évidence entre le nombre de réactions des enfants entendants et celles des enfants sourds implantés pour les trois catégories de sons. Ceci peut être mis en lien avec la fréquence des réactions émotionnelles observées en réaction à la détection des sons (essentiellement de la peur ou de la surprise). Si le nombre de réactions émotionnelles liées à la détection des sons augmente significativement entre T1 et T2 (Wilcoxon, $p=.042$), puis non significativement ensuite, nous observons malgré tout un pic de ce type de réactions à T3, puis une diminution de celles-ci à partir de T4 (cf. Tableau 54), temps où, on l'a vu, les enfants sourds détectent un nombre non significativement différent de sons par rapport aux entendants.

Tableau 54
Nombre de réactions émotionnelles aux sons, notées par temps et par enfant

	T1	T2	T3	T4	T5
Eliott	0	0	8	11	3
Léo	0	14	5	0	1
Timéo	0	2	0	1	0
Diane	0	0	2	6	0
Maël	0	3	1	0	1
Jeanne	0	4	17	4	2
Nadia	0	4	10	0	0
Tous	0	27	43	22	7

Synthèse :

- Les enfants de notre cohorte détectent significativement plus de sons à partir de 3 mois post-activation qu'avant leur implantation.
- Si le nombre de sons détectés par les enfants porteurs d'IC reste significativement inférieur à celui des enfants normaux-entendants jusqu'à 6 mois post-activation, cela n'est plus le cas à partir de 9 mois post-activation.
- Les caractéristiques acoustiques (fréquence fondamentale, centre de gravité spectral et présence de sons harmoniques dans chaque séquence sonore), subjectives (résonance et durée du son), et sémantiques des sons retenues ici n'ont pas permis d'expliquer les différences de perception au cours du temps.
- Notons que l'âge à l'activation est positivement corrélé au nombre de sons détectés à T5 : plus les enfants ont été implantés tardivement, plus ils détecteraient de sons à T5.
- Le développement des capacités de localisation est quant à lui plus fluctuant et moins stable dans le temps : même si les enfants localisent significativement plus de sons à 9 mois post-activation qu'en pré-implant ou à 3 mois post-activation, cette significativité n'est pas retrouvée à 12 mois post-activation.
- Néanmoins, ils localisent significativement moins de sons que leurs pairs entendants de notre groupe contrôle, et ce à tous les temps. Une analyse de ces résultats au regard du port ou non d'une prothèse controlatérale aurait pu être effectuée. Cependant, compte tenu de la petite taille de notre cohorte et du faible nombre de localisations retrouvé ici, nous n'avons pas mené ce type d'analyse. Cela devra par contre être réalisé avec une cohorte plus importante.

II.5.4. Evolution des résultats entre les temps pour les différentes épreuves : récapitulatif

On observe, dans le Tableau 55, une évolution significative des capacités de perception des sons du quotidien entre le bilan pré-implant et le premier temps post-activation. Néanmoins, l'âge de développement langagier n'augmente significativement qu'entre 3 et 6 mois post-activation. Cette même observation peut être faite 6 mois plus tard, puisque les enfants détectent significativement plus de sons entre 6 et 9 mois post-activation, mais l'âge de développement langagier ne croît significativement qu'entre 9 et 12 mois (avec le passage du mot à l'association deux mots). Pour plus de détail, se reporter aux paragraphes précédents.

Tableau 55
Récapitulatif des valeurs de significativité obtenues au test de Wilcoxon réalisé sur les AD du Brunet-Lézine, les niveaux moyens à l'ECSP et le nombre d'occurrences de sons détectés et localisés à la pièce sonore (n=7)

	P	C	L	S	Global	IS	AC	RC	Total	PS détectés	PS localisés
T1-T2	.018 <	.018 <		.028 <	.018 <		.016 <	.038 <		.018 <	
T2-T3	.038 >	.028 <	.017 <	.039 <	.042 <						
T3-T4		.027 <		.042 <	.043 <			.039 <	.043 <	.027 <	
T4-T5			.018 <		.043 <	.027 <	.043 <		.018 <		

Note. Le sigle < signifie que les résultats au premier temps de la comparaison sont inférieurs à ceux du deuxième temps et inversement pour le sigle >.

II.5.5. Lien entre les différentes évaluations

Afin de mieux comprendre les liens existants entre les différents domaines de développement chez des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, nous avons effectué une analyse de corrélation des scores obtenus par les enfants de notre cohorte lors du bilan pré-implant et à 12 mois post-activation (soit à T1 et à T5). Ces corrélations (présentées Tableaux 56 et 57 ci-après) ont été réalisées à titre indicatif au vu de la taille de notre échantillon et de son hétérogénéité. Dans cette analyse, ont été entrés les quotients et les âges de développement partiels obtenus par les enfants au Brunet-Lézine, les niveaux médians obtenus à l'ECSP pour chaque échelle, et le nombre de sons détectés et localisés à la pièce sonore. Il nous a paru également important d'y adjoindre le score obtenu par les familles à l'échelle de participation familiale, cotée par les orthophonistes du service (pour un détail de cette épreuve, cf. Chapitre 3, § III.3.2.5.).

Tableau 56
Matrice de corrélations par rangs de Spearman entre les échelles de chaque test à T1

		Corrélations T1														
		Age Bilan Pré-IC	QDP	QDC	QDL	QDS	ADP	ADC	ADL	ADS	IS	AC	RC	Détectés	Localisés	Part_fam
Age Bilan Pré-IC	Rs	1,000														
	p															
	N	7														
QDP	Rs	-,523	1,000													
	p	,229														
	N	7	7													
QDC	Rs	-,964**	,595	1,000												
	p	,00	,16													
	N	7	7	7												
QDL	Rs	-,847*	,273	,811*	1,000											
	p	,02	,55	,03												
	N	7	7	7	7											
QDS	Rs	-,536	,054	,607	0,74	1,000										
	p	,22	,91	,15	,06											
	N	7	7	7	7	7										
ADP	Rs	,883**	-,145	-,793*	-,873*	-,523	1,000									
	p	,01	,76	,03	,01	,23										
	N	7	7	7	7	7	7									
ADC	Rs	,964**	-,414	-,929**	-,811*	-,464	,937**	1,000								
	p	,00	,36	,00	,03	,29	,00									
	N	7	7	7	7	7	7	7								
ADL	Rs	,815*	-,318	-,741	-,505	-,371	,748	,815*	1,000							
	p	,03	,49	,06	,25	,41	,05	,03								
	N	7	7	7	7	7	7	7	7							
ADS	Rs	,982**	-,413	-,946**	-,817*	-,491	,908**	,982**	,811*	1,000						
	p	,00	,36	,00	,03	,26	,00	,00	,03							
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7						
IS	Rs	,655	-,211	-,709	-,413	-,436	0,661	,764*	,793*	,704	1,000					
	p	,11	,65	,07	,36	,33	,11	,046	,03	,08						
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7					
AC	Rs	,116	-,136	-,116	,175	,463	-,058	,116	0	,216	-,059	1,000				
	p	,80	,77	,80	,71	,30	,90	,80	1,00	,64	,90					
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
RC	Rs	,617	-,595	-,692	-,312	-,168	0,510	0,71	0,66	,619	,857*	0	1,000			
	p	,14	,16	,08	,50	,72	,24	,07	,11	,14	,01	1,00				
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
Détectés	Rs	0,225	-,633	-,337	-,160	,075	,151	,318	,019	0,19	,333	-,101	,716	1,000		
	p	,63	,13	,46	,73	,87	,75	,49	,97	,68	,46	,83	,07			
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
Localisés	Rs	,316	-0,08	-0,316	-,718	-,632	0,479	0,32	,000	,242	,081	-,683	,083	,331	1,000	
	p	,49	,87	,49	,07	,13	,28	,49	1,00	,60	,86	,09	,86	,47		
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Part_fam	Rs	-,094	-,538	0,000	-,104	,075	-0,255	-,168	-,544	-,191	-,457	-,061	-,049	,588	,414	1,000
	p	,84	,21	1,00	,82	,87	,58	,72	,21	,68	,30	,90	,92	,16	,36	
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Note. **p*<.05, ** *p*<.01

Outre les corrélations observées entre les échelles de chaque test, nous n'observons, à T1, que deux corrélations inter-épreuves :

- Une liaison positive entre le niveau moyen obtenu pour l'échelle d'interaction sociale (IS) de l'ECSP et l'âge de développement en coordination oculo-manuelle (ADC) : r_s=.76, *p*=.046.
- Une liaison positive entre le niveau moyen obtenu pour l'échelle d'interaction sociale (IS) de l'ECSP et l'âge de développement langagier (ADL) obtenu au Brunet-Lézine : r_s=.79, *p*=.03.

Tableau 57
Matrice de corrélations par rangs de Spearman entre les échelles de chaque test à T5

		Corrélations T5													
		QDP	QDC	QDL	QDS	ADP	ADC	ADL	ADS	IS	AC	RC	Détectés	Localisés	Part_fam
QDP	Rs	1,000													
	p														
	N	5													
QDC	Rs	-,051	1,000												
	p	,93													
	N	5	5												
QDL	Rs	-,289	,821	1,000											
	p	,64	,09												
	N	5	5	7											
QDS	Rs	-,158	,872	,936**	1,000										
	p	,80	,05	,00											
	N	5	5	7	7										
ADP	Rs	,229	-,894*	-,574	-,688	1,000									
	p	,71	,04	,31	,20										
	N	5	5	5	5	5									
ADC	Rs	-,730	,158	,649	,406	0,000	1,000								
	p	,16	,80	,24	,50	1,00									
	N	5	5	5	5	5	5								
ADL	Rs	-,667	,400	,667	,450	-,224	,949*	1,000							
	p	,22	,50	,10	,31	,72	,01								
	N	5	5	7	7	5	5	7							
ADS	Rs	-,487	-,105	-,391	-,515	,354	,917*	,227	1,000						
	p	,41	,87	,39	,24	,56	,03	,62							
	N	5	5	7	7	5	5	7	7						
IS	Rs	-,444	,289	,563	,391	0,000	,913*	,699	,500	1,000					
	p	,45	,64	,19	,39	1,00	,03	,08	,25						
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7					
AC	Rs	-,564	-,100	,209	,118	,224	,791	,757*	,601	,553	1,000				
	p	,32	,87	,65	,80	,72	,11	,05	,15	,20					
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7	7				
RC	Rs	-,632	,205	,339	,174	0,000	,973**	,837*	,674	,818*	,908**	1,000			
	p	,25	,74	,46	,71	1,00	,01	,02	,10	,02	,00				
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7	7	7			
Détectés	Rs	-,872	-,400	-,627	-,618	,224	,632	-,018	,801*	,086	,527	,450	1,000		
	p	,05	,50	,13	,14	,72	,25	,97	,03	,85	,22	,31			
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7	7	7	7		
Localisés	Rs			-,618	-,412			-,612	,432	-,108	-,103	-,104	,618	1,000	
	p			,14	,36			,14	,33	,82	,83	,82	,14		
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7	7	7	7	7	
Part_fam	Rs	-,544	0,000	,513	,332	0,000	,559	,418	-,032	,601	,030	,304	-,181	-,342	1,000
	p	,34	1,00	,24	,47	1,00	,33	,35	,95	,15	,95	,51	,70	,45	
	N	5	5	7	7	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7

Note. *p<.05, ** p<.01

12 mois post-activation, plus de liaisons inter-tests apparaissent :

- La liaison positive entre les capacités d'interaction sociale (IS) et l'âge de développement de coordination oculo-manuelle (ADC) est retrouvée, plus forte qu'à T1 : r_s=.91, p=.03.
- Une liaison positive entre les capacités d'attention conjointe (AC) et l'âge de développement langagier (ADL) obtenu au Brunet-Lézine : r_s=.76, p=.049.
- Une liaison positive entre la régulation du comportement (RC) et l'âge de développement de la coordination oculo-manuelle (ADC) obtenu au Brunet-Lézine : r_s=.97, p=.005.
- Une liaison positive entre la régulation du comportement (RC) et l'âge de développement du langage (ADL) : r_s=.84, p=.019.
- Une liaison positive entre le nombre de sons détectés et l'âge de développement de la sociabilité (ADS) : r_s=.80, p=.030.

Aucune corrélation n'a été retrouvée avec le score obtenu à la participation familiale à T5, très probablement en lien avec le trop faible nombre de sujets et avec la faible variabilité des scores à ce temps.

Synthèse :

- En pré-implant, nous observons deux corrélations :
  - interaction sociale et capacités de coordination oculo-manuelle (ADC) ;
  - interaction sociale et capacités langagières (en âge de développement).
- 12 mois post-activation, on observe :
  - une corrélation positive entre les capacités d'interaction sociale et les capacités de coordination oculo-manuelle (en AD), comme en pré-implant ;
  - deux corrélations positives avec la régulation du comportement : capacités de coordination oculo-manuelle et performances langagières (en AD).
  - un lien positif entre les capacités d'attention conjointe et l'âge de développement langagier (en AD).
  - une corrélation entre les capacités perceptives de détection des sons de l'environnement et les capacités de sociabilité des enfants (en AD).

II.5.6. Eléments indicateurs d'une amélioration des performances langagières

Comme indiqué au paragraphe II.5.1.4.3. sur le langage, un quotient d'amélioration du langage= $\frac{\text{AD T}n-\text{AD T}(n-x)}{\text{AD T}(n-x)}$, a été calculé, afin de mettre en lumière l'évolution des enfants, tout en gardant un score indépendant de leur âge réel. Souhaitant déterminer ce qui, en pré-implant, peut-être favorable à un bon développement langagier ultérieur, nous avons réalisé des analyses de corrélation entre le score d'amélioration du langage entre T1 et T5 et les scores obtenus aux épreuves proposées à T1 (âges et quotients de développement du Brunet-Lézine, niveaux obtenus aux 8 séries et niveaux moyens aux échelles de l'ECSP, sons détectés et localisés à la Pièce Sonore). Les scores de participation familiale à T1 et à T5 ont également été pris en compte.

Il ressort de ces analyses que :

- Plus le niveau d'initiation de l'interaction sociale obtenu à l'ECSP (dépendant de l'âge) est élevé lors du bilan pré-implant, moins l'amélioration du langage entre T1 et T5 est importante (r_s=-.84, p=.019) ;
- Plus la participation familiale est élevée à T1, plus les enfants présentent un quotient d'amélioration du langage élevé entre T1 et T5 (r_s=.88, p=.009) (cf. Figure 27).

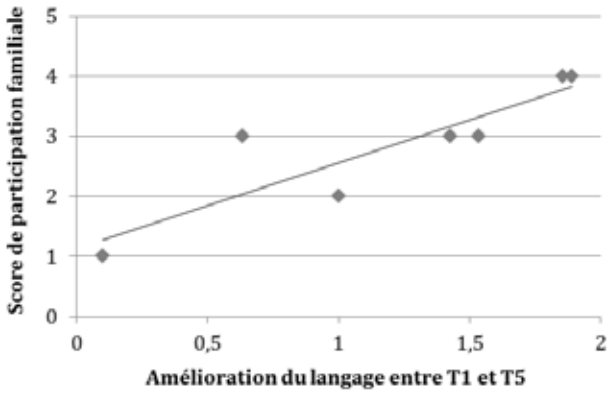


Figure 27. Corrélation entre l'amélioration du langage observée entre T1 et T5 et le score de participation familiale obtenu à T1.

- Plus la participation familiale est élevée à T5, plus l'amélioration du niveau langagier des enfants entre T1 et T5 est importante (r_s=.78, *p*=.040) (cf. Tableau 58 pour un récapitulatif).

Tableau 58
Scores obtenus par les familles des enfants de notre cohorte à l'échelle de participation familiale (Moeller, 2000)

	Amélioration du langage entre T1 et T5	**Participation familiale T1**	**Participation familiale T5**
Timéo	1	2	2
Diane	1.43	3	4
Eliott	1.89	4	4
Jeanne	1.85	4	4
Léo	1.53	3	3
Maël	0.1	1	3
Nadia	0.64	3	3

Synthèse :

- Plus la participation familiale est élevée en pré-implant, plus le quotient d'amélioration du langage sera élevé durant la première année d'expérience auditive. Cette observation est également réalisée avec le score de participation familiale obtenu à T5.
- Le niveau d'interaction sociale (dépendant de l'âge chronologique des enfants) en pré-implant est négativement corrélé à l'amélioration du langage. Nous avons certes vu dans la partie corrélations que plus les enfants avaient des capacités d'interaction sociales en pré-implant développées, plus leurs capacités langagières initiales étaient élevées. Cependant, plus leur niveau initial d'interaction sociale est élevé, moins ils voient leur niveau langagier s'améliorer au cours de la première année.

II.6. DISCUSSION

Le nombre d'enfants implantés cochléaires augmente de manière importante et leur âge à l'implantation décroît. Or, nous sommes face à un manque crucial d'études traitant du développement précoce de ces enfants, mais également face à un manque d'outils pour les évaluer et les suivre. Dans cette étude longitudinale, nous avons donc proposé de décrire le développement d'enfants sourds implantés cochléaires du bilan pré-implantation à 12 mois après l'activation de leur implant. Pour ce faire, nous avons utilisé des outils existants, étalonnés avec des populations d'enfants normo-entendants, et avons imaginé et développé une épreuve de perception des sons de l'environnement pour pallier le manque d'outils objectifs évaluant ces compétences. Nous avons également tenté d'analyser les relations entre les différents domaines de développement et de déterminer les compétences ayant un lien avec le développement langagier des enfants.

Si seize enfants ont été initialement inclus dans notre cohorte, nous avons, pour cette thèse, fait le choix de traiter les résultats des sept enfants que nous avons pu évaluer lors de cinq temps. Notre cohorte étant petite et hétérogène, il nous paraît donc important de préciser que les résultats discutés ici sont à prendre avec précaution. Notons également dès ce préambule, que les résultats obtenus ne nous permettent pas d'extraire de prédicteurs à un bon développement langagier ultérieur, le délai de 12 mois post-activation étant sans doute trop court.

Nous discuterons donc ici, dans un premier temps, des résultats obtenus par les enfants de notre cohorte, reflets de leur développement global, puis nous aborderons la question de l'intérêt et des limites des outils utilisés pour les évaluer.

II.6.1. Fonctionnement psychologique des enfants de notre cohorte

Pour cette partie, nous avons fait le choix de conserver une présentation didactique du développement des enfants en suivant l'ordre déterminé dans la partie résultats. Toutefois, il nous semble important de rappeler que l'enfant est une unité, et que son développement est global, chaque domaine influençant les autres.

II.6.1.1. Développement global

Dans notre étude, nous avons évalué le développement global des enfants à l'aide du Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997). Nous observons que les enfants de notre cohorte présentent un développement global précoce retardé par rapport à la norme. Par ailleurs, plus les enfants sont implantés tardivement, plus leur retard initial est difficile à combler en post-activation, même si nous considérons comme acquis les items ayant nécessité l'utilisation, en production comme en réception, de tous leurs modes de communication (oral/Français signé/LPC). L'âge à l'implantation, classiquement considéré comme prédicteur de bons résultats perceptifs et langagiers post-implantation (e.g. Govaerts, De

Beukelaer, et al., 2002; Holt et al., 2004; Holt & Svirsky, 2008; Nicholas & Geers, 2007; Tait, Nikolopoulos, & Lutman, 2007), semble donc influencer le développement des enfants dès la première année post-implantation. Cependant, nous n'avons pu trouver cette corrélation qu'à 3 mois post-activation, puisque les enfants les plus grands de notre cohorte plafonnaient au temps d'évaluation suivant. Il aurait pu être intéressant de vérifier si ces mêmes résultats pouvaient être retrouvés plus tard, en utilisant un test adapté à leur âge.

On constate également que cinq enfants sur sept voient leur Quotient de Développement Global (QDG) chuter entre T1 et T5, et qu'une enfant stagne entre T1 et T2 (plafonne ensuite). Seule une enfant voit son QDG augmenter en post-activation : en effet, si une chute de celui-ci est bien observée entre T1 et T2, elle rattrape son QDG initial dès 6 mois post-activation (T3). Ces résultats soulèvent plusieurs questions :

- Est-ce que la chirurgie et le démarrage de l'implant ont ralenti le développement car l'enfant a été mobilisé par l'hospitalisation ?
- Est-ce que ces résultats sont liés à leur adaptation à de nouvelles perceptions sensorielles ?
- Sont-ils davantage liés à des facteurs environnementaux ?
    - arrêt de la prise en charge orthophonique au moment de la chirurgie
    - adaptations parentales de leurs attitudes éducatives et de leur mode de communication
- Ou est-ce lié à l'évaluation elle-même, les attentes à chaque étape du développement devenant de plus en plus difficiles à acquérir pour ces enfants ?

Nous ne pouvons pas ici répondre à ces hypothèses, car nous pensons que la variabilité intra- et interindividuelle peut être masquée par l'utilisation seule du Quotient de Développement Global. En effet, les acquisitions ne se construisant pas de manière homogène dans toutes les sphères du développement, des enfants présentant un QDG identique peuvent en réalité se développer de manière très différente. C'est d'ailleurs ce que soulevait déjà Gesell en recommandant de ne pas utiliser ce quotient en raison de sa globalité (Tourrette, 1997). Nous discuterons donc ces hypothèses au regard des résultats partiels obtenus dans chacun des quatre domaines mesurés par ce test (posture, coordination oculo-manuelle, langage, socialisation), afin de « percevoir les oscillations individuelles de développement » (Wallon, 1951, cité par Dubon & Candilis-Huisman, 1997, p.48) et d'observer comment chaque secteur d'activité se développe par rapport aux autres. Cela revêt, à notre avis, plus de sens ici, puisque le développement des enfants implantés est hétérogène, leurs capacités langagières étant le plus souvent chutées (e.g. Blamey et al., 2001; Nicholas & Geers, 2007).

II.6.1.1.1. Développement psychomoteur

Développement de la motricité globale- Compte tenu des résultats retrouvés dans la littérature, nous avions fait l'hypothèse que les compétences motrices générales de notre population, illustrées par le quotient de développement postural des enfants au Brunet-Lézine, seraient préservées (comme observé par Horn, Pisoni, et al., 2005), excepté pour les enfants ayant des étiologies affectant le vestibule (ce qui peut par exemple être le cas dans le cadre de fœtopathie à cytomégalovirus ou CMV). Nos résultats ne confirment que partiellement nos hypothèses. En effet, si certains enfants se développent sans retard postural majeur (Diane, Timéo, Maël sur les deux premiers temps), d'autres présentent d'importantes difficultés dans leurs acquisitions posturales et motrices (Jeanne et Léo à tous les temps, Eliott à T2 et T3). Les trajectoires développementales sont donc très variées et ne peuvent être qu'en partie expliquées par l'étiologie de leur surdité. En effet, dans notre cohorte, deux enfants présentent, par exemple, une surdité à fœtopathie à CMV : Jeanne et Diane. Or, si Jeanne présente une hypotonie axiale initiale à l'origine de son retard postural observé à tous les temps, Diane comble son léger retard observé en pré-implant dès T2, pour atteindre des résultats compris dans les variations normales de développement.

Une constante ressort cependant : les derniers items de posture, attendus à 30 mois (« monte l'escalier seul en alternant les pieds », « se tient sur un pied sans aide »), sont difficilement acquis par les enfants de notre cohorte. Il parait donc important ici de s'interroger sur les raisons de leurs difficultés. Est-ce lié à l'acquisition de l'équilibre ou est-ce simplement lié aux différences éducatives au sein des familles ? Tous les enfants n'ayant pas passé d'examen vestibulaire, nous ne pouvons pas statuer sur leur développement de l'équilibre. En revanche, il nous a paru important de nous intéresser à l'acquisition de ces comportements par les enfants normo-entendants de la population d'étalonnage (Josse, 1997) :

- L'item « monte l'escalier seul en alternant les pieds » semble être obtenu en premier. Cependant à 30 mois, seuls 67% des enfants de la population d'étalonnage du Brunet-Lézine Révisé sont capables de réaliser cette action ;
- Le comportement codé par l'item « se tient sur un pied sans aide » se développe plus progressivement, puisque seuls 58% des enfants typiques en sont capables à 30 mois.

Ces items semblent donc relativement difficiles à obtenir, même pour des enfants dits «typiques». Néanmoins, ils ont été réussis par plus de 50% des enfants de la population d'étalonnage, ce qui constitue le principe même de construction du test. De fait, nous ne pouvons pas statuer sur l'origine de cet échec des enfants de notre cohorte aux items de 30 mois. Nous pouvons toutefois supposer que même si ces capacités se développent selon l'effet de la maturation (Gesell, 1928), les attitudes éducatives jouent très certainement un rôle dans la rapidité d'acquisition de ces comportements (Lézine & Stambak, 1959), ce qui a été suggéré par Lieberman, Volding, et Winnick (2004, cités par Gheysen, Loots, & Van

Waelvelde, 2008) avec des enfants sourds non implantés. Par exemple, la montée de l'escalier, n'étant pas acceptée par tous les parents du fait de sa potentielle dangerosité, tous les enfants n'ont pas la possibilité d'expérimenter cette activité. Or, comme nous l'avons vu dans notre revue de littérature, les capacités posturales et motrices s'acquièrent en partie par l'exercice (e.g. Adolph & Berger, 2006).

Développement de la motricité fine- Nous avions fait l'hypothèse que les capacités de motricité fine des enfants de notre cohorte implantés tôt, mesurées par les tâches du domaine « coordination oculo-manuelle » du Brunet-Lézine Révisé, devaient être préservées, contrairement à celles des enfants les plus âgés de notre cohorte. En effet, certains auteurs ont montré que plus les enfants sont âgés en pré-implant, plus leur retard en motricité fine s'accroit (Horn et al., 2006). Nos résultats confirment cette hypothèse. En effet, nous avons montré que tous les enfants de notre cohorte implantés avant 18 mois ne présentent qu'un léger retard dans leur capacités de coordination oculo-manuelle par rapport à la norme, voire même présentent des scores compris dans les variations normales de développement. Cette observation est également valable pour Jeanne, dont l'hypotonie axiale impactait son développement moteur général de manière importante. Ce résultat est conforme à la littérature (Lézine & Stambak, 1959), qui montre que si les enfants hypertoniques marchent plus tôt que les enfants hypotoniques, ces derniers développent par contre des capacités de préhension fine plus précocement que les enfants hypertoniques.

En revanche, les enfants implantés plus tardivement présentent un retard plus conséquent sur les temps sur lesquels ils ont pu être testés. Cependant, on a pu noter qualitativement que les enfants les plus âgés de notre cohorte ont refusé de réaliser la plupart des tâches de coordination proposées :

- Nadia, la plus âgée de notre cohorte (36 mois 26 jours en pré-implant), a refusé de réaliser toute activité en rapport avec les cubes en pré-implant et à 3 mois post-activation. Elle était agitée, et prenait plaisir à détruire la tour ou la ligne de cubes faites par l'adulte. Nous ne pouvons donc pas être sûrs qu'elle avait les capacités pour réaliser ces différentes activités, mais il est fort probable qu'elle ne portait en fait aucun intérêt à la tâche compte tenu de son âge, et qu'elle avait, en réalité, acquis ces items précédemment dans son développement.
- Maël (25 mois 14 jours lors du bilan pré-implantation), pour sa part, a refusé de réaliser les activités de coordination telles que les cubes ou la planchette en pré-implant. Son maintien attentionnel était très instable sur les activités dont il n'était pas l'instigateur. Cette attitude d'opposition a également été observée à trois mois post-activation, même si Maël réussit malgré tout à faire une tour de plus de huit cubes et à reproduire un trait horizontal (attendu à 30 mois), ce qu'il ne réussit pas à reproduire trois mois plus tard.
- Ce même comportement de refus est retrouvé chez Léo dès 3 mois post-implantation (29 mois 5 jours), alors que lors du bilan pré-implantation, il avait réussi la plupart des items (QDC= 84 à 17 mois 17 jours).

Leurs capacités de motricité fine semblent donc très dépendantes de facteurs externes (attention et/ou capacité d'adhésion à la tâche proposée par l'adulte). Il est donc difficile de savoir si la durée de privation auditive impacte négativement leurs capacités de motricité fine comme le suggèrent Horn et al. (2006), ou si d'autres difficultés (comportementales ou attentionnelles) sont également responsables de la faiblesse de leurs scores.

II.6.1.1.2. Développement langagier

Nous avions émis l'hypothèse que le quotient de développement langagier obtenu au Brunet-Lézine par les enfants de notre cohorte devrait être significativement retardé par rapport à la norme, ce qui devrait s'estomper après l'implantation. Nos résultats confirment notre hypothèse. En effet, nous observons un retard massif des enfants de notre cohorte par rapport à la norme à tous les temps à l'oral, mais également tous modes de communication confondus (français signé, oral+LPC ou LPC seul). Néanmoins, une nette progression de leur langage oral post-implantation est observée aux différents temps, excepté pour un enfant qui peine à entrer dans le langage oral.

On peut toutefois noter un déclin significatif du quotient de développement langagier entre T1 et T2, y compris lorsque tous les modes de communication sont pris en compte. En effet, nous observons que les enfants, trois mois post-activation, ne sont pas entrés dans le langage verbal, alors qu'ils sont tous âgés de plus de 18 mois. De fait, ils acquièrent à T2 les mêmes items qu'en pré-implantation, et ne réussissent pas à en obtenir suffisamment de nouveaux pour voir une amélioration de leurs QDL. De plus, plus les enfants grandissent, plus les items langagiers prennent de l'importance dans leur développement, et plus ils sont complexes. Cette observation recoupe celle faite par Tomblin et al. (2005). Dans leur étude, réalisée avec deux tests mesurant l'augmentation langagière au cours des premières années de vie (les Minnesota Child Development Inventory et Preschool Language Scale-3), 29 enfants étaient testés en utilisant la modalité de communication la mieux adaptée à chacun d'eux. Ces auteurs, ayant évalué les enfants lors de l'activation puis à différents temps après celle-ci, ont alors mis en évidence une baisse notable de leurs quotients langagiers au cours de la première année, tendance observée également, de manière plus nuancée, lors de la seconde année post-activation. Ces observations les amènent à suggérer plusieurs hypothèses :

- L'amélioration langagière des enfants semble plus faible et moins rapide que celle observée chez leurs pairs entendants de même âge chronologique lors de la première année d'expérience auditive.
- Il semble y avoir un impact négatif de l'implantation sur les acquisitions suivant l'activation. En effet, les enfants doivent alors se reposer à la suite de l'opération, puis s'adapter à de nouvelles stimulations, ainsi qu'à des modifications environnementales (attitudes parentales, mode de communication…). Cette période de transition est donc dense en adaptations.

Nos résultats, bien que différents, puisque nous n'utilisons pas les mêmes tests, nous amènent à nous rallier à leurs hypothèses.

Le retard langagier observé dans nos résultats reste malgré tout à questionner. En effet, celui-ci est calculé par rapport à l'âge chronologique des enfants. Or, certains auteurs ont mis en évidence qu'il paraissait plus pertinent de comparer les enfants à la norme à partir de leur âge auditif, ce qui correspond à la durée d'utilisation de leur implant (e.g. Duchesne et al., 2010; Flipsen, 2011). Les résultats de notre étude vont dans le même sens. Nous avons en effet comparé les résultats des enfants de notre cohorte à ceux d'enfants entendants d'âge auditif équivalent : afin de prendre en compte leurs capacités initiales, nous avons pris comme âge de référence leur âge de développement langagier moyen obtenu lors du bilan pré-implantation, auquel nous avons ajouté leur âge auditif (soit 12 mois à T5). Lorsque nous suivons ce raisonnement, l'âge de développement moyen des enfants de notre cohorte 12 mois post-activation est alors compris dans les variations normales de développement. Leur niveau langagier après un an d'expérience auditive semble donc être indexé sur leur niveau de compétences communicatives pré-implantation (comme cela est déjà noté par Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005, en s'appuyant sur les résultats de Tait, 1993, pour le développement prélinguistique). De fait, et malgré le faible nombre d'enfants dans notre cohorte, nous suggérons que l'âge de développement langagier initial pourrait être une donnée essentielle à prendre en compte au moment de la décision d'implantation. Des enfants trop retardés en pré-implant ne pourraient en effet pas rattraper leur retard, du moins au cours de la première année. De faibles QDL pré-implantation pourraient donc être considérés comme étant des facteurs de risque d'un faible développement langagier ultérieur. Pour confirmer cette hypothèse, il pourrait être intéressant de poursuivre cette étude afin d'observer quel sera leur développement langagier au cours des prochaines années, une accélération des acquisitions lexicales, par exemple, pouvant être observée entre 1 et 2 ans, puis de manière plus importante entre deux et trois ans après l'implantation pour se stabiliser après 4 ans d'expérience auditive (Le Normand, 2005). Un test évaluant leur richesse lexicale pourrait également être proposé afin de préciser ces résultats. Néanmoins, les enfants présentant un retard initial devraient de toute façon, être suivis de manière plus intensive que ceux développant leurs compétences prélinguistiques de manière appropriée.

En ce qui concerne le mode de communication utilisé par et avec les enfants, on constate que les enfants qui n'ont pas réussi à développer leur langage oral et qui utilisent la Langue des Signes réussissent à obtenir un gain moyen similaire à ceux se développant à l'oral seul. Ces enfants semblent donc bénéficier de l'apport d'un mode de communication augmenté pour se faire comprendre et communiquer avec leur environnement. De fait, si pour le moment, nous n'observons que peu d'évolution à l'oral seul, nous pensons que ces enfants pourront prendre appui sur leur communication signée pour développer ultérieurement leur langage oral (Ruben & Schwartz, 1999). L'enfant qui bénéficie d'oral accompagné de LPC à la maison (Diane), semble, quant à elle, développer son langage oral conformément à la moyenne. Enfin, Jeanne qui bénéficie d'oral seul se développe légèrement mieux que la moyenne. Cependant, la forte hétérogénéité des profils

communicatifs des enfants, et le faible nombre de participants dans chaque catégorie ne nous permet pas de tirer de conclusion en ce qui concerne le mode de communication le plus approprié à utiliser avec ces enfants à partir de nos résultats. Nous essaierons toutefois d'expliquer par la suite les différences interindividuelles dans les scores langagiers observées dans nos résultats (cf. § II.5.1.4.).

II.6.1.1.3. Développement social

A notre connaissance, aucune étude n'a mesuré le développement des habiletés sociales à partir du Brunet-Lézine chez des enfants sourds implantés. Trois études cependant, semblent s'intéresser à ces compétences chez des enfants implantés en les testant à l'aide des échelles de socialisation et d'autonomie dans la vie quotidienne du VABS (Horn, Pisoni, et al., 2005; Kutz et al., 2003; Le Maner-Idrissi, Barbu, et al., 2008). Elles montrent que la maîtrise des conventions sociales des enfants de leurs cohortes semble légèrement inférieure à ce qui est attendu à leur âge chronologique lors du bilan pré-implant (Horn, Pisoni, et al., 2005; Kutz et al., 2003; Le Maner-Idrissi, Barbu, et al., 2008) et qu'elle s'améliore significativement au cours de la première année grâce à l'augmentation de leur expérience auditive (Le Maner-Idrissi, Barbu, et al., 2008). Le Maner-Idrissi et al. (2008) mettent également en évidence que leurs compétences en autonomie sociale dans la vie quotidienne sont inférieures à la moyenne au cours de la première année post-activation. Prenant en compte ces résultats, nous avons suggéré que le quotient de développement social obtenu au Brunet-Lézine par les enfants de notre cohorte serait inférieur à la norme, à tous les temps.

Nos résultats ne nous permettent pas de confirmer cette hypothèse en pré-implant. En effet, les cinq enfants de notre cohorte ayant moins de 18 mois lors du bilan pré-implantation présentent des résultats, à l'échelle de sociabilité, conformes à la norme ou légèrement retardés à T1 (QDS : Timéo=89 ; Diane=83 ; Eliott=82 ; Jeanne=86 ; Léo=105). Seuls les deux enfants les plus âgés de notre cohorte présentent des scores significativement inférieurs à la norme (QDS : Maël=79 ; Nadia=52) lors du bilan pré-implantation. Cependant, au fur et à mesure du temps, les QDS de tous les enfants chutent, excepté pour Jeanne dont le QDS à T4 augmente. Ce résultat pourrait donc rejoindre notre hypothèse initiale.

Néanmoins, il nous paraît difficile, voire presque erroné, de discuter nos résultats en comparant les scores obtenus à des échelles différentes. En effet, les items du Brunet-Lézine sont très diversifiés (nous le discuterons d'ailleurs § II.6.2.2.), et le quotient de développement obtenu ne nous permet pas d'isoler spécifiquement les deux types de compétences mises en évidence par les deux échelles du VABS. De fait, pour mieux comprendre les raisons de cette chute des QDS, il nous paraît nécessaire de faire une analyse des items principalement échoués :

- « Fait boire, fait manger ou coiffe l'adulte (2 réussites sur 3) » est échoué pour Timéo à 18 mois 21 jours, Eliott à 19 mois 18 jours et Jeanne à 21 mois 8 jours :

ils peuvent le faire avec la poupée mais ne sont pas encore entrés dans le jeu social avec l'adulte, alors que ceci est attendu à 17 mois ;

- « Lave ses mains et essaie de les essuyer » est échoué pour Eliott à 25 mois 29 jours, ce qui fait chuter de manière importante son QDS, car l'item est attendu comme acquis à 24 mois;
- « Enfile seul ses chaussons ou ses chaussettes » est échoué chez Nadia à 36 mois 26 jours et à 43 mois 6 jours, alors que la réussite à cet item est attendue à 30 mois ;
- « Exécute des instructions avec la poupée », est un item dont l'acquisition est attendue autour de 20 mois. Les enfants de notre cohorte ne l'acquièrent que beaucoup plus tardivement lorsque la consigne est donnée à l'oral seul. En revanche, les enfants bénéficiant de signes de la Langue des Signes ou du code dans leur environnement peuvent l'obtenir plus tôt si ces modes de communication sont utilisés avec eux pour soutenir l'oral. Par ailleurs, on observe que les autres peuvent l'obtenir avec des gestes conventionnels, ce qui n'est pas cotable mais néanmoins intéressant à relever qualitativement ;
- « Comprend deux prépositions : dans, sur, derrière, devant, dessous » est un item qui est échoué par tous les enfants à tous les temps.

Nous pouvons remarquer ici que deux des items échoués lorsque les enfants grandissent sont des items faisant intervenir des capacités langagières. QDL et QDS sont d'ailleurs corrélés positivement dès 6 mois post-activation. De fait, lorsque des enfants en difficulté langagière sont évalués avec cette échelle, ces items peuvent être échoués. En effet, nous n'évaluons pas ici seulement la capacité des enfants à répondre à l'activité sociale, nous testons également leur capacité à comprendre les consignes à l'oral. C'est d'ailleurs pourquoi Jeanne, qui progresse à chaque temps post-activation sur le plan langagier, et plus particulièrement entre T3 et T4, voit son QDS augmenter de manière importante à T4. Les capacités langagières semblent donc avoir un fort impact sur les résultats de sociabilité obtenus avec ce test. Cette remarque est également faite par Horn et al. (2005) au sujet du VABS, puisque, sur les 60 premiers items évaluant les capacités d'autonomie dans la vie quotidienne, 7 impliqueraient que les enfants répondent à une consigne orale, et 9 items des 42 premiers items de l'échelle d'autonomie dans la vie quotidienne feraient intervenir du langage en expression ou en réception. Les auteurs suggèrent donc que les conclusions de leurs tests doivent être nuancées.

Par ailleurs, deux autres items échoués ici sont des items reflétant l'autonomie personnelle des enfants. Dans notre étude, les parents ont déclaré le faire à leur place. Par exemple, à 9 mois post-activation, lorsqu'Eliott âgé de 25 mois échoue l'item « lave ses mains et essaie de les essuyer », sa mère nous signifie qu'elle les lui lave, « pour ne pas qu'il en mette partout ». Nadia quant à elle, échoue très longtemps l'item « enfile ses chaussons ou ses chaussettes ». Là encore, ses parents déclarent ne pas la laisser faire seule. Cela rejoint les conclusions de Le Maner-Idrissi et al. (2008) qui suggèrent que les enfants

implantés seraient surprotégés du fait de leur surdité. Leur QDS ne refléterait donc pas totalement leur niveau de développement réel puisqu'il serait également influencé par les attitudes éducatives des familles.

Enfin, le dernier item échoué à l'âge attendu, par trois enfants sur sept, reflète normalement les capacités de l'enfant à rentrer dans le jeu de faire semblant. Or plusieurs études ont montré que le développement du jeu symbolique et du système langagier étaient liés, soulignant tous deux le développement des compétences représentationnelles (Lewis, Boucher, Lupton, & Watson, 2000; Quittner, Leibach, & Marciel, 2004). Nous pouvons donc nous demander si l'échec observé chez les enfants de notre cohorte à cet item peut être un indicateur de leurs résultats langagiers aux différents temps de notre étude longitudinale. Les résultats de Jeanne semblent aller à l'encontre de cette supposition. En effet, alors qu'elle acquiert cet item à l'âge chronologique le plus avancé, elle est celle de notre cohorte qui développe le mieux son langage oral. De fait, il nous a paru important de nous reporter aux pourcentages de réussite de cet item chez les enfants entendants de la population d'étalonnage. Nous observons que seuls 52% des enfants ont obtenu cet item à 17 mois, 63 % à 18 mois et 90% à 20 mois. Il nous semble donc que le retard d'acquisition observé chez quelques enfants de notre cohorte n'est pas un élément alarmant, ces derniers faisant simplement partie des enfants l'acquérant tardivement.

Compte tenu de ces remarques, nous suggérons que même si nos résultats bruts semblent indiquer que les performances sociales des enfants de notre cohorte se dégradent en post-implantation, il s'agit essentiellement d'une conséquence issue de facteurs externes à leurs capacités de sociabilité réelles, et en particulier de facteurs langagiers.

II.6.1.2. Communication prélinguistique et rôles interactifs

Nous observons dans nos résultats que la communication préverbale des enfants de notre cohorte implantés avant 18 mois n'est pas retardée par rapport à la population d'échantillonnage de l'ECSP, contrairement à celle développée par les enfants les plus âgés de notre cohorte. Néanmoins, tous les enfants voient leurs capacités communicatives augmenter au fil du temps. Ces résultats rejoignent les conclusions de plusieurs études qui montrent que les enfants implantés entrent bien dans la communication (Briec et al., 2012; Le Maner-Idrissi et al., 2010; Le Maner-Idrissi, Pajon, et al., 2008; Tait, De Raeve, et al., 2007). Néanmoins, il nous paraît important d'observer plus précisément le développement des conduites des enfants pour chacune des trois fonctions du développement socio-communicatif évaluées par l'ECSP. Nous discuterons donc ci-dessous les résultats enregistrés pour les échelles d'interaction sociale, d'attention conjointe et de régulation du comportement.

II.6.1.2.1. Développement de l'interaction sociale

Nos résultats mettent en évidence que les capacités d'interaction sociale moyennes des enfants de notre cohorte (âgés de moins de 30 mois lors des passations) sont le plus souvent significativement inférieures à la norme théorique de l'échelle. Cependant, tous les enfants, y compris les plus grands, voient leurs compétences progresser au fil du temps. Seul Timéo semble en difficulté pour répondre aux interactions à T3 et T4 et ne progresse pas en maintien de l'interaction : il se positionne en effet très souvent dans l'opposition lors des évaluations post-activation, et joue beaucoup seul, comportement qui peut être en partie lié aux conduites éducatives.

Lorsque l'on s'intéresse aux rôles interactifs pris par les enfants de notre cohorte, nous pouvons remarquer qu'ils présentent de bonnes capacités moyennes d'*initiation de l'interaction*, et ce, à tous les temps post-activation. Cette observation rejoint celle de Tait et al. (2007) qui montrent que les enfants de leur cohorte (certes implantés avant 12 mois) présentent un bon niveau d'autonomie dans l'initiation des échanges vocaux et gestuels. S'ils jouent plus souvent seuls en pré-implant (Prezbindowski, Adamson, & Lederberg, 1998), les enfants deviennent ensuite capables de mieux prendre en compte leur partenaire d'interaction et de mieux organiser leurs activités pour que l'adulte interagisse avec eux. L'implant semble donc permettre aux enfants d'être plus actifs dans les interactions (Briec, 2012).

La réponse et le maintien des interactions sont par contre des rôles beaucoup plus complexes pour eux, même après l'implantation. 12 mois après l'activation de leur implant, ils ne réussissent pas à obtenir les items du niveau symbolique (niveau 4) en *réponse à l'interaction sociale*. L'âge à l'activation est alors inversement corrélé avec les capacités des enfants à ce temps : plus les enfants sont jeunes et ont été implantés tôt, mieux ils répondent à l'interaction sociale à l'oral seul. Cependant, l'usage d'un mode de communication augmentatif permet aux plus grands d'atteindre le même niveau que les autres enfants de notre cohorte. Par ailleurs, si les enfants sont capables de *maintenir les interactions* en pré-implant, leurs compétences moyennes ont tendance à stagner ensuite jusqu'à 9 mois post-activation, période à laquelle certains enfants rattrapent leur retard dans ce domaine.

Cette différence notable dans les résultats entre les rôles nous amène à questionner le type d'échanges impulsés par les enfants sourds de notre cohorte. D'un point de vue qualitatif, on observe qu'au moins trois enfants sur les sept sont très directifs dans leurs échanges, même après l'implantation. Il pourrait donc être très intéressant d'analyser plus en profondeur le type d'interactions produites par les enfants. Nous observons en effet, que comme les enfants sourds non implantés (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005), certains sont très centrés sur leurs désirs et leurs besoins, sont intolérants à la frustration, et utilisent essentiellement la fonction proto-impérative de la communication. L'objet de leurs initiatives d'interaction est donc plus focalisé sur des demandes à l'adulte. Cet aspect pourra être exploré afin de déterminer si les formes utilisées pour initier les interactions en post-

implant sont liées ou non au développement des réponses et du maintien des interactions ainsi qu'au développement langagier de ces enfants.

Une nuance cependant peut-être apportée à nos résultats, un facteur intrinsèque à l'épreuve pouvant les impacter, et ainsi participer à expliquer cette différence notable de résultats entre les séries. Certains items d'initiation du niveau le plus élevé évalué par l'échelle (niveau « symbolique ») sont des items non langagiers, contrairement aux items de réponse à l'interaction de niveaux 3,5 (conventionnel verbal) et 4 (symbolique) qui nécessitent la maîtrise en réception ou en production du langage. Il pourrait donc être intéressant d'adapter l'échelle en ajoutant des items n'impliquant pas de langage aux items langagiers des niveaux 3,5 et 4, afin de voir si cette disparité de niveaux dans les rôles communicatifs est effectivement retrouvée chez les enfants implantés.

II.6.1.2.2. Développement de l'attention conjointe

Les capacités moyennes d'attention conjointe des enfants de notre cohorte âgés de moins de 30 mois sont préservées à tous les temps, excepté à 3 mois post-activation, où tous les enfants obtiennent un niveau « conventionnel gestuel », quel que soit leur âge chronologique. Les autres enfants ont été exclus de l'analyse statistique, ne pouvant plus être comparés à la population d'étalonnage puisque celle-ci s'arrête à 30 mois. Néanmoins, il nous parait important de discuter, à chaque temps, des résultats individuels de tous les enfants de notre cohorte.

Evaluation pré-implantation- Tous les enfants (excepté Timéo qui est chuté) *répondent à l'attention conjointe* avec des comportements de niveau « conventionnel gestuel », attendus entre 7 à 16 mois. Les enfants les plus jeunes de notre cohorte obtiennent donc un niveau de réponse à l'attention conjointe compris dans les variations normales de développement. En revanche, les enfants de notre cohorte âgés de plus de 17 mois présentent des capacités chutées. Ils échouent en effet aux items faisant intervenir du langage en réception comme en production. Ces résultats rejoignent en partie ceux observés par Prezbindowski et al. (1998), qui ont mis en évidence que les capacités d'attention conjointe des enfants sourds de mères entendantes étaient similaires à celles de leurs pairs entendants, jusqu'à 18 voire 22 mois, c'est-à-dire jusqu'au moment de l'explosion lexicale chez les enfants entendants. L'ECSP ne positionnant pas l'entrée dans le niveau « conventionnel verbal » après 18 mois, mais dès 17 mois, cela induit une légère différence dans nos résultats. En effet, Léo, âgé de 17,56 mois, présente un score identique aux enfants âgés de moins de 17 mois. Il est donc ici chuté, ce qui n'aurait pas forcément été le cas dans l'étude de Prezbindowski et al. (1998). Si l'on sait que le langage joue un rôle instrumental dans la mise en place et le maintien de l'attention conjointe (Baldwin, 1995), il reste, avant l'entrée dans le niveau « conventionnel verbal », lié au contexte et semble alors pouvoir être aisément remplacé par des gestes ou d'autres conduites communicatives, ce qui n'entrave pas le développement des épisodes d'attention conjointe. En revanche, après 18 mois, alors que les enfants entendants

commencent à utiliser un langage plus complexe leur permettant d'exprimer des idées plus abstraites, les enfants sourds ont tendance à stagner, ce que nous observons nettement ici. En effet, à cette période, les mots deviennent des supports de l'attention conjointe, en permettant aux partenaires d'interaction d'évoquer des objets absents voire imaginaires (Werner & Kaplan, 1963, cités par Prezbindowski et al., 1998), ou en devenant eux-mêmes l'objet de l'attention partagée (Jones & Adamson, 1987). Le développement de l'attention conjointe (et plus particulièrement de la RAC) des enfants de notre cohorte rencontrés en pré-implant après 17/18 mois, semble donc entravé par leur perte auditive (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005).

Les capacités d'*initiation de l'attention conjointe* présentées par l'ensemble des enfants de notre cohorte sont, pour leur part, plus déficitaires, puisque les résultats de 5 enfants sur 7 sont chutés. Deux des quatre plus jeunes ont du mal à diriger l'attention conjointe des adultes par un pointage, et les plus âgés restent là encore pénalisés par leur non maîtrise du langage. Nos résultats peuvent être mis en perspective avec ceux de Prezbindowski et al. (1998), puisque les enfants sourds de leur étude passent significativement moins de temps dans des épisodes d'attention conjointe et significativement plus de temps à jouer seuls que leurs pairs entendants.

En ce qui concerne le *maintien de l'attention conjointe*, on observe que tous les enfants de notre cohorte restent à un niveau complexe (excepté pour Nadia, la plus âgée, qui ne maintient jamais l'interaction). Ils ne réussissent pas à maintenir l'attention sur un objet ou une situation au cours d'une série de trois échanges successifs en utilisant le pointage en réception ou en production. Cela peut être lié aux comportements maternels : il a en effet été montré que les enfants sourds nés de mères entendantes ont des interactions plus courtes que celles retrouvées dans des dyades mère sourde-enfant sourd ou mère entendante-enfant entendant (Quittner et al., 2004; Tasker et al., 2010). Les mères entendantes d'enfants sourds auraient en effet plus de difficultés à réengager l'attention de l'enfant dans une activité commune lorsque celui-ci décroche (P. E. Spencer et al., 1992). Par ailleurs, il a été montré que les enfants sourds, même à un jeune âge, présentaient d'importantes difficultés d'attention soutenue (Barker et al., 2009). Le maintien de l'attention conjointe semble donc être impacté doublement par la surdité.

Trois mois post-activation- Dans les premiers mois après l'activation, nous observons que les capacités de *réponse et d'initiation de l'attention conjointe* présentées par les enfants de notre cohorte stagnent. Leurs résultats moyens globaux deviennent donc significativement inférieurs à la norme, comme ce qui est observé pour les enfants sourds après 18 à 22 mois (Prezbindowski et al., 1998). En revanche, leurs compétences de *maintien de l'attention conjointe* progressent significativement. Nous pensons donc que le fait de commencer à détecter les sons de l'environnement et à percevoir la voix de l'adulte va permettre aux enfants de porter une attention plus importante aux différentes composantes de

l'interaction que sont le partenaire d'interaction et l'objet de l'attention partagée (Tait, De Raeve, et al., 2007). Des modifications dans les échanges interpersonnels entre les partenaires familiers d'interaction et l'enfant peuvent également apparaître. En effet, dès lors qu'ils savent que leur enfant peut les entendre, les parents entendants adapteront leurs sollicitations, en cherchant davantage à entrer dans des échanges complexes avec celui-ci, ce qui sera d'ailleurs favorisé par ses réponses croissantes aux stimulations auditives (Tasker et al., 2010). De fait, même si les enfants de notre cohorte n'entrent pas dans un niveau « conventionnel verbal » puisque le niveau implique forcément la maîtrise de mots (pas de prise en compte dans l'ECSP de l'initiation de l'attention conjointe uniquement à l'aide de gestes conventionnels par exemple), ils assoient et stabilisent toutes leurs compétences à un niveau conventionnel gestuel.

A partir de six mois post-activation- Leurs capacités d'attention conjointe progressent dans l'ensemble. Si cela n'est pas observé pour tous les enfants, nous pouvons néanmoins noter que le niveau global d'attention conjointe moyen pour tous les enfants redevient non significativement différent de la norme et progresse ensuite à 9 et 12 mois post-activation. Une amélioration notable du niveau *d'initiation et de réponse à l'attention conjointe* est d'ailleurs retrouvée entre 9 et 12 mois post-activation dans nos résultats. L'accès aux stimulations sonores grâce à l'implant faciliterait ainsi la mise en œuvre des épisodes d'attention conjointe (Tait, 1993). Il permettrait donc aux enfants de ne pas stagner au niveau « conventionnel gestuel », comme ce qui est observé chez les enfants sourds après 22 mois dans l'étude de Prezbindowski et al. (1998).

II.6.1.2.3. Développement de la régulation du comportement

Les capacités de l'enfant à changer son comportement face à son interlocuteur ou à influencer celui d'autrui ont également été évaluées. Ces capacités sont en effet essentielles pour un bon déroulement des interactions. Nous n'avons pas trouvé d'études distinguant spécifiquement cette compétence dans le développement précoce des enfants. En revanche, plusieurs études montrent que les enfants sourds de parents entendants d'âge scolaire présentent plus souvent des troubles du comportement que les enfants entendants de parents entendants (Mitchel & Quittner, 1996). Cette observation a également été répliquée avec des enfants d'âge pré-scolaire (Barker et al., 2009). Si nos résultats ne permettent pas de pointer distinctement ces troubles du comportement chez les enfants sourds de notre cohorte lors du bilan pré-implantation, ils montrent néanmoins qu'ils ont plus de difficultés à *répondre à la régulation du comportement* imposée par l'adulte, qu'à l'*initier.* Les enfants semblent donc plus centrés sur leurs propres comportements que sur ce qui est demandé par l'adulte. Cependant, on observe une progression de leurs capacités en post-implantation. Ainsi, l'arrivée d'un input auditif, via l'implant, paraît bénéfique pour le développement de la régulation du comportement. Notre étude restant préliminaire au vu du faible nombre de sujets inclus et de la grande variabilité de leurs résultats (surtout en pré-implant), il pourra être intéressant de mener une étude de plus grande envergure, pour voir si les problèmes

de comportement observés chez les enfants sourds et peu expliqués à l'heure actuelle, peuvent être mis en lien avec leurs capacités de réponse à la régulation du comportement dans la première année de vie.

II.6.1.3. Développement des capacités perceptives

II.6.1.3.1 Une amélioration de la capacité de perception des sons environnementaux ?

Compte-tenu de ce qui est usuellement décrit du développement perceptif des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, nous avions fait l'hypothèse que les enfants de notre cohorte détecteraient, en moyenne, moins de sons que les enfants entendants lors de la première année d'implantation, même si leurs capacités perceptives devraient s'améliorer significativement au cours des mois suivant l'activation de leur implant.

Comme dans les études de De Raeve (2010) et de Martines et al. (2013), nos résultats montrent que les enfants de notre cohorte n'étaient capables, lors de l'évaluation pré-implantation, de détecter qu'un petit nombre de sons environnementaux. C'est à 3 mois post-activation qu'ils deviennent capables de détecter un nombre significativement plus élevé de sons. Si ce score, en moyenne, stagne voire subit une légère baisse à 6 mois post-activation, la tendance à la hausse reprend dès 9 mois post-activation. Leurs capacités perceptives s'améliorent donc nettement au cours de la première année suivant leur implantation. Nous observons d'ailleurs qu'à partir de 9 mois post-activation, leurs résultats ne sont plus significativement différents de ceux obtenus par les enfants entendants du groupe contrôle. A 12 mois post-activation, certains enfants implantés arrivent même à détecter la quasi-totalité des sons présentés, au même titre que les enfants entendants. Cela insiste donc sur l'apport indéniable de l'implant (et de la rééducation) dans la perception des sons, qu'ils soient vocaux (e.g. Bergeson et al., 2003; Calmels et al., 2004; Geers, Brenner, et al., 2003; Gordon et al., 2000) ou non vocaux (e.g. Inverso & Limb, 2010; Uziel et al., 1992). Cependant, nos résultats ne confirment que partiellement notre hypothèse, puisque nous ne pensions pas qu'ils seraient en mesure, un an post-activation, de détecter le même nombre de sons que les enfants entendants.

II.6.1.3.2. Etapes du développement perceptif

Le résultat précédent, quoique très intéressant reste à nuancer puisque nous n'avons pas d'information sur le traitement qu'ils font de ces sons. Le fait de pouvoir détecter les sons ne signifie pas qu'ils sont capables de les identifier, et donc d'y mettre du sens, comme peuvent le faire les enfants entendants (Berland et al., 2013; Berland, Gaillard, Guidetti, & Barone, en révision). Si cette détection évolue largement pendant la première année post-implant, nous ne pouvons donc rien conclure quant à l'identification des sons, c'est-à-dire à leur compréhension. Cependant, il est très positif de constater que les enfants peuvent avoir leur système attentionnel de plus en plus impliqué dans la perception de ces

sons, et l'on pourra supposer que cet apprentissage à la détection contribuera probablement au développement de l'identification.

Par ailleurs, nous avons montré chez les entendants, que, même si les enfants sont tous capables de détecter les sons, ils ne réagissent pas tous à tous les stimuli. Plusieurs étapes semblent alors se dégager dans la manière de réagir aux sons à mesure que les enfants grandissent : plus les enfants entendants sont âgés, moins ils réagissent aux sons pendant les périodes de jeu, les sons semblant faire partie de leur monde auditif habituel. Il s'agit ici d'un phénomène d'habituation et d'inhibition des distracteurs (Logan, 1994). Cette décroissance n'est pas observée chez les enfants implantés de notre cohorte à 12 mois post-activation. Nous pouvons donc nous poser la question de savoir si les enfants implantés n'ont pas plus de difficultés à considérer ces sons comme des distracteurs, peut-être par manque d'identification, que celle-ci soit juste ou fausse. En revanche, deux étapes semblent se dégager chez ces enfants : aucune réaction aux sons (lorsque les enfants sourds profonds ne sont pas appareillés), puis réactions importantes souvent accompagnées de réactions émotionnelles après l'implantation. Etant donné que nous constatons, 12 mois post-activation, une baisse en moyenne du nombre de réactions émotionnelles associées à la détection des sons, nous pouvons faire l'hypothèse qu'une baisse des réactions devrait également se produire au cours du développement futur des enfants implantés. Ces éléments semblent intéressants et devront être explorés de manière plus approfondie, afin de déterminer à quel âge la diminution du nombre de réactions s'opère chez les enfants entendants et si ce pattern développemental et sa temporalité sont retrouvés chez les enfants implantés. Pour ce faire, il semble pertinent de mener une étude longitudinale plus longue et avec un plus grand nombre de sujets. La comparaison devra être menée en tenant compte à la fois de l'âge chronologique mais aussi et surtout de l'âge auditif des enfants.

II.6.1.3.3. Evolution au cours du temps de la détection des sons

D'un point de vue purement technique, les enfants sont capables de détecter la majorité des sons présentés dès les premières semaines suivant l'activation de l'implant cochléaire. Comme le montrent Uziel et al. (1992) dans une étude déjà ancienne, les enfants implantés sont capables dès 3 mois post-activation de détecter les sons de l'environnement tels que le froissement de papier. Dans notre étude, cependant, nous avons pu constater que les réactions aux sons n'apparaissaient pas toutes au même moment, même si la majeure partie d'entre elles apparaissent à 3 ou 6 mois post-activation. Certains stimuli auditifs, transmis par l'implant, semblent ne pas avoir été traités par l'enfant. Nous avons donc cherché à déterminer si certaines caractéristiques acoustiques, subjectives, et sémantiques des sons pouvaient expliquer pourquoi certains sons semblaient être perçus plus tôt que d'autres. Nous n'avons malheureusement pas réussi à répondre à cette question, car le choix initial des sons utilisés dans l'étude ne s'est pas fait en utilisant comme critère de sélection des caractéristiques acoustiques identifiables. Une des perspectives de notre travail pourra

donc être d'approfondir les liens entre les critères acoustiques des sons et le codage fait de ces sons par l'implant, à la lumière des autres études réalisées sur les sons environnementaux (Inverso, 2009; Inverso & Limb, 2010; Shafiro, Gygi, Cheng, Vachhani, & Mulvey, 2011). Le test de la pièce sonore semble d'ailleurs particulièrement adapté à une telle étude puisque même si les capacités des implants actuels leurs permettent de retranscrire une plage importante de fréquences, il n'en reste pas moins que les sons de l'environnement ne sont pas des sons purs mais des sons multi-fréquentiels complexes possédant des caractéristiques extrêmement variées avec très peu de corrélations entre la sémantique de ces sons et leurs caractéristiques acoustiques. Il est alors possible que le codage des implants sur ces sons soit plus ou moins efficace selon le type de son. Trouver des prédicteurs à une prise en compte rapide de l'ensemble des stimuli auditifs permettrait d'améliorer le codage des implants et de réduire encore un peu plus le temps mis par les enfants pour développer leurs capacités auditives et donc au final leur langage.

II.6.1.4. Liens observés entre les différents domaines de développement

Si plusieurs relations ont été observées entre les différentes épreuves (cf. § II.5.5.), nous ne discuterons ici que des liens entre les résultats obtenus à l'ECSP et le développement langagier des enfants (Quotient de Développement Langagier ou Âge de Développement Langagier obtenu au BL-R).

Lien entre Attention Conjointe et Langage- Les interrelations entre les performances des enfants typiques aux échelles du Brunet-Lézine et de l'ECSP sont mentionnées dans les manuels révisés des deux tests (Guidetti & Tourrette, 2009 ; Josse, 2007). Le lien positif entre attention conjointe et langage y est notamment soulevé (corrélation partielle avec la variable âge comme variable contrôle). On sait que la surdité précoce constitue un obstacle à la mise en place des routines d'attention conjointe entre des parents entendants et leur enfant sourd (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005; Quittner et al., 2004), et que le langage joue un rôle instrumental dans la mise en place et le maintien d'épisodes d'attention conjointe (Baldwin, 1995, cité par Prezbindowski, Adamson, & Lederberg, 1998). Cependant, les enfants sourds de mères entendantes semblent avoir une trajectoire développementale de leur attention conjointe similaire à celle de leurs pairs entendants jusqu'à 18 voire 22 mois (Prezbindowski et al., 1998), malgré un développement langagier chuté. De fait, nous avons émis l'hypothèse que le lien entre attention conjointe et langage ne devrait pas être retrouvé en pré-implant. En revanche, certaines études ayant montré que l'implantation, et donc l'utilisation conjointe du canal auditif et du canal visuel, faciliterait le développement des habiletés d'attention conjointe chez l'enfant (Tait, 1993; Tait et al., 2000), nous devrions retrouver un lien entre le niveau moyen d'attention conjointe obtenu à l'ECSP et les résultats langagiers des enfants 12 mois post-implantation.

Nos résultats confirment notre hypothèse : *aucune corrélation entre ces deux capacités n'est retrouvée lors du bilan pré-implantation*. Les enfants développent alors tous un niveau d'attention conjointe moyen similaire, essentiellement basé sur l'utilisation de regards, de vocalisations et de gestes, quel que soit leur niveau langagier. En effet, leur développement lexical, à cette étape, est inexistant ou trop faible pour leur permettre d'utiliser un ou plusieurs mots dans leurs interactions. Ils restent donc à un niveau élémentaire d'attention conjointe, comme les enfants sourds de l'étude de Prezbindowski et al. (1998) par exemple.

En revanche, *12 mois post-activation, le lien positif entre capacités langagières et niveau d'attention conjointe, observé dans la population typique, apparaît dans nos résultats*. Ainsi, si en pré-implant leur développement est similaire à celui d'enfants sourds (ce qu'ils sont !), 12 mois post-activation, leur comportement se rapproche plus de celui observé chez les entendants. Les enfants sont bien entrés dans le monde sonore. Cependant leur niveau langagier est très hétérogène (comme retrouvé par exemple par Le Maner-Idrissi et al., 2009). De fait, si certains enfants peuvent utiliser conjointement le pointage et la dénomination dans leurs épisodes d'attention conjointe, leur permettant ainsi de bien entrer dans le « dialogue d'action » évoqué par Bruner (1983), d'autres n'en sont pas encore capables.

Les partenaires familiers jouant un rôle central dans la mise en place et dans le décours des situations d'attention conjointe (Guidetti & Tourrette, 2009; Le Maner-Idrissi, Pajon, et al., 2008; Tomasello & Farrar, 1986), il serait intéressant d'observer les dyades mère entendante-enfant sourd implanté en interaction comme l'a fait Tait dès 1994, mais également d'observer les échanges avec les autres partenaires familiers de communication de l'enfant. En effet, la qualité d'attention conjointe proposée par les parents semble avoir un impact très fort sur le développement des enfants (Tasker et al., 2010).

Lien entre Interaction Sociale et Langage- Nous observons également, en *pré-implant*, une *liaison positive entre le niveau obtenu à l'échelle d'interaction sociale de l'ECSP et l'âge de développement langagier obtenu au BL-R*, corrélation non observée dans les populations typiques. Plus les enfants ont un âge de développement langagier élevé en pré-IC, plus ils interagissent socialement avec l'adulte. Or les enfants ayant l'âge de développement langagier le plus élevé en pré-implant sont les enfants les plus âgés de notre cohorte. Nous pensons donc que ce résultat n'est pas indexé directement sur le niveau langagier des enfants, mais sur l'âge chronologique des enfants en pré-implant, même si nous ne retrouvons pas de corrélation avec l'âge, les résultats des plus jeunes étant très hétérogènes. Cependant nous avons vu dans nos résultats que plus les enfants étaient implantés tardivement moins ils réussissaient à améliorer leurs compétences langagières, résultat déjà régulièrement mis en évidence par la littérature (e.g. Boons et al., 2012; Tait, Nikolopoulos, et al., 2007; Tomblin et al., 2005). De fait, il n'y a pas matière à s'étonner de l'absence de cette corrélation à douze mois post-activation !

Lien entre Régulation du Comportement et Langage- Enfin, nos résultats mettent en évidence un *lien positif entre les capacités de régulation du comportement et l'âge de développement langagier* obtenu au Brunet-Lézine Révisé 12 mois post-activation. Plus les enfants obtiennent un niveau élevé de régulation du comportement, plus leur âge de développement langagier est élevé et inversement. Nous ne retrouvons donc pas la liaison négative observée dans la population d'étalonnage de l'ECSP pour les enfants de plus de 18 mois. Les auteurs expliquaient alors que la maîtrise croissante du langage permettait aux enfants de gagner en autonomie par rapport aux consignes des adultes (Guidetti & Tourrette, 1995). Dans le cas de notre population, les enfants n'ayant pas encore atteint ou atteignant tout juste le niveau langagier des enfants de 18 mois, ils ne semblent pas encore en mesure de gagner cette autonomie. Il serait donc intéressant de prolonger notre étude pour voir si cette corrélation négative peut se retrouver par la suite.

Par contre, cette corrélation associée à la corrélation très forte observée entre les capacités d'attention conjointe et celles de régulation du comportement renvoie aux conclusions rapportées par Barker et al. (2009). Ces derniers montrent en effet un lien entre difficultés d'attention soutenue et difficultés langagières. Or l'attention soutenue est liée, dans leur étude, aux problèmes de comportement des enfants. Le langage semble donc avoir un effet indirect sur les troubles comportementaux, en limitant la capacité de l'enfant à communiquer avec ses parents et ses pairs ou en affectant sa régulation du comportement (Gallagher, 1999). Par ailleurs, Tasker et al. (2010) ont montré qu'il y avait un lien entre attention conjointe soutenue et compétences sociales. Les enfants présentant de bonnes capacités d'attention conjointe initieraient et s'engageraient davantage dans la communication et seraient moins dans l'opposition que ceux ayant une attention conjointe faible.

En conclusion- Tous ces éléments nous amènent à penser que la qualité et la richesse de la communication parents-enfant (Barker et al., 2009; Tasker et al., 2010) peut être un facteur explicatif des corrélations que nous observons, comme cela a déjà été largement montré chez les enfants typiques.

II.6.1.5. Eléments indicateurs d'une amélioration des performances langagières

Plusieurs études s'intéressent aux prédicteurs d'un bon développement langagier après implantation (Boons et al., 2012; Geers et al., 2007; Geers, Nicholas, et al., 2003; Tait et al., 2000). Si l'âge à l'implantation et le mode de communication semblent être deux prédicteurs majeurs, ils ne permettent malgré tout pas d'expliciter entièrement la variabilité du développement langagier observé chez les enfants implantés. De fait, plutôt que d'étudier si le développement pré-implant était prédicteur de scores élevés en post-activation, nous avons préféré nous focaliser sur l'amélioration langagière, prenant ainsi en considération la dynamique de l'évolution plutôt que la valeur brute atteinte.

Pour ce faire, nous avons donc réalisé des analyses de corrélation entre les scores obtenus aux épreuves proposées en pré-implant et le score d'amélioration du langage entre T1 et T5, en prenant également en compte la variable environnementale qu'est la participation familiale à T1 et à T5. Nos résultats mettent en évidence trois corrélations statistiquement significatives:

1) Une corrélation négative entre le niveau d'interaction sociale en pré-implant et l'amélioration du langage au cours de la première année post-activation.
2) Une corrélation positive entre les scores de participation familiale en pré-implant et l'amélioration langagière entre T1 et T5.
3) Une corrélation positive entre les scores de participation familiale à 12 mois post-activation et l'amélioration langagière entre T1 et T5.

Les autres scores obtenus en pré-implant ne semblent de fait pas avoir de rôle majeur dans l'amélioration observée du langage (mesuré par l'échelle de Langage du Brunet-Lézine Révisé) un an après implantation.

La première corrélation peut être expliquée de par l'âge chronologique des enfants de notre cohorte. Comme déjà vu dans le paragraphe II.6.1.2.1 abordant le développement des interactions sociales chez les enfants de notre cohorte, les enfants présentant les meilleurs scores d'interaction sociale en pré-implant sont les enfants les plus âgés. Or, on sait que l'âge à l'implantation a une influence notable dans le développement langagier ultérieur des enfants (Holt et al., 2004; Leigh et al., 2013; Tomblin et al., 2005). C'est donc sans surprise que l'on retrouve cette corrélation. Il pourrait néanmoins être intéressant de suivre le développement interactionnel et langagier des plus jeunes pour voir si ces deux capacités sont corrélées plus tard, comme le mentionnent Tait et al. (2000) trois ans post-activation.

Les deuxième et troisième corrélations mettent en évidence qu'une bonne implication familiale tout au long de la première année post-activation est nécessaire à une bonne amélioration des performances langagières précoces. Deux exemples peuvent être tirés de nos résultats. Le premier est le cas de Jeanne. Cette petite fille, qui présentait en pré-implant un quotient de développement langagier de 50, est la seule qui voit son QD langagier progresser de manière notable (QDL 12 mois post-activation=68). Cette progression semble en grande partie due à la forte implication familiale de ses parents. En effet, même s'ils n'obtiennent pas le score maximum de participation familiale, du fait de leur difficile acceptation de la surdité de leur fille, ils la sollicitent beaucoup et se montrent très impliqués dans sa prise en charge. A l'inverse, Maël ne développe que très peu son langage oral. Dès les premiers mois post-activation, la question de l'implication familiale est posée par les services de soin qui l'accompagnent. En effet, si la mère va apprendre la langue des signes dans une association, elle ne sollicite que peu son fils à l'oral à la maison. Son mode de communication principal est le « français signé chuchoté ». Par ailleurs, elle utilise essentiellement des mots pour s'adresser à lui et ne produit que très peu d'énoncés

complexes : il n'a donc que pas ou peu de sollicitations orales à la maison, et en aucun cas une "langue forte" (quelle qu'elle soit). Par ailleurs la mère ne s'implique que peu dans l'accompagnement thérapeutique de son fils. La participation familiale est donc faible. Cela n'empêche néanmoins pas Maël d'être un être communiquant (Bouvet, 1982; Tait, Nikolopoulos, et al., 2007). En effet, il peut utiliser beaucoup de gestes conventionnels et même associer ceux-ci, ce qui rapproche davantage sa communication de celle d'enfants sourds non implantés (Caselli & Voltera, 1990, in Lepot-Froment, 2000). Il pourrait donc être très intéressant de compléter cette étude par une exploration de ce qui, dans l'échelle de participation familiale, est indispensable à un bon développement langagier :

- Compréhension et acceptation de la surdité ?
- Niveau de stress des parents ?
- Quantité et qualité des interactions de communication parents/famille-enfant ?
- Modèle linguistique apporté ?
- Entretien des appareils auditifs et suivi de leur port ?

II.6.2. Intérêts et limites des outils utilisés avec notre population

II.6.2.1. De la difficulté à tester des enfants

Le premier élément qu'il nous semble important d'aborder ici est le challenge associé à l'évaluation longitudinale d'enfants issus de populations cliniques (absences, fatigue, etc., ce qui est également relevé, par exemple, par Tomblin et al., 2005). En effet, compte-tenu du fait qu'ils ont été rencontrés lors de rendez-vous de suivi programmés (UPIC), ils venaient pour réaliser une batterie importante d'évaluations sur une seule et même demi-journée. Ils pouvaient donc être fatigués, malades, ou refuser de faire les tests, etc. Or, les parents venant souvent de loin, il était difficile de planifier un nouveau rendez-vous. Nous avons donc pu observer ici une relation forte entre les résultats aux tests et le comportement des enfants au cours des évaluations (cf. Timéo à T3).

II.6.2.2. Intérêts et limites du Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997)

Le Brunet-Lézine, publié la première fois par Odette Brunet et Irène Lézine en 1951, est la seule échelle française évaluant le développement des enfants d'âge pré-scolaire Considérant que l'ordre d'apparition des comportements est globalement le même chez tous les enfants, ce baby-test permet de décrire les progressions psychomotrices et socio-langagières du bébé, et d'en apprécier le rythme de développement par le calcul des QD (partiels et global). Sa version révisée (Josse, 1997) est très utilisée aujourd'hui dans les pays francophones dans un contexte clinique, car elle est simple à faire passer (présence ou absence de comportements) et qu'elle permet, à partir d'un ensemble d'épreuves ordonnées par âge, d'avoir une vision globale du développement de l'enfant.

Dans notre étude, cet outil a été appréciable parce que ludique : tous les enfants ont alors pu se servir des situations proposées pour entrer en interaction avec l'expérimentateur dès le premier bilan. La mesure du quotient de développement global nous a paru intéressante, car elle constitue un marqueur précieux de la vitesse de développement de l'enfant par rapport à son âge chronologique au moment de l'évaluation, comme cela est également noté par d'autres études l'utilisant dans des cadres différents (e.g. Castellani, Ninoreille, Berger, & Perrin, 2011). Elle permet également d'apprécier l'évolution globale des enfants au cours du temps, lorsqu'elle est utilisée à différentes reprises (ce qui était d'ailleurs préconisé par Irène Lézine). Cette mesure nous paraît donc être un bon indicateur initial du développement des enfants. Néanmoins, comme on l'a indiqué au paragraphe II.6.1.1., et comme l'avait déjà dit Gesell dans le cadre de l'utilisation des baby-tests, le QD global reste peu instructif lorsqu'il est considéré seul, au vu de sa globalité. Par ailleurs, le QDG ne peut pas constituer l'indicateur unique du développement des enfants, ce dernier ne se déroulant pas selon un axe linéaire (Dubon & Candilis-Huisman, 1997). Si cela était déjà soulevé par les auteurs du Brunet-Lézine en 1951, dans le cadre d'évaluations avec des enfants dits typiques, cette observation revêt une importance primordiale dans le cadre d'une évaluation avec des enfants présentant un développement très asynchrone des différents domaines testés. Dans notre cas par exemple, la chute du QD partiel de langage peut alors avoir une incidence majeure sur le QD global.

L'utilisation des quotients de développement partiels permet donc non seulement d'avoir une approche plus fine de l'enfant (Dubon & Candilis-Huisman, 1997), mais également de voir dans quelle mesure les difficultés observées dans un domaine spécifique peuvent retentir sur le développement des autres domaines. Cependant, il est noté par Josse (1997) que « les résultats donnés sous forme de quotients partiels ne permettent pas une comparaison rigoureuse à 5 ou 10 points près » et doivent être « utilisés à titre indicatif et avec une grande prudence » (p.153). Nous avons effectivement remarqué que l'échec à un item dans un domaine de développement peut impacter de manière considérable le QD, et ce, d'autant plus que les enfants grandissent. En effet, si jusqu'à 10 mois, les acquisitions sont testées mois par mois, chaque item valant alors une fraction de 30 jours, elles sont ensuite évaluées tous les 2, 3, 4 et 6 mois, ce qui est cohérent avec le rythme de développement des acquisitions des enfants de la population d'étalonnage : les items réussis créditent alors l'enfant d'un plus grand nombre de jours de développement. Par exemple, chaque item de posture vaut 10 jours à 10 mois et 90 jours à 30 mois. La construction de ce test est donc certes adaptée à l'évaluation d'une population typique, mais reste discutable dans le cadre de l'évaluation d'enfants sourds implantés.

De même, pour la sociabilité et le langage, on observe que certains niveaux de développement ne comportent qu'un item. La réussite ou l'échec à ceux-ci impacte donc très fortement le QD partiel, et retentit également sur le QD global (déjà évoqué §.II.3.4.1.1.). En effet, si tous les items des autres domaines sont acquis, ces items "uniques'' sont alors déterminants dans le crédit ou non de l'âge de base. Par exemple, l'item langagier de 7 mois « utilise des émissions vocales, des gestes, ou crie pour attirer l'attention » est un item

acquis sans problème majeur par l'ensemble des enfants sourds de notre cohorte lors du bilan pré-implantation. Or, cet item étant le seul item langagier à 7 mois, et les items des autres domaines étant normalement acquis par les enfants de notre cohorte, 7 mois devient très souvent leur âge de base au test en pré-implant. Si cela est cohérent lorsque l'on évalue des enfants entendants, le fondement de l'échelle n'est pas adapté à des enfants sourds profonds. En effet, les items de langage des mois précédents, plus axés sur la réception du langage oral, ne peuvent pas être obtenus par ces enfants. De fait, le QDL est alors surcoté jusqu'à ce que l'enfant réagisse à la voix. Le mode de calcul qui consiste à créditer automatiquement les niveaux de développement antérieurs à l'âge de base pose donc question lorsque les enfants évalués ont un développement hétérogène.

D'autres inadaptations du test à notre population ont également pu être soulevées :

- Lorsque les enfants testés sont grands, mais qu'un domaine est fortement chuté, le contraire de l'exemple précédent peut également se produire. Par exemple, il suffit que l'enfant, trop grand pour jouer à jeter ses jouets (item de 7 mois), n'obtienne pas cet item de sociabilité, pour qu'il voie son âge de base chuter à 2 mois, les items langagiers des mois précédents n'étant pas acquis en pré-implant. Ce calcul amène donc l'enfant à être sous-coté.
- L'échelle de sociabilité pose aussi question, les items proposés étant de nature très variés. En effet, ils font alternativement intervenir des compétences de coordination, des capacités motrices, du langage etc. Dans le cadre de notre étude, les items faisant intervenir du langage, par exemple, sont très difficiles à obtenir pour les enfants et deviennent ainsi des obstacles à l'obtention d'un score reflétant leur développement réel. L'échec des enfants sourds à ces items de sociabilité peut en effet être dû davantage à leur retard langagier en lien avec leur perte auditive qu'à un réel retard de leurs compétences sociales. Par ailleurs, l'item de 30 mois (« comprend deux prépositions : dans, sur, derrière, devant, dessous ») nous semble peu pertinent pour notre population : en effet, est-ce une priorité pour eux d'acquérir la compréhension de prépositions alors que d'autres capacités langagières importantes ne sont pas mises en place ? Cet item de sociabilité ne semble pas évaluer ici un but développemental premier pour les enfants de notre population. Certains items peuvent donc être considérés comme inappropriés pour évaluer des enfants porteurs d'une déficience auditive. Cette observation, très marquée dans notre population, est également retrouvée dans d'autres échelles et baby-tests utilisés avec les enfants implantés (Horn, Pisoni, et al., 2005), et nous semble aussi valable dans le cadre de l'évaluation d'enfants tout-venants. Elle est en effet le reflet de la constitution même des échelles d'évaluation du développement, obligées de distinguer des compétences qui en fait sont liées dans le développement, ce dernier étant un processus global.

Dans le cadre de la recherche avec des enfants dont le développement est hétérogène, il paraît donc très important de ne pas se limiter aux analyses quantitatives des scores lorsque l'on utilise ce type d'outils. Une analyse qualitative item par item est alors indispensable pour pouvoir décrire l'enfant en termes de compétences et de déficits, ce qui permet un regard global sur l'enfant. Il nous semble donc tout à fait pertinent d'utiliser cette échelle dans un cadre de recherche pour décrire précisément les trajectoires développementales des enfants, tout comme dans le cadre clinique pour évaluer le développement individuel des enfants dans le but de mieux adapter la prise en charge à leurs besoins.

II.6.2.3. Intérêts et limites de l'Echelle d'évaluation de la communication sociale précoce (Guidetti & Tourrette, 2009)

La communication prélinguistique et la communication linguistique étant liées (Bruner, 1983; Guidetti, 2003), le suivi du développement des pré-requis au langage est très important, en particulier chez les enfants sourds. Cependant, évaluer les compétences communicatives précoces chez l'enfant est un challenge, et ce, d'autant plus lorsque l'on évalue un enfant sourd. Les cliniciens déplorent d'ailleurs souvent le manque d'outils leur permettant d'évaluer les compétences communicatives des enfants sans langage ou avec peu de langage (Guidetti & Tourrette, 1995). L'ECSP s'est donc avérée très utile pour évaluer les bébés sourds lors du bilan pré-implantation et au cours des premiers mois post-activation, même si des adaptations ont été nécessaires pour prendre en compte les caractéristiques spécifiques de notre population et les conditions particulières de passation (pour une description de ces adaptations, cf. § II.3.4.2).

Malgré ces adaptations, il est important de continuer à se questionner sur la pertinence d'évaluer des enfants atypiques avec des outils développés pour enfants typiques. En effet, la finalité des conduites évaluées n'est pas forcément la même pour des enfants typiques et des enfants « porteurs de handicap » (Mellier, 1992, cité par Tourrette, 1997). Et, même lorsque la finalité semble la même, comme dans le cas du développement perceptif et langagier des enfants sourds implantés cochléaires, les trajectoires développementales suivies peuvent être différentes, l'ordre d'apparition des comportements pouvant varier. S'il est souvent évoqué un retard de développement perceptif et langagier des enfants implantés (e.g. Govaerts, Schauwers, & Gillis, 2002; Le Normand, 2005), nous pouvons également pointer une temporalité différente du développement de certaines capacités. L'ECSP nous apporte alors de bons exemples pour illustrer cette remarque. Par exemple, pour évaluer le développement des capacités d'interaction sociale, l'échelle propose d'observer la séquence de comportements suivants lorsque « l'adulte appelle l'enfant par son prénom quand il est en train de jouer ». L'enfant peut alors :

- sourire « en entendant la voix de l'adulte sans forcément le regarder » : item de niveau simple ;

- se tourner « vers l'adulte en entendant sa voix sans forcément le regarder » : item de niveau simple ;
- cesser « brièvement son activité » et regarder l'adulte : item de niveau complexe.

Tous ces items sont attendus jusqu'à 6 mois. Dans le cas des enfants entendants, on observe qu'ils répondent d'abord sans le contact visuel même s'ils semblent tout de même porter de l'intérêt aux sollicitations des adultes, puis leur attention commence à pouvoir être dirigée à l'aide de la voix (se tourne vers l'adulte). Néanmoins, cet ordre d'acquisition des compétences ne semble pas être le même chez l'enfant implanté. Alors que l'enfant entendant peut traiter simultanément les informations auditives et visuelles, le jeune enfant sourd va communiquer dans un premier temps essentiellement par le regard (Mellier & Deleau, 1991). Une fois implanté, il va ensuite devoir apprendre à apprivoiser les stimulations auditives extérieures (Tomblin et al., 2005), en commençant par distinguer le silence du bruit (e.g. Loundon, Busquet, Denoyelle, Roger, & Garabédian, 2003). Il devra ensuite associer chaque bruit à une signification puis chaque mouvement labial à une information phonétique en faisant l'expérience des redondances entre les informations auditives et visuelles (Leybaert & Colin, 2007). Les associations audio-visuelles seront donc très importantes pour que l'enfant mette du sens sur son environnement. De fait, nous avons observé que l'ordre des étapes permettant à l'enfant de répondre à l'interaction était inversé : il regarde d'abord l'adulte, puis, seulement en deuxième instance, lorsque l'enfant devient capable d'être attentif à la voix et plus spécifiquement à son prénom, il peut alors sourire « en entendant la voix de l'adulte sans forcément se retourner ».

Afin de ne pas majorer leur déficit, comme c'est souvent le cas lorsque des enfants porteurs de handicap sont évalués à l'aide d'outils standardisés avec des populations typiques (Mellier, 1992), il nous semble important d'analyser l'évolution des conduites observées avec cette échelle en prenant en compte leur développement spécifique. Néanmoins, pour que cette démarche soit simple à réaliser, et que cette échelle soit plus facilement utilisable dans des situations cliniques avec des populations dites atypiques, nous pensons que les items devraient être indexés par fonction et non pas par situation comme c'est le cas à l'heure actuelle (ex. : « fait 'oui' ou 'non' de la tête ou pointe du doigt en réponse à l'adulte » est, dans l'ECSP, indexé avec la situation « présenter des jouets», et non pas suivant sa fonction « répond à l'attention conjointe »). En effet, même si le découpage en situation est une aide à la passation, il devient un obstacle à l'observation de ces différentes étapes. Il nous paraît donc judicieux de voir évoluer la feuille de notation de l'échelle, au même titre que les conditions de passation (cf. § II.3.4.2.). En revanche, un questionnement important devra être mené en amont pour bien déterminer ce que chaque item évalue, afin de pouvoir ensuite proposer aux cliniciens des possibilités d'adaptation de la passation en fonction de la population à laquelle ils sont confrontés. Cela permettra ainsi de nuancer les résultats quantitatifs observés.

II.6.2.4. Pertinence des adaptations proposées en lien avec la surdité des enfants

Nous focaliserons ici notre discussion sur la langue d'évaluation utilisée avec les enfants lors des passations. Dans notre étude, nous avons choisi de dissocier les résultats obtenus par les enfants avec et sans mode de communication augmentatif. En effet, les tests ayant été validés sur des populations d'étalonnage entendantes, donc à l'oral seul, il nous a semblé que cette dissociation permettait de ne pas altérer la validité et la sensibilité intrinsèque des tests utilisés. Ainsi, les comparaisons à la norme entendante n'étaient pas biaisées. Cependant, il nous a paru primordial de coter également ce que l'enfant était capable de produire lorsqu'il utilise tous les modes de communication dont il dispose, afin de mieux évaluer son niveau réel de développement. Cette méthodologie n'est pas employée à notre connaissance dans la recherche. En effet, lorsque les capacités perceptives ou langagières des enfants implantés sont évaluées, la majorité des chercheurs semblent utiliser l'oral seul, afin de comparer leurs résultats à la norme. A l'inverse, comme en clinique, plusieurs auteurs utilisent le mode de communication « préféré » de l'enfant pour évaluer son niveau de langage, et le comparent malgré tout aux normes des tests (cf. par exemple, Pipp-Siegel, Sedey, VanLeeuwen, & Yoshinaga-Itano, 2003; Tomblin et al., 2005; Yoshinaga-Itano, Sedey, Coulter, & Mehl, 1998). Tomblin et al. (2005) suggèrent en effet qu'évaluer les enfants implantés en utilisant leur mode préférentiel de communication est équivalent, sur un plan fonctionnel, à évaluer l'enfant entendant à l'oral, même si la forme est différente.

Cette prise de position nous semble être pertinente. En effet, lorsque l'on évalue l'enfant à l'oral seul, nous mesurons son aptitude à se conformer à la norme. Nous testons alors seulement ses capacités à acquérir les fondements structuraux du langage sans prendre en compte ses capacités réelles à entrer en communication (Briec et al., 2012; Le Maner-Idrissi et al., 2010), capacités qui se construisent en interaction. Or, les contextes d'acquisition du langage dans lequel les enfants implantés évoluent ne ressemblent souvent pas (et heureusement d'ailleurs) aux contextes d'acquisition proposés aux enfants entendants, si tant est qu'ils soient relativement homogènes. Le mode de communication utilisé par les familles entendantes avec leurs enfants sourds implantés évolue le long d'un continuum bipolaire dont les deux extrémités seraient un mode de communication oral seul vs un mode de communication visuo-gestuel seul (Lepot-Froment, 2000). Dans notre population en effet, certaines familles utilisent l'oral seul (accompagné très souvent malgré tout de mimogestualité), d'autres n'utilisant pas de langue des signes « officielle » créent des signes conventionnels « maison » ou « familiaux » (Lepot-Froment, 2000), d'autres encore proposent à leur enfant un environnement linguistique parlé et signé (dans notre cas, un français « plus ou moins signé »), d'autres enfin se forment au LPC et l'utilisent de manière plus ou moins systématique, et plus ou moins fluide (Bardin & Racine, 2010). La langue orale est donc le langage premier utilisé dans toutes les familles (comme d'ailleurs dans la majorité des familles entendantes ayant un enfant sourd, Tomblin et al., 2005), mais la langue-cible proposée par les familles est très variable. De fait, il semble qu'évaluer de

jeunes enfants en ne prenant pas en compte ce contexte particulier d'acquisition, et leur code de communication (Florin, 1999) peut être pénalisant pour eux.

De plus, les résultats de notre étude tendent à montrer que les scores bruts des enfants ne sont en moyenne, pas significativement différents à l'oral seul qu'en utilisant leur « mode de communication préféré ». Utiliser d'emblée le mode de communication préférentiel de l'enfant n'aurait donc, semble-t-il, pas modifié fondamentalement nos conclusions.

De fait, chaque fois que l'on étudie le développement communicatif et langagier global des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, nous pensons qu'il pourrait être intéressant et moins restrictif de prendre en compte leur modalité de communication préférée, ce qui nous amène ainsi à adapter les conditions de passation des tests choisis.

II.6.2.5. Intérêts et limites de la « Pièce Sonore »

L'épreuve de détection des sons environnementaux proposée ici a été créée dans le cadre de cette étude, pour pallier le manque d'outils objectifs permettant d'évaluer ces compétences chez l'enfant sourd porteur d'un implant cochléaire. Au cours de notre étude, nous avons pu apprécier l'utilité de cette épreuve, autant sur le plan de la recherche que dans une visée clinique. En effet, les tests audiométriques classiques nous renseignent sur la capacité qu'ont les enfants de détecter des sons purs et les questionnaires parentaux tels que la MAIS (Robbins, Renshaw, & Berry, 1991), l'IT-MAIS (Zimmerman-Phillips et al., 2000) ou le Listening Progress Profile (Nikolopoulos, Wells, & Archbold, 2000), restent dépendants de la subjectivité des parents (attention à la réaction de leur enfant aux sons, désirabilité sociale), ainsi que de ce qu'ils proposent au quotidien à leurs enfants comme situations de stimulation. De fait, observer rigoureusement les réactions du jeune enfant à des stimuli auditifs complexes émergents, en situation écologique de jeu, nous apporte des informations précieuses car complémentaires à celles obtenues par les autres tests. En effet, la situation proposée au cours du test se rapproche de ce que l'enfant vit au quotidien (sons environnementaux stimulant plusieurs bandes de fréquences contrairement aux sons purs, pas de conditionnement de l'enfant comme dans les tests pédiatriques d'audiométrie comportementale…). Les réactions observées chez l'enfant sont donc des réactions spontanées, qui illustrent alors non pas seulement leur capacité à percevoir les sons mais également comment ils les utilisent dans leur vie quotidienne. Cette question de nécessité versus possibilité de traiter des stimuli est peu abordée dans la littérature (Gaillard, Magnen, & Billières, 2006), mais nous semble essentielle ici.

Par ailleurs, réaliser ce test à chaque bilan d'évolution de l'enfant, apporte alors des informations objectives sur sa progression, la procédure et les sons proposés étant rigoureusement identiques à chaque fois. Chaque passation est donc un repère pour les passations ultérieures. A l'usage, nous avons également pu constater que ce test permettait de donner des informations précieuses pour affiner le réglage de l'implant, lorsque l'enfant était très petit et qu'il ne pouvait pas être conditionné avec le matériel présent dans les services.

De plus, le fait d'avoir comparé les résultats des enfants implantés à un groupe contrôle d'enfants entendants, permet d'avoir des repères sur la manière dont les enfants entendants utilisent ces sons dans leur quotidien au cours de leur développement. Nous pouvons alors obtenir des informations pertinentes sur la typicité du développement perceptif des enfants en ce qui concerne leur perception des sons environnementaux.

Cependant, l'intérêt de la tâche en fait aussi sa complexité à interpréter. En effet, le fait d'observer des réactions spontanées à un stimulus, conduit l'expérimentateur à ne pas demander à l'enfant de focaliser son attention sur le son. De fait, lorsque l'enfant implanté ne réagit pas, il est difficile de savoir s'il a détecté/perçu le son mais n'en a pas fait cas ou s'il ne l'a pas détecté du tout. Le nombre de sons considérés comme détectés et/ou localisés est donc une donnée indicative, reflétant l'attention que les enfants portent aux sons environnementaux, et non pas un score décrivant uniquement les capacités de détection de l'enfant. Si les professionnels souhaitent utiliser ce test comme un test de détection pure, afin de mesurer la capacité des enfants implantés à percevoir les sons de l'environnement, il paraît donc nécessaire de le proposer plusieurs fois d'affilée à l'enfant. En effet, ce dernier pourra réagir différemment lors d'une deuxième écoute.

Une autre limite à ce type de test a également pu être constatée lors des passations. Etant donné le choix fait de laisser les enfants libres de leurs mouvements afin d'insister sur le côté naturel de la situation, les difficultés intrinsèques de l'évaluation chez les jeunes enfants ont été majorées ici. En effet, ils pouvaient alors sortir du tapis de jeu plus facilement, et donc de l'angle de vue de la caméra, manifester un refus pour faire toute activité, porter leur attention sur l'environnement riche en stimuli divers etc. Il pourrait donc être pertinent pour limiter ces difficultés, de placer le tapis dans un espace relativement contenant et épuré afin d'éviter les détournements d'attention des enfants.

II.7. CONCLUSION

L'objectif principal de notre étude était de décrire le développement global d'enfants sourds, du bilan pré-implant à un an post-activation. Cela devait nous permettre également d'apporter un éclairage nouveau sur la variabilité de leurs résultats langagiers post-implantation. Cet objectif a ici été rempli en observant le développement de sept enfants. D'un point de vue général, nos résultats peuvent être résumés comme suit : nous observons une progression dans tous les domaines de développement pour tous les enfants de notre cohorte entre le bilan pré-implantation et 12 mois post-activation. Néanmoins, on note une grande variabilité intra-individuelle (développement différent en fonction des domaines chez chacun des sujets) et interindividuelle (au sein de chaque domaine mais également en terme de profil développemental).

Notre cohorte étant de petite taille, une analyse fine des performances individuelles des enfants a ainsi pu être effectuée. Cela participe à enrichir les connaissances, encore peu développées, sur le développement précoce des enfants sourds. Cependant cet aspect peut

également être une limite. En effet, comme dans la majorité des études s'intéressant au développement communicatif préverbal des enfants sourds porteurs ou non d'un implant cochléaire (e.g. Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005), la variabilité interindividuelle (étiologie, âge chronologique, âge à l'implantation, mode de communication des familles…) et la petite taille de notre cohorte nous imposent d'être prudents quant à l'interprétation de nos résultats.

Une autre limite de notre travail provient de l'utilisation d'outils qui n'ont ni été étalonnés avec une population d'enfants sourds, ni avec une population d'enfants sourds implantés. Certains items peuvent donc être inappropriés pour évaluer ces enfants. De plus, toutes les études utilisant des outils différents, les résultats sont difficilement comparables. Il nous semble donc qu'une réflexion de fond entre les équipes de recherche francophones et les cliniciens devrait être menée autour de cette question. Cela pourrait ainsi amener à la proposition d'adaptations pour les tests existants, ce que nous nous sommes permis de faire ici, voire même à la création d'un matériel d'évaluation adapté à chaque population d'enfants présentant un développement différent (retardé ou atypique), même si cela reste un vœu pieux.

Enfin, contrairement à beaucoup d'études, notre travail ne se centre pas uniquement sur le développement des aspects structuraux du langage, mais de par une exploration large, amène une vision globale du développement précoce des enfants implantés. Si cette approche nous a permis de nous pencher sur les liens entre les différents aspects du développement d'enfants sourds porteurs d'implants, cette appréhension générale des compétences ouvre également un vaste champ de questions. En effet, l'utilisation exclusive de tests évaluant plusieurs domaines de développement ne nous a pas permis d'approfondir notre analyse de chacun d'entre eux. Il pourrait donc être très intéressant, à partir de nos observations réalisées ici, d'effectuer des tests plus spécifiques, au sein d'études distinctes (e.g. évolution des formes et de la richesse du babillage chez le très jeune enfant sourd en pré-implant et lien avec le développement langagier ultérieur, développement des gestes conventionnels chez les enfants sourds implantés, lien entre le développement de l'attention conjointe et le développement langagier ultérieur etc.). De nombreuses pistes de recherches peuvent ainsi être ouvertes.

Chapitre 3

Developpement Cognitif, Perceptif et Langagier d'enfants sourds porteurs d'un implant cochleaire depuis au moins trois ans : Une Etude Transversale

III.1. INTRODUCTION

Vers la fin des années 1990, Pisoni a ouvert un nouveau champ de recherche, en s'intéressant à la connexion auditivo-cognitive (Pisoni & Geers, 2000; Pisoni, 2000), afin de mieux comprendre les disparités interindividuelles importantes observées dans les résultats post-implantation des enfants sourds sévères à profonds porteurs d'un implant cochléaire. Le développement de la parole et du langage des enfants implantés n'est désormais plus étudié uniquement de manière isolée. La prise en compte de la connexion réciproque entre oreille et cerveau, fonctionnant ensemble au sein d'un seul et même système pour un seul et même objectif, est devenue l'adage de différents chercheurs, dont l'équipe de l'Université de l'Indiana à Indianapolis (Houston et al., 2012). Ces nouvelles directions de recherche sont encore peu développées en France. Nous avons donc souhaité, à travers cette deuxième étude, contribuer à identifier les facteurs qui influencent les performances perceptives et langagières des enfants porteurs d'un implant cochléaire à moyen-terme (implantés depuis au moins trois ans), en explorant à la fois les variables classiques (démographiques, médicales et sociales) et l'intégrité de certaines fonctions cognitives telles que l'attention, la mémoire, et les fonctions exécutives.

Nous résumerons, dans un premier temps, les résultats d'un certain nombre de recherches menées sur le développement perceptif, langagier et cognitif des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire depuis au minimum trois ans (cf. §III.2). Nous nous concentrerons ici uniquement sur les résultats récents présents dans la littérature (depuis les années 2000). En effet, l'implant étant une technique en perpétuelle évolution, le développement des capacités auditives post-implantation semble s'améliorer avec l'amélioration technologique (e.g. Davidson et al., 2011; Davidson, Geers, & Brenner, 2010; Miyamoto & Kirk, 2002), et de nouveaux tests sont régulièrement développés pour les évaluer plus finement (Houston et al., 2012). Nous détaillerons, dans un second temps, la méthodologie utilisée dans notre étude (cf. §III.3), annoncerons nos objectifs, puis présenterons les résultats obtenus (cf. §III.5). Des réponses à nos principales questions de départ seront ensuite exposées et mises en perspective dans la dernière partie de ce chapitre (cf. §III.6).

III.2. DEVELOPPEMENT PERCEPTIF, LANGAGIER ET COGNITIF D'ENFANTS SOURDS PORTEURS D'UN IMPLANT COCHLEAIRE DEPUIS 3 ANS MINIMUM

III.2.1. Le développement perceptif : du non-linguistique au linguistique

III.2.1.1. Le développement perceptif des sons non-linguistiques

La psychologie du développement, tout comme la philosophie classique avant elle, a étroitement lié pensée et langage (uniquement envisagé comme la parole vocale), celui-ci étant considéré comme « le propre de l'homme ». Le langage oral a donc eu une place primordiale au cours des siècles. Cela semble avoir influencé les pratiques culturelles : l'étude de la parole est désormais ancrée dans une longue tradition de recherche (Valle, 2010), ce qui n'est pas le cas pour les 'autres sons', excepté pour la musique. Comment appeler d'ailleurs ces 'autres sons' ? Leur nom n'est pas le même en fonction des champs de recherche, des courants théoriques voire même des auteurs. Sons non-linguistiques, sons environnementaux, sons du quotidien… Les définitions sont diverses et nécessitent d'être affinées. Cependant, comme le rappellent très bien Shafiro, Gygi, Cheng, Vachhani et Mulvey (2011) ou Inverso (2009), les sons de l'environnement pour l'un (c'est-à-dire tous les sons qui transmettent de l'information à propos d'objets ou de situations, sons de parole et sons musicaux exceptés) ou les sons non-linguistiques pour l'autre (sons de l'environnement, sons humains non-linguistiques et sons musicaux) sont primordiaux dans notre fonctionnement quotidien. Certains permettent à l'individu de se sentir en sécurité, car ils créent un lien avec l'environnement (Jenkins, 1985; Ramsdell, 1978, cités par Shafiro, 2008). Le klaxon de voiture, par exemple, est un avertisseur sonore qui permet au piéton d'adapter son comportement face au danger. D'autres, permettent aux individus d'éprouver du bien-être (ex : chants d'oiseau, musique, sons liés à notre mémoire affective…). Dans tous les cas, détecter ces sons et les identifier permet de mettre du sens sur l'environnement. Ces sons ont donc un fort impact dans notre vie quotidienne. Cependant, Gygi (2001) souligne le manque de reconnaissance de l'importance de ces sons. En effet, les études sur la perception et l'identification des sons non-linguistiques chez les sujets entendants, comme chez les patients implantés restent rares.

Depuis les travaux menés dans les années 1980 pour tenter d'évaluer les bénéfices potentiels des premiers implants cochléaires comportant une ou quelques électrodes (pour revue voir Shafiro et al., 2009, 2011), nous n'avons pu recenser que quatre études récentes chez l'adulte implanté, présentant une surdité profonde post-linguale (Inverso & Limb, 2010; Inverso, 2008; Proops et al., 1999; Reed & Delhorne, 2005; Shafiro et al., 2009, 2011) et deux chez l'enfant (Liu et al., 2013; Quaranta, Giagnotti, Bartoli, D'Elia, & Quaranta, 2011) s'intéressant spécifiquement à la reconnaissance de ces sons, ces derniers étant généralement inclus dans les protocoles de tests linguistiques. Mais face au manque crucial d'outils standardisés permettant d'évaluer ces capacités (Inverso, 2009), chaque étude utilise son propre matériel de test (identification en liste ouverte ou à choix forcé, avec des mots écrits ou des images, avec un plus

ou moins grand nombre de sons, avec des conditions de passation différentes…) : les résultats sont donc difficilement comparables. Par ailleurs, comparer les performances des enfants à celles des adultes porteurs d'implant reste hasardeux, leur expérience auditive des sons de l'environnement pré- et post-implant (durée post-implant, type de processeur, nombre d'électrodes, stratégies de codage, …) étant différente.

Cependant, toutes montrent une difficulté importante des patients implantés unilatéralement à identifier les sons environnementaux, même après plusieurs années d'expérience auditive avec leur implant. Lorsqu'il s'agit d'une reconnaissance en choix forcé parmi une dizaine d'alternatives, de sons (Reed & Delhorne, 2005) ou de catégories de sons (Inverso & Limb, 2010), le taux d'identification moyen des adultes implantés est compris entre 70 et 80 %. Ces taux moyens chutent de manière très marquée lorsque l'identification des sons est proposée dans une tâche de choix libre (Inverso & Limb, 2010) ou en choix forcé parmi un grand nombre d'alternatives proposées (Shafiro et al., 2009, 2011). Lors de ces épreuves, les sujets adultes montrent des difficultés majeures pour identifier les sons (49% +/- 11,5% dans l'étude d'Inverso & al. et 45,3% +/- 16,3% dans l'étude de Shafiro), alors que leurs pairs entendants sont capables d'identifier correctement la quasi-totalité des sons. Cependant, les auteurs de toutes ces études ont observé une grande variabilité inter-sujets, ainsi qu'une variabilité intra-sujets, liée aux sources ou aux groupes de sons, et aux exemplaires choisis pour chaque source (de 0% pour certains exemplaires à 100% pour d'autres, par exemple, dans l'étude de Shafiro et al. 2011). Cette dernière peut également être liée au type de matériel utilisé (bandes magnétiques enregistrées, compact disque…). Les études chez les enfants sourds implantés mettent également en évidence une faiblesse de leurs performances de reconnaissance des sons environnementaux, en comparaison avec celles développées par leurs pairs entendants (Liu et al., 2013; Quaranta et al., 2011). La variabilité dans les résultats est aussi notable.

Les facteurs entrant en ligne de compte dans l'identification des sons non-linguistiques chez les patients implantés ont été recherchés, afin de mieux comprendre cette variabilité inter- et intra-sujets. Une meilleure compréhension de ce phénomène permettrait en effet de développer des outils pour améliorer l'identification des sons du quotidien par les sujets implantés (entraînement auditif, codage de l'implant adapté…), celle-ci étant particulièrement pauvre. Deux types de facteurs ont été mis en évidence, dans les études chez les adultes, comme dans les études chez les enfants : les facteurs liés à la surdité, et les facteurs liés aux caractéristiques acoustiques des sons.

Dans trois des études présentées chez l'adulte (Inverso & Limb, 2010; Reed & Delhorne, 2005; Shafiro et al., 2009, 2011), il ressort que les scores obtenus aux épreuves de langage sont corrélés, plus ou moins fortement en fonction des études, avec les scores d'identification des sons non-linguistiques des patients. Par ailleurs, il a été montré que l'entraînement de sujets adultes à la perception des sons environnementaux améliorait les capacités de perception de la

parole conjointement à celles visées (Loebach & Pisoni, 2008). Contrairement à certaines études proposées chez l'adulte (e.g. Shafiro et al., 2011), le lien entre capacités de reconnaissance des sons de parole et capacités de reconnaissance des sons non-linguistiques n'a pas été retrouvé chez l'enfant. De plus, les scores obtenus aux épreuves de langage (épreuves de lexique en compréhension en langue chinoise), dans l'étude de Liu et al. (2013) ne sont que très faiblement corrélés (r=.335, p=.019) avec les scores de reconnaissance des sons environnementaux. Cela semble suggérer que la capacité à reconnaitre des stimuli linguistiques n'est pas généralisée, chez l'enfant, aux sons non-linguistiques. Liu et al. supposent que cette différence majeure dans les résultats est liée à la population. En effet, il paraît difficile de comparer enfants sourds pré-linguaux implantés et adultes post-linguaux implantés, puisque les premiers doivent construire intégralement leurs capacités de perception auditive, en apprenant le sens de chaque son, alors que les adultes peuvent, par le biais de l'implant et de la rééducation proposée, retrouver leur mémoire auditive des sons. Par contre, l'expérience auditive des enfants avec leur implant semble avoir un rôle majeur. La durée d'implantation est corrélée avec le pourcentage d'identification des sons (Liu et al., 2013; Quaranta et al., 2011). Plus longue est l'expérience auditive des enfants sourds avec l'implant, plus leur score de reconnaissance des sons environnementaux est élevé. Par ailleurs, l'audition résiduelle avant implantation semble être un autre facteur important, du moins dans l'étude de Liu et al.: meilleure était l'audition résiduelle en pré-implant, meilleurs ont été les résultats au test de reconnaissance des sons environnementaux. Cela signifierait donc que les enfants qui ont pu faire l'expérience de certains sons de l'environnement en pré-implant réussiraient mieux au test en post-implant. Cependant, la suggestion de Shafiro et al. (2011), selon laquelle les performances d'identification des sons environnementaux en pré-implant pourraient peut-être être prédictives des performances aux épreuves de parole pour les enfants sourds prélinguaux implantés reste à vérifier.

En ce qui concerne les caractéristiques acoustiques des sons, chaque son peut être caractérisé par des descripteurs fréquentiels (hauteur du son, timbre…) et des descripteurs temporels (rythme, durée et ordre des motifs sonores composant le son). La structure spectro-temporelle des sons (Shafiro et al., 2011) et plus particulièrement leurs caractéristiques temporelles semblent influencer les performances d'identification (Inverso & Limb, 2010; Liu et al., 2013; Reed & Delhorne, 2005). Certains auteurs suggèrent que c'est l'enveloppe temporelle (c'est-à-dire le contour global du son) qui va aider les personnes implantées à identifier les sons (Reed & Delhorne, 2005). D'autres montrent que les sons ayant une structure temporelle répétitive (Inverso & Limb, 2010) ou marquée (Liu et al., 2013), c'est-à-dire comportant des unités temporelles répétées suivant un rythme et un ordre reconnaissable, seraient plus faciles à percevoir pour les patients implantés. Par exemple, dans l'étude de Liu et al., les sons tels que le chien, le bébé qui pleure, la batterie, l'oiseau (etc.) sont beaucoup mieux reconnus par les enfants que l'avion qui décolle, la vaisselle qui se casse, le démarrage de voiture ou les enfants qui jouent. Les caractéristiques harmoniques des sons, c'est-à-dire la présence de multiples entiers de la fréquence fondamentale, semblent aussi avoir un impact pour leur identification

chez les adultes (Inverso & Limb, 2010), mais cela n'est pas retrouvé dans l'étude de Liu & al. chez les enfants.

Malgré la difficulté à comparer enfants et adultes, trois constantes majeures peuvent être dégagées de ces études :

- La reconnaissance et l'identification des sons du quotidien ou de l'environnement est très difficile pour les sujets implantés, enfants ou adultes ;
- La structure temporelle du son semble avoir un grand impact, ce qui est vraisemblablement en lien avec les caractéristiques intrinsèques des implants cochléaires ;
- Un entraînement spécifique pourrait être bénéfique chez les enfants comme chez les adultes (Liu, 2011; Shafiro, Sheft, Gygi, & Ho, 2012).

III.2.1.2. Le développement perceptif de la parole

La perception de la parole est un terme large qui englobe la perception de sons de parole, de mots, ou encore de phrases. Poeppel et Monahan (2008) la définissent comme étant un ensemble d'opérations permettant de transformer le signal acoustique en une représentation mentale qui fait sens pour le sujet. L'effet de l'implant cochléaire sur son développement chez les enfants sourds prélinguaux a été largement étudié, et ce, depuis la fin des années 1980, marquant les débuts des implantations chez l'enfant (e.g. Boothroyd, 1989; Boothroyd, Geers, & Moog, 1991; Miyamoto et al., 1991; Osberger, Maso, & Sam, 1993; Robbins, Osberger, Miyamoto, Renshaw, & Carney, 1988). En effet, les capacités d'identification de la parole constituent à la fois un des meilleurs indicateurs des bénéfices obtenus par les sujets porteurs d'un implant (Kirk & Choi, 2009), et un des deux objectifs majeurs de rééducation suite à l'implantation, l'autre étant l'acquisition du langage. Le bénéfice de l'implant cochléaire dans le domaine de l'identification de la parole pour un enfant sourd profond n'est donc plus à démontrer (Davidson et al., 2011; Leybaert et al., 2005). La plupart des utilisateurs d'implant atteignent des seuils d'audition compris entre 20 et 40 dB HL, ce qui leur permet d'obtenir une sensibilité auditive suffisante pour identifier la plupart des sons de voix, compris entre 30 dB pour la voix chuchotée et 90 dB pour la voix criée (même si, notons-le, les seuils d'audition ne présagent pas toujours de la capacité de l'enfant à procéder au décodage de la parole).

Dans une étude comparative entre le développement perceptif des enfants sourds appareillés et celui des enfants implantés, Blamey et al. (2001) ont mis en évidence que les enfants sourds profonds présentant une perte auditive moyenne pré-implant de 106 dB HL, implantés en moyenne à 3,5 ans (*ET*=1,5), avaient les mêmes résultats pour la perception de mots monosyllabiques et de phrases dans le calme après 4,2 ans en moyenne (*ET*=2,0) d'expérience auditive, que des enfants sourds sévères appareillés (perte auditive moyenne pré-appareillage de 78 dB HL). Dowell, Dettman, Blamey, Barker, et Clark (2002), ont montré pour leur part, qu'après le même temps moyen d'implantation (4 ans), les enfants présentaient des scores moyens d'identification en liste ouverte (sans thème donné) de 79% pour les phonèmes, 53% pour les mots et 68% pour les phrases. Cependant, les capacités des enfants évoluent au

cours du temps après l'implantation (e.g. Blamey et al., 2001; Calmels et al., 2004; Davidson et al., 2011; Martines et al., 2013; Miyamoto, Kirk, Robbins, Todd, & Riley, 1996; O'Donoghue, Nikolopoulos, & Archbold, 2000; Sarant, Blamey, Dowell, Clark, & Gibson, 2001). O'Donoghue, Nikolopoulos, Archbold et Tait (1998), par exemple, ont montré que des enfants sourds profonds implantés avant l'âge de 7 ans, continuaient à progresser dans ce domaine, 5 ans après leur implantation. Uziel et al. (2007) montrent même que les scores aux listes de mots ouvertes continuent à évoluer significativement entre 5 et 10 ans d'utilisation de l'implant.

Cependant, le bénéfice de l'implant en ce qui concerne les performances de reconnaissance de la parole varie de manière importante entre les enfants (e.g. Geers, Brenner, et al., 2003). Cette variabilité est observée quel que soit le type de test utilisé : objectif ou subjectif, évaluant l'identification de consonnes, de phonèmes, de mots en liste fermée ou ouverte, de phrases ou d'habiletés à comprendre une conversation… Meyer et Pisoni (1999), par exemple, soulignent que les études utilisant le PBK (Phonetically Balanced Kindergarten Test, Haskins, 1949), test d'identification de mots monosyllabiques, montrent des résultats compris entre 0% de réussite au test et 90%, selon les enfants et les études. De Raeve (2010), quant à lui, montre que les résultats obtenus à l'échelle de « Category of Auditory Performance » (Archbold et al., 1995), échelle globale de mesure des performances auditives, par des enfants implantés avant 18 mois, sont extrêmement hétérogènes. A trois ans après implantation, les enfants qui obtiennent les résultats les plus faibles (percentile 1) réussissent à discriminer quelques sons de parole sans lecture labiale, alors que les enfants appelés « Stars » (percentile 99), utilisent le téléphone au cours de conversations avec un interlocuteur familier. Cette hétérogénéité dans les résultats perceptifs a été et est toujours questionnée par un grand nombre d'auteurs (e.g. Sarant et al., 2001). Les facteurs audiologiques et environnementaux semblent expliquer une part importante de la variation des résultats (Sarant et al., 2001). L'âge à l'implantation et le mode de communication post-implantation, même s'ils n'expliquent qu'une part de cette variabilité (Geers, Brenner, et al., 2003; Peterson et al., 2010; Sarant et al., 2001), sont les deux facteurs qui semblent être les plus robustes dans les différentes études (e.g. Nikolopoulos et al., 1999; O'Donoghue et al., 2000). Cependant, Holt et Svirsky (2008), ont montré que les scores d'identification de mots d'enfants implantés entre 6 et 12 mois et ceux d'enfants implantés entre 13 et 24 mois, n'étaient pas significativement différents. Geers, Brenner et Davidson (2003), dans une large étude auprès d'enfants âgés de 8 à 9 ans 11 mois, ont montré que d'autres facteurs avaient une influence sur les résultats perceptifs obtenus. L'intelligence non-verbale de l'enfant, la taille de sa famille, la durée d'utilisation du processeur, et un certain nombre de paramètres dans les réglages de l'implant (e.g. grande dynamique entre le seuil de perception et le seuil de confort…) expliqueraient plus de la moitié de la variance ses résultats perceptifs. L'expérience auditive et le niveau de langage oral (connaissances lexicales, articulation) semblent également être des prédicteurs significatifs d'un bon développement des capacités d'identification de la parole dans le calme à plus long terme (Davidson et al., 2011).

III.2.2. Le développement de la parole et du langage : de l'acquisition des sons constituant le langage à celle de sa structure.

Quelle distinction faire entre parole et langage ? Cinq niveaux linguistiques peuvent être identifiés pour décrire la communication orale : phonétique, phonologique, lexico-sémantique, syntaxique et morphosyntaxique, et pragmatique. La dichotomie entre parole et langage permet de différencier le développement de la prononciation des mots (en lien avec l'enchaînement des sons à l'intérieur des mots), du développement du stock lexical, de la construction des énoncés et de l'organisation du discours (Daviault, 2011). Ces composantes se développent d'abord sur le versant réceptif puis sur le versant productif : la compréhension précède, sur un plan développemental, l'expression. Le développement de la parole, comme celui du langage oral est évalué de manière différente chez l'enfant, en réception comme en production. Le sujet étant très vaste, nous ne définirons ici que les domaines d'observation conventionnels chez les enfants implantés : intelligibilité de production de la parole ainsi que développement du lexique et de la syntaxe, en production, comme en réception.

III.2.2.1. Le développement phonologique

Le développement phonologique est une étape essentielle dans le développement ultérieur du langage oral. En effet, les recherches en psycholinguistique actuelles s'accordent pour dire que l'acquisition phonologique correspond à la mise en place des catégories phonologiques de la langue maternelle, tels que les phonèmes ou les syllabes (pour une discussion sur le sujet, cf. Wauquier, 2006), ce qui favoriserait ensuite l'acquisition du langage oral dans son ensemble. Ce développement est intrinsèquement lié aux capacités de perception auditive. Un bébé entendant, à qui l'on parlerait une heure par jour pendant une année (soit 365h) recevrait en input 6 570 000 syllabes environ (Pierrehumbert, 2004, cité par Wauquier, 2006). Il recevrait donc lors de sa première année de vie un échantillonnage exhaustif des sons présents dans sa langue maternelle. Mais si la perception permet l'émergence du système phonologique, les chercheurs se questionnent toujours sur le commencement de ces acquisitions, et les modèles théoriques s'opposent sur cette question. Nous ne traiterons pas ces questions ici. Nous nous focaliserons plutôt sur le résultat observé chez l'enfant entendant. Comme abordé au § II.2.2.1. (Chapitre 2) l'enfant est capable, très tôt, de discriminer deux syllabes en réception (Peperkamp, 2003), et entre 6 et 8 mois, il commence à produire lui-même des syllabes qui s'enrichissent au contact du milieu environnant. Le babillage commence alors à se modeler avec les sons de la langue maternelle de l'enfant et à se développer jusqu'à l'âge de 26 à 48 mois, conjointement aux acquisitions lexicales (de Boysson-Bardies, 1996). A quatre ans donc en moyenne, les acquisitions phonologiques sont stabilisées, ce qui signifie que la majorité des déformations phonologiques usuelles lors du développement ont disparu. Leur intelligibilité est alors proche voire équivalente à celle d'adultes dès cet âge (Chin, Tsai, & Gao, 2003).

Dans le cadre de la surdité, les représentations phonologiques sont plus complexes à construire. La perception des phonèmes et leur production peut être affectée : comme dans le cadre de troubles phonologiques simples (Schelstraete, Maillart, & Jamart, 2004), une instabilité peut être retrouvée dans les productions (présence aléatoire de substitutions, d'ajouts ou de suppression de phonèmes), ce qui peut entraver l'intelligibilité des sujets. Si la perception de la parole est favorisée par l'implant cochléaire (comme nous l'avons vu au § III.2.1.2), sa production peut rester altérée. En effet, toutes les études sur l'intelligibilité de la parole des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, qu'elle soit testée en situation de conversation spontanée ou en situation de lecture/répétition de phrases, mettent en évidence une intelligibilité inférieure chez les enfants implantés par rapport à celle des enfants entendants (Chin, Bergeson, & Phan, 2012; Chin et al., 2003; pour une revue, voir Flipsen, 2008). A quatre ans post-implantation, les enfants implantés, contrairement à leurs pairs entendants, n'obtiennent pas des scores d'intelligibilité égaux à ceux d'adultes entendants. Cependant, les études sur l'intelligibilité de la parole des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire, montrent que celle-ci s'améliore globalement avec l'âge chronologique et l'expérience auditive (Allen, Nikolopoulos, & O'Donoghue, 1998; Calmels et al., 2004; Chin et al., 2003; Peskova, Srinivasan, Shin, Sundarrajan, & Tobey, 2013). Allen et al. (1998) par exemple, ont évalué 84 enfants tous les ans, de leur implantation à 5 ans post-implantation, à partir d'une échelle d'intelligibilité dans le cadre de conversations spontanées (Speech Intelligibility Rate, SIR, proposée par l'équipe de Nottingham). Leurs résultats ont mis en évidence que la parole des enfants devenait intelligible en contexte avec aide de la lecture labiale en moyenne trois ans après leur implantation, et continuait à se développer même 5 ans après celle-ci. Un résultat similaire a été retrouvé dans l'étude de Calmels et al. (2004), proposée à 63 enfants sourds congénitaux implantés francophones : les performances des enfants augmentaient significativement de 3 mois à 1 an, de 1 à 3 ans puis de 3 à 5 ans post-implantation. Cinq ans après l'implantation, la parole de la majorité des enfants était intelligible pour des interlocuteurs habitués à la surdité (score médian=3,83 sur 5) mais seulement 34% disposaient d'une parole intelligible pour tous les interlocuteurs (cf. Tableau 59, d'après Calmels et al., 2004). Cela dit, comme pour tous les résultats perceptifs et langagiers, la variabilité retrouvée est incontestablement plus importante chez les enfants implantés que chez les participants entendants.

Tableau 59
Pourcentage d'enfants sourds implantés par type d'intelligibilité à partir de leurs résultats obtenus à la SIR (extrait de Calmels et al., 2004)

	3 mois	**1 an**	**3 ans**	**5 ans**
Non intelligible (1)	83	42	13	3
Quelques mots intelligibles en contexte (2)	14	42	17	17
Intelligible avec concentration et lecture labiale (3)	3	8	23	14
Intelligible pour auditeurs habitués à la surdité (4)	0	7	23	31
Intelligible par tous (5)	0	2	25	34

Nous avons relié intelligibilité de production et développement phonologique comme s'il s'agissait d'une évidence. Mais l'intelligibilité de la parole est-elle seulement liée aux aspects segmentaux de celle-ci ? Plusieurs auteurs montrent qu'elle est effectivement bien en lien aux caractéristiques phonémiques de la parole (ou aspects segmentaux), mais qu'elle est également influencée par les caractéristiques suprasegmentales de celles-ci : prosodie (accentuation, intonation), fréquence fondamentale, durée des phrases et des pauses, rythme, qualité de la voix (études rapportées par Chin et al., 2012). Après avoir comparé les scores d'intelligibilité de la parole et les scores de production prosodiques de 15 enfants implantés, Chin et al. (2012) ont finalement suggéré que l'intelligibilité de production des enfants sourds porteurs d'un implant était liée plus à la précision phonétique et phonologique, qu'à la précision intonative des énoncés produits. Cependant, le temps mis pour prononcer une phrase et l'intelligibilité observée, par exemple, semblent fortement corrélés : plus les enfants mettent du temps pour produire une phrase, moins leur parole serait jugée intelligible (Peskova et al., 2013). L'information contextuelle peut donc rester nécessaire pour favoriser leur compréhension par des locuteurs non habitués à la surdité, et ce, à tout âge.

III.2.2.2. Le développement lexical

Le développement lexical, comme le développement du langage dans son ensemble, suit un ordre chronologique identique pour tous les enfants, avec des variations individuelles dans la réalisation temporelle de chaque étape. Les trois premières années de vie, nous l'avons vu dans notre première étude, marquent le développement de la compréhension (dès 8 à 10 mois) puis de la production des premiers mots en présence de la référence signifiante (entre 11 et 16 mois). On assiste ensuite à une véritable explosion lexicale, variable pour chaque enfant, et aboutissant à la production des premières phrases de deux mots entre deux et quatre ans (Kail & Fayol, 2000). La progression est alors très rapide : d'un stock lexical en réception de 800 mots à trois ans, l'enfant dispose de 1500 mots à quatre ans, puis de 2500-3000 mots à 6 ans. Son lexique en production augmente aussi, atteignant 2000 mots entre quatre et cinq ans. A cet âge, l'enfant commence également à jouer avec les mots et à produire des déformations qui l'amusent. Puis, chaque année après l'âge de 6 ans, son vocabulaire s'enrichit d'environ 1300 mots supplémentaires (Florin, 1999).

Chez l'enfant sourd porteur d'un implant cochléaire, les scores lexicaux sur les versants réceptif et productif augmentent également avec le délai post-implantation, aussi appelé âge auditif (Schramm, Bohnert, & Keilmann, 2010), surtout après trois ans d'expérience selon l'étude de Le Normand (2004) réalisée avec une population francophone. Cependant, un grand nombre de recherches actuelles a mis en évidence, que si certains enfants réussissent à obtenir des scores conformes à ce qui est attendu à leur âge, on observe chez la plupart des enfants implantés des scores lexicaux moyens plus faibles que ceux obtenus par leurs pairs normo-entendants du même âge chronologique (e.g. Chilosi et al., 2013; Hayes, Geers, Treiman, & Moog, 2009; Le Maner-Idrissi et al., 2009), même 6 ans après implantation (Tobey et al., 2013), et ce surtout sur le versant réceptif. En effet, même si le langage en expression peut être, chez certains

enfants, aussi développé que celui des enfants du même âge auditif, le langage en réception semblerait davantage retardé (Chilosi et al., 2013). Cela dit, la vitesse d'acquisition et la diversification du lexique est extrêmement variable d'un enfant à l'autre : certains présentent des résultats lexicaux proches de la norme, tandis que d'autres présentent un retard supérieur à -2*ET* (Sanchez, Medina, Senpéré, & Bounot, 2006; Tobey et al., 2013). Le Normand (2004) montre même que certains enfants, 3 ans après leur implantation, ne produiraient pas encore de mots grammaticaux et de verbes non lexicaux, tandis que d'autres présenteraient des scores de lexique en production supérieurs à ceux attendus à leur âge. Le fossé est donc très grand. Cette variabilité est retrouvée quel que soit l'âge à l'implantation. Cependant, les enfants implantés avant 2 ans et demi présenteraient des scores lexicaux en expression plus élevés que ceux implantés plus tardivement. La même tendance est retrouvée pour les scores de lexique en réception. Hayes et al. (2009) montrent même qu'avec un entraînement auditivo-verbal soutenu, les enfants implantés avant l'âge de deux ans parviendraient à obtenir des scores de lexique en réception compris dans la norme des entendants, grâce à l'expansion très rapide de leur stock lexical. Les interactions à l'école avec les pairs entendants sembleraient également favoriser la diversification du vocabulaire des enfants sourds dès la maternelle, grâce à une exposition et à une utilisation fréquente du langage oral (Le Maner-Idrissi et al., 2009).

III.2.2.3. Le développement syntaxique et morphosyntaxique.

Le développement lexical et le développement syntaxique sont fortement liés chez les enfants entendants (pour une revue à propos du débat sur ces relations, voir Marchman & Thal, 2005) au développement typique ou atypique (voir par exemple J. C. Bates & Goodman, 1997; Moyle, Weismer, Evans, & Lindstrom, 2007). Plusieurs auteurs plaident d'ailleurs en faveur d'interactions causales bidirectionelles (J. C. Bates & Goodman, 1997; Snedeker & Gleitman, 2004). L'explosion lexicale favoriserait l'émergence de la syntaxe (e.g. E. Bates, Bretherton, & Snyder, 1988), mais l'évolution de la syntaxe faciliterait parallèlement le développement lexical (Ninio, 2006, cité par Le Normand & Moreno-Torres, 2014). De 20 mois à deux ans, alors que l'enfant possède dans son stock lexical actif une cinquantaine de mots, il commence à produire des phrases deux mots. La longueur moyenne des énoncés augmente ensuite avec l'âge, jusqu'à produire des phrases de plus en plus complexes, coordonnées et subordonnées (Clark, 2003), dont l'organisation séquentielle serait très proche de celle proposée par les adultes (Parisse & Le Normand, 2000). Sur le versant réceptif, la compréhension des énoncés reste à dominante lexicale. La prise en compte des aspects morphosyntaxiques ne commence qu'après, vers 3 ans et demi. A cet âge, l'enfant entendant devient alors capable de comprendre et de produire une grande majorité des structures syntaxiques et morphosyntaxiques appartenant à sa langue maternelle (de Boysson-Bardies, 1996; Parisse & Le Normand, 2000).

Chez l'enfant sourd porteur d'un implant, le développement syntaxique semble être plus retardé que le développement lexical (e.g. Caselli, Rinaldi, Varuzza, Giuliani, & Burdo, 2012; Chilosi et al., 2013; Szagun, 2000), et semble être plus sensible à l'âge à l'implantation (e.g. Caselli et al., 2012; Nikolopoulos, Dyar, Archbold, & O'Donoghue, 2004; Tobey et al., 2013).

Nikolopoulos et al. (2004), qui ont évalué le développement syntaxique d'enfants, à trois et à cinq ans après leur implantation, ont montré que les enfants de leur échantillon implantés avant l'âge de 4 ans présentaient un retard moyen de leur âge grammatical légèrement décroissant entre ces deux évaluations. Chez les enfants implantés plus tardivement, la différence au contraire est croissante. Le Normand et Moreno-Torres (2014) ne retrouvent pas cet effet de l'âge à l'implantation dans leur étude : elles suggèrent que, puisque l'ensemble de leur population a été implantée relativement tard, d'autres facteurs deviennent prédominants. Les facteurs environnementaux, tels que le niveau socio-culturel de la famille, l'éducation parentale et le degré d'implication dans la communication avec l'enfant sembleraient alors avoir un impact majeur dans le développement grammatical de ces enfants. Cependant, tous les aspects de la grammaire ne semblent pas altérés de la même manière, et ce, quel que soit l'âge à l'implantation des enfants ou le niveau d'implication parentale. Chilosi et al. (2013) ont montré, chez des enfants italophones, que certaines étapes du développement se déroulent de manière comparable chez les enfants implantés et chez les enfants normo-entendants (période de transition entre holophrases et premières combinaisons de mots), alors que d'autres, comme l'acquisition de niveaux de la morphosyntaxe, plus complexes, se développent beaucoup plus lentement. Par ailleurs, toutes les connaissances syntaxiques et morphosyntaxiques ne seraient pas affectées de manière homogène. Cette chronologie semble particulière aux enfants sourds : la question entre développement spécifique ou retardé se pose alors. En effet, Le Normand (2004) montre que même les enfants implantés qui obtiennent de très bons scores langagiers, achoppent encore sur des éléments de la morphologie grammaticale (marquage du genre, du temps, accord des verbes,…). Cette auteure suggère donc que les enfants implantés possèderaient des voies cognitives de développement spécifiques pour les acquisitions grammaticales (e.g. Le Normand & al., 2014).

III.2.2.4. Conclusion

Les tests utilisés pour évaluer la parole et le langage permettent aux cliniciens d'évaluer les capacités d'articulation, d'expression et de compréhension des enfants implantés. Cependant, aucune explication n'est apportée sur la réussite ou l'échec aux épreuves. Or, ces tests impliquent la mobilisation d'un grand nombre de capacités connexes au langage, non prises en considération dans les évaluations. Lors de la présentation de la plupart des tests de lexique en réception par exemple, plusieurs images sont placées devant l'enfant, et celui-ci doit désigner le mot entendu. L'enfant doit donc mobiliser ses capacités d'attention auditive et visuelle, de mémorisation immédiate du mot, d'inhibition des autres réponses, et de décision parmi les réponses proposées, en faisant appel à ses connaissances antérieures, stockées en mémoire à long-terme. Les scores de langage mesurés ne reflètent donc pas uniquement les processus langagiers mais impliquent d'autres processus cognitifs devant être opérants pour que l'enfant réussisse la tâche qui paraît simple d'un premier abord (Houston et al., 2012). L'étude du développement des processus neurocognitifs des enfants porteurs d'un implant, et de leurs liens avec le développement langagier et communicatif, pourrait donc être une voie permettant d'expliquer la variabilité interindividuelle observée dans les résultats à l'implant (Pisoni, 2000;

Pisoni, Cleary, Geers & Tobey, 1999; Surowiecki et al., 2002), de possiblement les prédire (Pisoni, Conway, Kronenberger, Henning, & Anaya, 2010) et d'améliorer la rééducation proposée.

III.2.3. Lien entre les capacités cognitives et langagières chez l'enfant implanté.

Très peu d'études portent actuellement sur le développement cognitif général des enfants après leur implantation. Les travaux existants, majoritairement menés par l'équipe de Pisoni à Indianapolis, aux Etats-Unis (Houston et al., 2012), se focalisent sur certaines fonctions cognitives ou sur leurs sous-composantes, en les comparant aux résultats d'enfants entendants ou appareillés. En effet, considérant que le langage pouvait être dirigé par les mêmes mécanismes attentionnels et neurocognitifs que d'autres fonctions cognitives (Conway & Pisoni, 2008), ils ont émis l'hypothèse que le retard langagier observé chez la plupart des enfants sourds implantés devait s'accompagner d'autres déficits cognitifs, liés à la déprivation auditive précoce des surdités profondes congénitales. Les capacités d'attention visuelle et la mémoire de travail (permettant le stockage transitoire de l'information verbale et visuelle, et le traitement de ces informations), ont été les capacités les plus étudiées à ce jour. Les études sur la mémoire de travail sont essentiellement proposées à partir d'une modalité auditive. En effet, elles utilisent principalement la tâche usuelle d'empan de chiffres, proposée oralement par l'expérimentateur, à restituer à l'endroit et à l'envers. Leurs résultats ont montré de fortes corrélations entre les scores d'empan de chiffres et les épreuves de perception de la parole (Pisoni & Cleary, 2003; Pisoni & Geers, 2000; Pisoni et al., 2011) : plus les scores de perception sont bas, plus la longueur de l'empan est faible. Cela dit, pour Nittrouer, Caldwell-Tarr et Lowenstein (2013) le processus de « mémoire de travail » ne serait pas affecté en lui-même chez les enfants implantés, même pour ceux ayant des scores de langage faibles. Seules les capacités de stockage des informations verbales sembleraient être, dans leur étude, plus faibles chez les enfants sourds implantés que chez les enfants entendants. En effet, ayant testé 50 enfants implantés âgés de 8 ans et 48 enfants entendants appariés sur une épreuve de rappel de listes de mots dans un ordre précis, ces auteurs ont observé que les enfants implantés étaient en mesure de rappeler le même nombre moyen de mots que leurs pairs entendants, mais étaient moins performants pour restituer l'ordre de ces mots. Ils suggèrent donc que cela pourrait être dû à des représentations phonologiques moins fines des mots proposés, ce qui pourrait être compensé par des améliorations des processeurs, ainsi que par un travail de rééducation plus explicite sur le plan phonologique. Pisoni et al. (2011) se sont également intéressés, dans une étude longitudinale, à la mémoire immédiate et à la vitesse de rappel verbal chez 112 enfants implantés (à 8-9 ans, puis 10 ans après) à partir d'une tâche d'empan de chiffres. Dans cette étude, les scores obtenus en rappel immédiat étaient fortement corrélés aux performances globales de langage et de parole au lycée, alors que les scores de rappel différé ne semblaient être corrélés qu'avec des mesures globales de haut-ordre telles que la compréhension de la parole ou la lecture. Par ailleurs, la vitesse de rappel verbal obtenue à l'école primaire était fortement corrélée avec plusieurs mesures langagières au lycée. Ces résultats peuvent constituer

des indices permettant de dépister, dès le début de l'école primaire, des enfants potentiellement à risque de difficultés dans leur développement langagier ultérieur.

Toutes ces études mettent en évidence que les fonctions cognitives impliquant la modalité-spécifique auditive, sont davantage altérées chez les enfants sourds implantés que chez les enfants entendants (Houston et al., 2012).

Qu'en est-il des autres modalités ? La modalité visuelle a été investiguée majoritairement par des tâches d'attention visuelle. Horn, Davis, Pisoni et Miyamoto (2004) se sont intéressés aux relations potentielles entre l'attention visuelle soutenue, les capacités d'inhibition d'un comportement et les résultats aux tests de langage, chez 47 enfants sourds pré-linguaux implantés depuis plus de 3 ans. Les travaux antérieurs rapportés dans leur étude, mettaient en évidence une impulsivité plus grande chez les enfants sourds non implantés, associée à des difficultés de maintien de l'attention visuelle. En revanche, les enfants avec implant semblaient avoir des résultats plus proches de ceux de leurs pairs normo-entendants. Un test d'attention soutenue et/ou un test d'inhibition du comportement sur ordinateur ont donc été proposés aux 47 enfants de l'étude de Horn et al. (2004). Ces derniers ont montré que si les capacités d'inhibition du comportement pouvaient être corrélées au scores langagiers en réception des enfants à 1, 2 et 3 ans post-implantation, langage et attention visuelle soutenue ne seraient, par contre, pas corrélés. Par ailleurs, en 2005, ils observent que si certains enfants peuvent avoir un développement atypique des capacités d'attention visuelle soutenue, tous montrent néanmoins une amélioration de ces compétences 24 mois après leur implantation (Horn, Davis, Pisoni, & Miyamoto, 2005). L'implantation cochléaire chez les enfants sourds pré-linguaux serait donc bénéfique pour le développement des capacités d'attention visuelle soutenue.

Aussi, définir un profil type de l'intelligence non-verbale des enfants implantés paraît complexe. Les données varient considérablement selon les études, probablement à cause de l'hétérogénéité de la population ainsi que des méthodes d'évaluation, souvent différentes entre les études.

Certains auteurs ont rapporté que les enfants implantés, ayant un QI comparable voire supérieur au groupe-contrôle entendant, réussiraient moins bien que ces derniers aux tâches évaluant la mémoire sérielle, les processus phonologiques, la mémoire de travail, l'inhibition et la concentration (Burkholder & Pisoni, 2003; Kronenberger, Pisoni, Henning, & Colson, 2013; Pisoni et al., 2011). Ces auteurs ont interprété leurs résultats comme une conséquence de l'absence de stimulation auditive précoce des enfants sourds profonds congénitaux et d'un manque d'activité des processus phonologiques avant l'implantation (Pisoni et al., 2010).

D'autres, au contraire, ont mis en évidence chez les sujets sourds, des compétences égales voire supérieures pour les tâches de mémoire de travail visuo-spatiales, d'attention visuelle, ou encore d'inhibition et de régulation du comportement (Beer, Kronenberger, & Pisoni, 2011; De Giacomo et al., 2013; Zekveld, Deijen, Goverts, & Kramer, 2007).

Dans tous les cas, les capacités impliquant les fonctions exécutives (au sens large : mémoire, attention, planification, inhibition,…) semblent bien liées aux capacités langagières. Surowiecki et al. (2002) par exemple, ont utilisé huit subtests neuropsychologiques non-verbaux présentés sur un écran d'ordinateur, isolant au maximum chaque compétence évaluée. Quatre concernaient la mémoire visuelle de formes et de dispositions spatiales, avec ou sans différé, et quatre autres évaluaient l'attention et les fonctions exécutives (discrimination et apprentissage inversé, empan mémoriel d'ordres figuratifs, mémoire de travail spatiale, et tâche de planification/inhibition similaire à la Tour de Londres). Pour toutes les mesures cognitives proposées, aucune différence significative n'a été trouvée entre un groupe de 24 enfants sourds profonds prélinguaux implantés et un autre groupe de 24 enfants appareillés porteurs d'une surdité moyenne à profonde, âgés de 6 à 14,5 ans ($M_{âge}$=9,39 ; ET=2,26), et ayant un enseignement uniquement oral. Leurs résultats suggèrent que les performances cognitives non-verbales des enfants implantés ne seraient pas améliorées par l'information auditive amenée par l'implant. Les résultats entre les capacités cognitives majeures testées dans cette étude et les scores de perception de la parole (phonèmes, mots, phrases) n'étaient d'ailleurs pas corrélés.

Cependant, Surowiecki et al. ont également montré que certaines performances de mémoire visuelle (reconnaissance de formes, mémorisation d'informations visuelles complexes jusqu'à 12 secondes après la présentation de l'item-cible, capacité d'apprendre des associations de formes et de localisation) seraient corrélées avec les compétences langagières. Les auteurs ont proposé d'envisager ce lien comme une interrelation. Les enfants ayant de bonnes capacités mnésiques visuelles sembleraient être capables de mieux mémoriser et de mieux traiter les informations langagières. Les enfants ayant de meilleures performances langagières pourraient là encore s'aider de stratégies verbales pour répondre à certains subtests non-verbaux.

Ces résultats restent préliminaires, au vu du nombre encore restreint d'études sur le sujet, de la taille des cohortes dans chaque étude et de la difficulté de comparer les protocoles de ces études. De plus amples recherches sont et seront donc nécessaires afin de mieux comprendre les interactions complexes qui se produisent au cours du développement des enfants implantés, en favorisant l'utilisation de tests purement non-verbaux (Zekveld et al., 2007).

III.2.4. Problématique de l'étude

Comme nous avons pu le voir dans cette introduction théorique, tous les auteurs observent une variabilité très importante dans les résultats perceptifs et langagiers obtenus par les enfants après l'implantation cochléaire, sans pouvoir l'expliquer totalement. Certains enfants « rattrapent » le stade de développement attendu chez les enfants entendants au même âge, tandis que d'autres présentent des capacités très basses, même dix ans après leur implantation. Pour mieux comprendre cette hétérogénéité, les auteurs se sont d'abord centrés essentiellement sur les facteurs socio-démographiques. Ils ont ainsi pu mettre en évidence un impact, sur les résultats, de différentes variables telles que le genre, la taille de la famille, le statut socio-économique, l'âge à l'implantation, le délai post-implantation ou encore le mode de

communication (pour rappel, cf. Chapitre 1, § I.4.). Le niveau de QI, tout comme certaines variables cognitives, ont également été explorés : des liens forts ont été retrouvés entre ces capacités et le niveau perceptif et langagier post-implantation. Cependant, aucune étude n'arrive à expliquer entièrement la variabilité de ces résultats.

C'est dans ce contexte que nous avons réalisé une étude visant à évaluer les compétences perceptives, langagières, et cognitives d'enfants sourds profonds prélinguaux, implantés depuis au moins trois ans. Aucun travail francophone n'étudie, à notre connaissance, le lien entre ces différents domaines chez des enfants d'âge scolaire. L'objectif général de notre étude est donc double : nous souhaitons, dans un premier temps, décrire les compétences des enfants implantés depuis plus de trois ans, tout en prenant en compte les facteurs socio-démographiques et le niveau de participation familiale, afin de pouvoir explorer, dans un second temps, les relations complexes existant entre ces différentes variables.

III.3. METHODOLOGIE

III.3.1. Participants

Dans le cadre de notre étude, nous avons rencontré 29 enfants âgés de 6 à 10 ans. Il s'agit de l'ensemble de la population des enfants implantés unilatéralement, sans trouble associé, âgés de 6 à 10 ans au moment du recueil des données, et suivis par l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire de Toulouse (Hôpital Purpan, Toulouse, France).

III.3.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

Afin d'être inclus dans notre population, les enfants devaient remplir les critères suivants :

- Être atteint d'une surdité de perception profonde bilatérale congénitale ou prélinguale ;
- Être porteur d'un implant cochléaire unilatéral depuis au moins 3 ans ;
- Être affilié à un régime de sécurité sociale.

Ont été exclus de notre étude les sujets pour lesquels l'équipe de suivi avait constaté une impossibilité de répondre aux tests, soit dans les situations suivantes :

- Impossibilité de comprendre les consignes et/ou d'y répondre ;
- Trouble du spectre autistique ;
- Cécité ;
- Multihandicap ;
- Impossibilité légale.

L'accord des parents (ou des personnes détenant l'autorité parentale légale) libre et éclairé a bien sûr été demandé dès la première rencontre pour tous les enfants. En cas de refus exprimé par les parents (non signature de l'imprimé de consentement), l'enfant n'a pas été inclus dans l'étude. Les enfants ont également été informés de l'étude et des tâches qu'ils allaient devoir effectuer par une notice d'information lue et expliquée par l'investigateur. Ils devaient ensuite la signer pour entériner leur accord.

Les différents exemplaires de la notice d'information et du formulaire de consentement (cf. Annexe 10) ont ensuite été répartis comme suit :

- Un exemplaire de la notice d'information et du consentement signé a été remis aux parents ;
- L'exemplaire original a été conservé par l'investigateur dans un lieu sûr inaccessible à des tiers. A la fin de la recherche, un exemplaire de chaque formulaire de consentement a été transmis au promoteur ou à son représentant (dans le cadre de l'agrément du Comité de Protection des Personnes).

III.3.1.2. Données démographiques et anamnestiques de notre population

Nous n'avons enregistré aucun refus de participer à l'étude, ni de la part des parents, ni de la part des enfants. Cependant, nous avons exclu trois enfants après inclusion. En effet, deux d'entre eux se sont avérés être dans l'impossibilité de répondre aux tests, du fait de troubles massifs du comportement ou d'un niveau faible de compréhension du français dans le cadre d'un bilinguisme. Le troisième enfant a été exclu suite à une impossibilité temporelle de réaliser tous les tests : en effet, nous avons dû arrêter le bilan en cours de passation et les parents n'ont pas pu revenir pour une autre rencontre. Vingt-six enfants constituent donc notre population finale (Tableaux 63 à 65, pages 214 à 216).

III.3.1.2.1. Données démographiques

a. *Genre :*

Notre cohorte est constituée de 17 garçons et de 9 filles, ce qui correspond respectivement à 65,4% et 34,6% de la population de l'étude.

b. *Age*

Ces enfants sont âgés de 6 ans 2 mois (73,08 mois) à 10 ans 4 mois (soit 124,67 mois). L'âge médian de notre cohorte est donc de 107,31 mois ([p25;p75]=[85,96;113,97]). Le nombre d'enfants par groupe d'âge n'étant pas équilibré, l'âge a été considéré dans nos analyses comme une variable continue.

c. *Catégories socio-professionnelles des parents (CSP)*

Comme dans l'étude présentée au Chapitre 2, nous avons recueilli les professions des parents pour chaque enfant inclus. Afin de les catégoriser, nous avons utilisé la Classification Internationale Type des Professions CITP-08 (Organisation Internationale du Travail, 2008). Les mêmes règles de codage ont été utilisées. Pour rappel, nous avons choisi de ne prendre en compte que la CSP la plus haute de la famille, considérant que cette dernière était la plus discriminante.
Nous avons ensuite réparti les CSP en trois catégories en fonction du nombre d'années d'études, afin que nos analyses statistiques aient du sens au vu du faible nombre de sujets de notre population :

- Une CSP dite haute, regroupant les catégories 1 et 2 ;

- Une CSP dite intermédiaire, regroupant les catégories 3 et 4 ;
- Une CSP dite basse, regroupant les catégories 5 à 9.

Au sein de notre population, 26,9% des enfants (*n*=7) sont issus d'une famille de CSP haute, 46,2% (*n*=12) proviennent d'un milieu familial de CSP intermédiaire, et 26,9% (*n*=7) sont élevés dans une famille de CSP basse.

d. Caractéristiques de la famille

Dans notre population, 38,5% des enfants (*n*=10) ont des parents séparés, et 61,5% d'entre eux (*n*=16) vivent avec leurs deux parents. Dans les cas de séparation, 9 enfants sur les 10 vivent chez leurs mères. La taille médiane des familles est de 4 membres, et est comprise entre 2 et 6 personnes. Cependant, certains enfants ont des frères et sœurs plus âgés ne vivant plus dans le lieu de vie familial. Au total, 8 participants (30,8%) sont enfants-uniques, 11 (42,3%) sont issus de fratries de deux enfants, et 7 (26,9%) ont plus d'un frère ou d'une sœur.

e. Lieux d'habitation

La majorité des enfants de notre population (65,4%) habite dans la région Midi-Pyrénées : 11,8% d'entre eux (*n*=2) vivent à Toulouse, 58,9% (*n*=10) dans d'autres villes de la région (Haute-Garonne, Tarn, Ariège), et 29,4% (*n*=5) en campagne (Tarn, Tarn-et-Garonne, Lot, Gers). 34,6% viennent de régions limitrophes (4 du Limousin, 2 d'Aquitaine, et 3 de la région Languedoc-Roussillon).

Dans l'ensemble, 34,6% des familles (*n*=9) habitent dans des villes de plus de 10.000 habitants, 19,2% des familles (*n*=5) habitent au sein de petites villes (de 2500 à 10.000 habitants) et 46,2% des familles (*n*=12) habitent dans des villages, plus ou moins éloignés des structures éducatives et de soin appropriées à la surdité.

f. Scolarisation

Quatre modes de scolarisation peuvent être proposés aux enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire : inclusion avec soutien, classe annexée, Classe pour l'Inclusion Scolaire (CLIS) ou établissement spécialisé (détaillé au Chapitre 1, § I.4.3). Dans notre étude, nous avons distingué deux types de scolarisation : la scolarisation en milieu ordinaire et l'enseignement spécialisé.

Dans notre population, les enfants se répartissent comme suit :

- 69,2 % (*n*=18) sont en intégration avec un soutien (Auxiliaire de Vie Scolaire, professeur spécialisé, codeur LPC, éducateur, …)
- 30,8% (*n*=8) sont en établissement spécialisé (*n*=5), en CLIS (*n*=2) ou en classe annexée (*n*=1).

Pour les enfants scolarisés en intégration, 77,8% des enfants (*n*=14) sont dans le groupe classe correspondant à leur âge, et 22,2% ont 1 an de retard (*n*=4). La médiane est donc à 0 année de

retard ([p25;p75]=[0;0,25]) pour ce sous-groupe. Le retard médian pour les enfants suivant une scolarité adaptée est un peu plus élevé (Médiane=0,50, [p25;p75]=[0;2]), s'étendant d'aucune année de retard à 3 ans de retard.

g. *Accompagnement thérapeutique*

24 enfants sur 26 (soit 92,3%) sont pris en charge en orthophonie à raison de 2,15 fois par semaine en moyenne (*ET*=1, valeurs extrêmes [min;max]=[0;4]). Deux enfants ne sont plus pris en charge, car leur développement langagier est proche voire supérieur à celui des enfants entendants de leur âge. 69,2% des enfants sont suivis en orthophonie par des professionnels de structures spécialisées (établissements médico-sociaux, Services d'Education Spécialisée et de Soins à Domicile SESSAD), et 3,8% sont pris en charge en libéral uniquement. Certains enfants (19,2%) ont des prises en charge mixtes (libéral et centre). Dans tous les cas, les orthophonistes de ces enfants connaissent la surdité et la spécificité de la rééducation avec un enfant implanté.

En plus des séances d'orthophonie en individuel ou en groupe :

- 4,2% des enfants (soit 1 sur les 24 pris en charge) bénéficient d'une ou de plusieurs autres prises en charge thérapeutiques (psychomotricité, ateliers soin, psychologue, pédo-psychiatre) ;
- 54,2% des enfants bénéficient d'une prise en charge éducative axée sur la scolarité et/ou la communication (soutien scolaire réalisé par un éducateur ou un professeur de sourds, Auxiliaire de vie scolaire en classe, entraînement à la LPC et/ou cours de LSF) ;
- 41,7% des enfants bénéficient des deux.

h. Mode de communication :

Concernant le mode de communication, nous avons fait la distinction entre le mode de communication de la famille (parents) avec l'enfant avant implantation et le mode de communication dont bénéficie l'enfant après implantation (cf. Tableau 60). Quatre catégories ont été distinguées : oral seul, oral + Langue française Parlée Complétée (LPC), oral + Français Signé (FS) ou Langue des Signes Française (LSF), communication totale (CT : oral + LPC + FS ou LSF).

Avant l'implantation, 69,2% des familles (*n*=18) communiquaient avec leur enfant uniquement à l'oral, 15,4% (*n*=4) utilisaient la LPC en plus de l'oral, 11,5% (*n*=3) utilisaient le français signé, et 3,8% (soit 1 famille) tentaient d'utiliser tous les moyens de communication à leur disposition (ce que l'on pourrait appeler « communication totale »).

A la date de passation (donc après au minimum 3 années d'implantation), la répartition du mode de communication des enfants est relativement homogène entre les trois premières catégories : 30,8% (*n*=8) bénéficient d'oral seul, 26,9% (*n*=7) bénéficient d'oral accompagné de LPC, et 30,8% (*n*=8) bénéficient d'oral accompagné de français signé ou de LSF. Seuls trois enfants (11,5%) bénéficient d'une communication totale, ou plutôt connaissent les différents

types de communication et y sont exposés dans des situations différentes (e.g. Français Signé avec leurs pairs à l'école, LPC avec l'orthophoniste et oral seul en famille).

Tableau 60
Modes de communication avant et après implantation (n=26)

	Mode de communication avant IC		**Mode de communication après IC**	
	n	Pourcentages	*n*	Pourcentages
Oral	18	69.2	8	30.8
Oral + LPC	4	15.4	7	26.9
Oral + FS	3	11.5	8	30.8
CT	1	3.8	3	11.5

III.3.1.2.2. Données anamnestiques

a. Age à la surdité

Tous les enfants rencontrés sont des enfants sourds profonds congénitaux ou pré-linguaux.

b. Date du diagnostic et âge de l'enfant

La date du diagnostic retenue est celle à laquelle le diagnostic de surdité profonde a été posé. Pour notre population, l'âge du diagnostic moyen de la surdité est de 13,65 mois avec une grande variabilité (*ET*=10,11 mois; valeurs extrêmes [min;max]=[0;36]).

c. Âge au moment du 1er appareillage

L'âge moyen du premier appareillage est de 16,50 mois (*ET*=10,32; [min;max]=[2;41]). Les enfants ont été appareillés en moyenne 2,96 mois après le diagnostic (*ET*=2,75 ; [min;max]= [0;9]).

d. Âge de l'enfant au début de la prise en charge

La prise en charge éducative et/ou thérapeutique des enfants de notre population a commencé en moyenne 3,65 mois après le diagnostic (*ET*=3,8 ; [min;max]=[0;17]). L'âge moyen des enfants au début de la prise en charge est de 18,39 mois (*ET*=11,5 ; [min;max]=[3;46]).

e. Etiologie

L'étiologie de leur surdité est inconnue dans 65,4% des cas (*n*=17). Dans 34,6 % des cas (*n*=9), l'étiologie est connue ou a été recherchée : 7,7% des cas (*n*=2) sont liés à des surdités héréditaires, 3,8% (*n*=1) sont survenus à la suite d'une méningite, 3,8% (*n*=1) sont liés à un cytomégalovirus (CMV) et 19,4% des cas (*n*=5) sont relatifs à d'autres causes (malformation de Mondini, Connexine 26, très grande prématurité…).

f. Age à l'activation et expérience avec l'implant

Nous observons ici (Tableau 61) que la moyenne d'âge des enfants inclus dans notre étude, au moment de l'activation de leur implant, est relativement élevée : 27,55 mois, soit 2 ans et 3 mois. Notons que la moyenne d'âge à l'implant augmente avec l'âge des enfants. Autrement dit, les enfants plus jeunes ont été implantés plus tôt que leurs aînés. Le délai post-implantation reste cependant normalement corrélé (r_s=0.79 ; p<.001) à l'âge des enfants : plus les enfants grandissent, plus leur délai post-implantation augmente. Il est ici en moyenne de 74,19 mois, soit 6 ans 2 mois de recul moyen suite à l'activation de leur implant cochléaire.

Tableau 61
Statistiques descriptives de notre population (n=26) : moyenne d'âge à l'activation, moyenne d'âge lors de la passation et délai post-implantation. Valeurs minimum et maximum, écarts-types et intervalles de confiance sont donnés pour toutes ces variables

	Moyenne (mois)	**Ecart-type (mois)**	**Min.**	**Max.**	**Intervalle de confiance 95% de la différence**	
					Inférieure	Supérieure
Âge à l'activation	27.55	9.83	10.43	50.49	23.58	31.52
Âge à la passation	101.74	16.40	73.08	124.67	95.12	108.37
Délai post-IC	74.19	15.53	32.30	93.10	67.92	80.46

g. Oreille implantée

Dans notre population, 88,5 % des enfants (n=23) sont implantés à droite et 11,5% (n=3) sont implantés à gauche. Neuf enfants présentent des restes auditifs sur une oreille : 34,6% des enfants ont donc été implantés sur leur « moins bonne » oreille. Pour les autres enfants (65,4%), aucune oreille n'a été considérée comme meilleure que l'autre.

h. Type d'appareillage

Tous les enfants inclus dans notre population sont porteurs d'un implant cochléaire unilatéral, qu'ils portent quotidiennement (excepté la nuit, dans le bain, et pour certains sports). 26,9 % des enfants (n=7) portent une prothèse controlatérale à la date de la passation. La majorité d'entre eux (71,4%) la portent de manière permanente (> à 7h par jour en moyenne), et 28,6% la portent régulièrement (entre 4 et 7 heures par jour en moyenne).

i. Processeur de l'implant

En ce qui concerne le type d'implant, 92,3% des enfants (n=24) sont implantés avec un implant de la marque Cochlear®, et 7,7% (n=2) sont porteurs d'un implant de la marque MedEL®.

Chez Cochlear®, trois types de processeurs différents sont utilisés par les enfants (cf. Tableau 62, page suivante) : le CP810 (le plus récent), le Freedom ou le Sprint. Chez MedEL®, les enfants portent un processeur OPUS 2.

Tableau 62
Types de processeurs utilisés par les sujets de notre population (n=26)

Nom processeur	*n*	Pourcentage
CP810	12	**46,2**
Freedom	11	**42,3**
Sprint	1	**3,8**
Opus 2	2	**7,7**

j. Nombre d'électrodes activées

Le nombre d'électrodes dépend des marques d'implant. Pour rappel, il est à l'heure actuelle, de 22 pour les implants de la marque Cochlear® et de 12 pour ceux de la marque MedEL®. Pour les implants des deux firmes, si une électrode est désactivée, le champ fréquentiel ne change pas. Les fréquences couvertes normalement par l'/les électrode(s) manquante(s) sont réparties informatiquement sur les électrodes actives. Cependant, l'information perçue est moins fine puisque certaines électrodes codent pour une bande de fréquence plus large.

Dans notre population, la plupart des enfants (92,3%) sont implantés avec un porte-électrodes de 22 électrodes. Parmi eux, 1 enfant a deux électrodes inactives, 6 enfants ont 1 électrode inactive et 17 enfants ont les 22 électrodes activées. Une minorité d'enfants (deux, soit 7,7% de notre population) est implantée avec un porte-électrode comportant 12 électrodes, et l'un d'eux a une électrode désactivée.
De fait, pour comparer les enfants, nous avons choisi de transformer le nombre d'électrodes en un pourcentage d'électrodes actives. Le pourcentage médian d'électrodes activées dans notre population est de 100 à la date de passation ([p25; 75]=[95,45;100] ; [min;max]=[90,91;100]).

k. Perte auditive moyenne

La perte auditive moyenne (ou Pure Tone Average, PTA) est la moyenne en décibels des seuils de perception à 500, 1000, 2000 et 4000 Hz. Elle correspond en général au seuil de perception de la parole. Ce calcul a été réalisé pour tous les enfants pour lesquels nous disposions des audiogrammes, en pré-implant et à la date de passation (+/- 1 an).

La médiane des PTA des enfants de notre population en pré-implantation était de 113,75 dB sans prothèse ([p25;p75]=[107,5;117,5] ; valeurs extrêmes [min;max]=[95;120]), ce qui confirme que nous avons bien inclus uniquement des enfants porteurs d'une surdité profonde. A la date de passation, la récupération « prothétique » moyenne avec l'implant seul est de 28,61 dB (*ET*=6,16, valeurs extrêmes [min;max]=[18;45]), ce qui correspond au gain prothétique d'une surdité sévère bien compensée.

Pour un récapitulatif des données démographiques et anamnestiques des enfants de notre population, cf. Tableaux 63, 64, 65, ci-après.

Tableau 63
Données démographiques: tableau de fréquences récapitulatif (n=26)

		n	**Pourcentage**			***n***	**Pourcentage**
Sexe	Garçons	17	**65.4**	Mode de communication après IC	Oral	8	**30.8**
	Filles	9	**34.6**		Oral+LPC	7	**26.9**
					Oral+FS ou LSF	8	**30.8**
					Communication Totale	3	**11.5**
Age (Date Passation Tests cognitifs)	6 ans	5	**19.2**	Intégration Scolaire	Inclusion + soutien	18	**69.2**
	7 ans	5	**19.2**		Spécialisé	8	**30.8**
	8 ans	3	**11.5**				
	9 ans	9	**34.6**	Retard scolaire	0	18	**69.2**
	10 ans	4	**15.4**		1	5	**19.2**
CSP Famille	Haute	7	**26.9**		2	2	**7.7**
	Intermédiaire	12	**46.2**		3	1	**3.8**
	Basse	7	**26.9**				
Parents Séparés ?	Non	16	**61.5**	Prise en Charge Orthophonique	Non	2	**7.7**
	Oui	10	**38.5**		Oui	24	**92.3**
Lieu Habitation	Ville (>10.000 hab.)	9	**34.6**	Nombre de séances d'orthophonie /semaine	0	2	**7.7**
	Petite Ville (de 2500 à 10.000 hab.)	5	**19.2**		0< n < 3	13	**50**
	Village (< 2500 hab.)	12	**46.2**		2 < n < 5	10	**38.4**
Nombre de personnes à la maison	2	3	**11.5**	Type de Prise en Charge Orthophonique	Pas ou plus	2	**7.7**
	3	9	**34.6**		Libéral	1	**3.8**
	4	8	**30.8**		Structure	18	**69.2**
	< 4	6	**23.1**		Les deux	5	**19.2**
Mode de communication avant IC	Oral	18	**69.2**	Autres Prises en Charge	Plus aucune	2	**7.7**
	Oral+LPC	4	**15.4**		PeC Thérapeutique	1	**3.8**
	Oral+FS ou LSF	3	**11.5**		PeC Educative/Scolaire	13	**50**
	Communication Totale	1	**3.8**		Les deux	10	**38.5**

Tableau 64

Données anamnestiques: tableau de fréquences récapitulatif (n=26)

		n	**Pourcentage**			***n***	**Pourcentage**
Etiologie	CMV	1	**3.8**	Oreille Implantée	Pas de « meilleure » oreille	17	**65.4**
	Héréditaires	2	**7.7**		IC « moins bonne » oreille	9	**34.6**
	Méningites	1	**3.8**				
	Autres	5	**19.2**				
	Inconnues	17	**65.4**				
				Processeur	CP810	12	**46.2**
Délai entre diagnostic et appareillage	< 3 mois	16	**61.5**		Freedom	11	**42.3**
	2 mois < n < 7 mois	7	**26.9**		Sprint	1	**3.8**
	> 6 mois	3	**11.5**		Opus	2	**7.7**
Délai entre diagnostic et début PeC	< 3 mois	10	**38.5**	Nombre d'électrodes actives	Toutes	18	**69.2**
	2 mois < n < 7 mois	10	**38.5**		1 ou 2 électrodes inactives	8	**30.8**
	> 6 mois	3	**11.5**				
	Manquantes	3	**11.5**				
Age à l'activation	< 13 mois	1	**3.8**	Temps de port prothétique	Pas de Prothèse	19	**73.1**
	12 < x < 19 mois	3	**11.5**		Non permanent	2	**7.7**
	18 < x < 42 mois	19	**73.1**		Permanent	5	**19.2**
	> 41 mois	3	**11.5**				
Délai post-implantation (Date Passation Tests cognitifs)	< 5 ans	4	**15.4**				
	5 ans	6	**23.1**				
	6 ans	9	**34.6**				
	7 ans	7	**26.9**				

Tableau 65
Données anamnestiques: statistiques descriptives

	n	**Moyenne**	**Ecart-Type**	**Médiane**	**[p25 ; p75]**	**Min.**	**Max.**	**Significativité Shapiro-Wilk**
Age au diagnostic (mois)	26	13.65	10.11			0	36	**.167**
Age au premier appareillage (mois)	26	16.50	10.32			2	41	**.127**
Age début de la Prise en Charge (mois)	23	18.39	11.50			3	46	**.189**
Délai entre diagnostic et appareillage (mois)	26			2.00	[1 ; 4]	0	9	**.001**
Délai entre diagnostic et début PeC (mois)	23			3.00	[1 ; 4]	0	17	**.000**
Age activation (mois)	26	27.55	9.83			10.43	50.49	**.348**
Délai post-activation (mois) (à la date de passation tests cognitifs)	26	74.19	15.53			32.30	93.10	**.076**
PTA avant IC (dB HL)	23			113.75	[107.50 ; 117.50]	95	120	**.035**
Récupération prothétique après IC (dB HL)	26	28.61	6.16			18	45	**.278**

Note. La normalité de la distribution a également été vérifiée par représentation graphique. Nous avons ici noté la valeur moyenne quand la distribution des données pouvait être considérée comme normale et la valeur médiane si la normalité de la distribution n'était pas respectée.

III.3.2. Matériel

III.3.2.1. Evaluation de la perception : parole et sons du quotidien

La perception auditive de la parole des enfants sourds est évaluée cliniquement essentiellement à partir de listes d'identification de mots. Dans cette étude, nous avons choisi de considérer les résultats obtenus au test d'identification de mots monosyllabiques PBK et à l'échelle de Catégories de Performances Auditives ou CAP (permettant d'évaluer les compétences perceptives de manière plus générale, dans leur usage quotidien). Ces deux tests sont largement utilisés en clinique et couramment retenus dans les études. En revanche, la perception des sons du quotidien des enfants est une compétence peu évaluée de manière indépendante par les cliniciens comme par les chercheurs. Une tâche d'identification des sons du quotidien a donc été élaborée pour les besoins de notre étude.

Phonetically Balanced Kindergarten Test words (P.B.K.)

Le P.B.K. (Haskins, 1949) est un test d'identification de mots, initialement constitué de quatre listes. Il est actuellement utilisé dans les pays anglophones sous la forme de trois listes ouvertes de mots monosyllabiques (correspondant initialement aux listes 1, 3 et 4 d'Haskins), la quatrième n'ayant pas été considérée comme suffisamment équivalente aux trois autres pour être utilisée en clinique (Meyer & Pisoni, 1999). Chaque liste, phonétiquement équilibrée, est constituée de 50 mots, correspondant à des mots simples d'une syllabe. Une adaptation française de l'épreuve a été réalisée dans le cadre d'un mémoire de fin d'études d'orthophonie (Lupi, 1998). Elle est constituée de quatre listes de mots de catégories grammaticales différentes, appartenant au vocabulaire d'enfants de cinq ans, relevés dans la littérature enfantine (Annexe 11). Le choix des mots a été réalisé sur les conseils du Pr Michelle Lanvin, professeur de phonétique et linguistique à l'Université Paul Valéry de Montpellier. Cela correspond à un total de 151 phonèmes par liste, incluant quelques clusters consonantiques. L'occurrence des phonèmes a été respectée et chacune des quatre listes a été validée auprès d'une population d'enfants entendants de Grande Section de Maternelle. Deux scores peuvent en être extraits, tous deux exprimés en pourcentages : le premier comptabilise le nombre de phonèmes correctement restitués par le patient, le second est calculé sur la base du nombre de mots correctement répétés. Les performances au PBK sont considérées comme très bonnes au-delà de 80% de réussite.

☞ Paramètre mesuré : Le score retenu à cette épreuve est celui du PBK-mots : il correspond au pourcentage de mots répétés correctement.

L'échelle « Categories of Auditory Performance » ou C.A.P.

Cette échelle (Archbold et al., 1995; Archbold, Lutman, & Nikolopoulos, 1998) permet d'évaluer les capacités perceptives de l'enfant en situation réelle, dans sa vie quotidienne. C'est une évaluation subjective (ayant une grande fidélité inter-juges, *r*=0.97), utilisée dans beaucoup de services pédiatriques accueillant des enfants implantés. Elle est constituée de 8 items de difficulté croissante, allant de 0 « inattentif aux bruits de l'environnement » à 7 « utilise le téléphone avec un interlocuteur connu ». Pour rappel des différents items, cf. Tableau 2, Chapitre 2 (p. 53).

Le CAP II (The Ear Foundation, 2009), plus récent et constitué de 10 items, n'a pas été utilisé ici car il est davantage adapté à l'évaluation des enfants porteurs d'implants cochléaires bilatéraux. Nous avons donc choisi d'utiliser la première version afin que nos résultats puissent être comparables à ceux des études portant sur les enfants sourds implantés unilatéralement.

Tâche d'identification des sons du quotidien

Cette tâche est la dernière étape d'une épreuve de tri libre (Gaillard, 2009), composée de dix-huit sons, réalisée sur ordinateur via le logiciel TCL-LabX (ici, version 0.3.8X[8]) et détaillée dans un article portant sur une population normo-entendante (Berland et al., en révision). Les stimuli auditifs sont présentés en ligne sur l'écran de l'ordinateur sous la forme de dix-huit boutons de couleur, numérotés de 1 à 18. Aucune restriction n'est imposée au sujet en termes de nombre d'écoute des sons.

Les sons présentés Tableau 66 (page suivante), sont identiques à ceux proposés dans l'épreuve de détection de sons non-linguistiques (cf. Tableau 17, § II.3.2.3.2., Chapitre 2, pour un rappel de leur sélection).

[8] http://w3.lordat.univ-tlse2.fr/p-gaillard/tcl-labx/

Tableau 66[9]
Stimuli proposés à l'écoute aux participants selon les catégories a priori réalisées en amont

Vocalisations Humaines Non-Linguistiques	Enfant	Babillage	
		Pleurs	
	Femme	Toux	
		Rire	
	Homme	Bâillement	
		Raclement de gorge/toux	
Sons de l'environnement	Alerte	Klaxon	
		Sonnette	
	Animaux	Oiseau	
		Vache	
	Sons du quotidien	Ouverture de porte	
		Froissement de papier	
Instruments de musique	Cordes	Violon	
		Contrebasse	
	Vents	Flute traversière	
		Tuba	
	Percussions	Batterie	
		Timbale	

Note. Sons monophoniques, fréquence d'échantillonnage de 44 100 Hz, égalisés à 2 secondes. Tous ces sons ont été enregistrés au format .wav.

Paramètre mesuré : Trois scores d'identification ont été extraits de cette épreuve (cf. § III.3.4., pour des explications détaillées de ces scores). Ces scores se présentent sous la forme de taux d'identification des sons, en pourcentage, et constituent les indicateurs retenus.

III.3.2.2. Evaluation du langage

Concernant le développement du langage oral, nous avons retenu, dans notre étude, les scores obtenus à des épreuves de langage en réception. L'EVIP (Dunn, Thériault-Whalen, & Dunn, 1993) et le O52 (Khomsi, 1987) ou l'E.C.O.SS.E (Lecocq, 1996), évaluent respectivement la compréhension lexicale et la compréhension syntaxique orale. Afin d'harmoniser les valeurs obtenues à partir des différents tests (certains produisant des scores en âge et écarts-types, d'autres produisant des scores en niveau de classe et âge), nous avons choisi de convertir les scores bruts en âge lexical et en âge syntaxique et de ramener ces scores à un nombre de mois de retard par rapport à l'âge réel des enfants.

[9] Ce tableau est identique au Tableau 17 du Chapitre 2. Il est positionné ici pour rappel, afin de faciliter la lecture de cette étude.

Echelle de Vocabulaire en Images Peabody (EVIP)

Le niveau lexical en réception des enfants est évalué à l'aide de l'Echelle de Vocabulaire en Images Peabody ou **EVIP** (Dunn et al., 1993). Cette échelle psychométrique correspond à l'adaptation en français du Peabody Picture Vocabulary Test-Revised[10]. Comme lui, elle mesure l'étendue du vocabulaire acquis par les enfants. L'EVIP est étalonnée de 2 ans 6 mois à 18 ans (normes canadiennes). Elle est constituée de deux listes de cent soixante-quinze items, considérées comme équivalentes.

Les cinq premiers items correspondent aux items d'essai et les cent soixante-dix suivants sont rangés par ordre croissant de difficulté. Cependant, tous ne sont pas présentés à l'enfant. Les items trop simples sont éliminés par l'orthophoniste par la détermination d'un niveau de base, tout comme les items trop complexes, par l'obtention d'un niveau plafond. Les enfants ne sont donc confrontés qu'à un nombre limité de mots (une cinquantaine en règle générale). Le niveau de base est déterminé après la réussite de huit items successifs. Les items sous le niveau de base sont alors considérés comme acquis. Le niveau plafond est, quant à lui, calculé après l'obtention d'une séquence de huit items contenant 6 échecs minimum : cette plage constitue la zone d'application de l'épreuve. Le score brut correspond alors au numéro du dernier item de la séquence plafond moins les items échoués au sein de la zone d'application de l'épreuve. Notons que certains items sont plus ou moins familiers pour les enfants français (au vu des normes canadiennes), mais un jeu d'équilibre entre les items est pris en compte dans la structure même de l'échelle : les items échoués ne sont donc pas substitués par des items plus familiers (Dunn et al., 1993).

Paramètre mesuré : La conversion des scores bruts peut se faire en scores d'équivalence d'âge (ou scores en âge de vocabulaire). Ce score est celui qui est retenu habituellement par l'équipe clinique de l'UPIC, où nous avons recueilli nos données, car il est plus parlant cliniquement qu'un score en rang percentiles. Il normalise le score brut en un score relatif à ce qui tend à être attendu lorsque les enfants se développent conformément à la norme. Afin de permettre les comparaisons entre enfants, nous avons transformé ce score en un score de retard lexical ([âge réel - âge lexical obtenu au test], en mois). Ce score de retard lexical constitue l'indicateur retenu.

O52 ou E.CO.S.SE

Le niveau syntaxique en réception est quant à lui évalué par le **O52** (Khomsi, 1987) ou par l'**E.CO.S.SE,** Epreuve de COmpréhension Syntaxico-SEmantique (Lecocq, 1996), en fonction du niveau de l'enfant (cf. § III.3.3.2.).

Le O52 comporte cinquante-deux énoncés et trente et une planches de quatre dessins, la première planche servant d'exemple. Il évalue les stratégies lexicales, syntaxiques et pragmatiques utilisées pour la compréhension d'énoncés, de 3 à 7 ans. En cas d'échec, l'énoncé

[10] Dunn, L., & Dunn, L. (1981). The Peabody Picture Vocabulary Test-Revised. Circle Pines, MN: American Guidance Service.

est présenté une seconde fois à l'enfant, et les corrections apportées peuvent être prises en compte. Deux scores peuvent donc être extraits de cette épreuve : le score de compréhension immédiate et celui de compréhension globale. Dans le cadre de notre étude, le score de compréhension globale servira de référence au calcul de l'indicateur pour l'épreuve.

L'E.CO.S.SE est un test étalonné de 4 à 12 ans. Il évalue la compréhension d'énoncés, par le biais de vingt-trois blocs de quatre phrases illustrant une structure syntaxique donnée (phrase négative simple, phrase passive…). Les énoncés sont proposés à l'enfant par ordre croissant de difficulté, sans critère d'arrêt. La cotation est de un point par item juste. Les résultats de l'enfant sont ensuite comparés à ceux de la population d'étalonnage.

Paramètre mesuré : Dans ces deux tests, les résultats de l'enfant peuvent être transformés en âge syntaxique, établis par rapport à la norme. Cet âge est utile pour un suivi individualisé de l'enfant (bilan, rééducation). Cependant, dans le cadre de notre étude, nous l'avons transformé en score de retard syntaxique afin de pouvoir comparer les résultats obtenus entre les enfants.

III.3.2.3. Evaluation de la production de la parole

L'échelle d'intelligibilité de la parole de Nottingham, appelée conventionnellement **S.I.R.** (Speech Intelligibility Rating scale), est extraite du Nottingham Early Assessment Package, développé par l'équipe de Nottingham, UK (The Ear Foundation, 2004). Elle fait partie intégrante de la batterie de tests conventionnels évaluant la parole des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire utilisée en France et à l'international. Cette échelle est constituée de 5 niveaux, allant d'une parole non intelligible à une parole intelligible par tous les interlocuteurs. Elle est utilisable dès que l'enfant produit des ébauches de mots.

Tableau 67
Echelle de la SIR, traduite en français

1	Parole non intelligible mais présence d'ébauche de mots
2	Quelques mots intelligibles en contexte, avec support visuel (lecture labiale).
3	Parole intelligible mais nécessitant la concentration de l'interlocuteur et l'utilisation de la lecture labiale.
4	Parole intelligible pour des auditeurs habitués à la surdité
5	Parole intelligible par tous

III.3.2.4. Evaluation cognitive

La **NEPSY** (Korkman et al., 1997) est une batterie d'évaluation pour enfants de 3 à 12 ans permettant une évaluation neuropsychologique du développement de l'enfant dans cinq domaines particulièrement impliqués dans les apprentissages :

(1) Attention et fonctions exécutives
(2) Langage
(3) Fonctions sensorimotrices
(4) Traitements visuospatiaux
(5) Mémoire et apprentissages

Compte-tenu des objectifs de notre recherche, seules certains subtests extraits des domaines « Attention et Fonctions exécutives », et « Mémoire et apprentissages », ont été présentés aux enfants (cf. Figure 28).

Figure 28. Matériel utilisé pour évaluer les fonction cognitives issu de la NEPSY (Korkman et al., 2003). (1) Epreuve évaluant la planification (« tour ») ; (2) Epreuve évaluant l'attention visuelle (tâche de barrage) ; (3) Epreuve de mémoire visuelle ; (4) Epreuve de mémoire auditivo-visuelle.

* En ce qui concerne *l'attention et les fonctions exécutives*, nous avons fait le choix de proposer deux subtests complémentaires :

L'épreuve « Attention Visuelle »

Cette épreuve évalue l'attention sélective visuelle. Elle teste les capacités de l'enfant à repérer, le plus rapidement possible, une image cible parmi d'autres stimuli visuels et à maintenir son attention sur la tâche. Il s'agit donc d'une épreuve de barrage, constituée de deux étapes.

La première consiste à repérer rapidement 20 chats sur une feuille de format A4 comportant 76 autres stimuli relativement éloignés de l'image cible (arbre, visage, fleur…). Les chats (10 par page) sont distribués de façon aléatoire au sein de l'ensemble des autres figures.

La deuxième étape consiste à repérer les visages identiques aux deux visages cibles proposés en haut de la feuille (un d'homme et un de femme). Huit rangées de douze visages (soit 96 items) sont présentées sur une feuille A4. Les 76 visages distracteurs peuvent être plus ou moins proches des items cibles. Au cours de cette tâche d'attention visuelle complexe, il est demandé à l'enfant d'entourer ou de barrer au stylo les visages correspondant aux cibles.

Dans les deux épreuves, tous les dessins sont en noir et le temps de recherche est limité à cent-quatre-vingt secondes soit trois minutes. Le temps mis pour la tâche (en secondes) est pris en compte, tout comme le nombre de bonnes réponses auquel est retranché le nombre de fausses alarmes (score de précision). La note brute de l'épreuve (ou note totale) est obtenue grâce à un tableau de conversion à double entrée, recoupant la somme des temps et celle des scores de précision des deux épreuves. Cette note totale est ensuite transformée en note standard, à l'aide des tableaux de conversion note brute/note standard par groupes d'âge (intervalles de 6 mois).

L'épreuve « Tour »

Cette épreuve fait appel aux capacités de « planification, de contrôle, d'autorégulation et de résolution de problèmes » (Korkman et al., 1997, p. 189). Elle fait intervenir également la mémoire de travail, car l'enfant doit maintenir en mémoire les informations pertinentes liées aux mouvements à effectuer, et manipuler ensuite mentalement cette information afin de réaliser concrètement la tâche en minimisant les erreurs possibles. L'enfant doit en effet déplacer trois boules colorées sur trois tiges pour reproduire un schéma cible. Cette tâche doit être exécutée le plus rapidement possible, en suivant un nombre de déplacements préalablement définis. Vingt items de difficulté croissante sont proposés aux enfants. Le temps est limité à 30 secondes pour les items simples (1 et 2 déplacements) et à 45 secondes pour les plus complexes. Lorsque l'item est réussi dans le temps imparti, il est coté 1 point. La somme des points obtenus constitue la note brute de l'épreuve. Une note standard peut être ensuite obtenue en reportant cette note brute dans le tableau de conversion des notes brutes en notes standard, en fonction l'âge de l'enfant.

* En ce qui concerne le domaine « *Mémoire et apprentissages* », nous avons proposé :

L'épreuve « Mémoire des visages »

Cette épreuve, évaluant la mémoire visuelle immédiate et différée, est constituée de 16 photographies de visages d'enfants présentées individuellement. L'enfant doit les regarder et les mémoriser. Immédiatement après cette tâche d'encodage, il lui est demandé de reconnaître un visage présenté auparavant parmi trois photographies. L'exercice est proposé à nouveau trente minutes après.

Une note brute est obtenue pour chacun des deux types de rappel, et une note brute totale est calculée pour l'ensemble de l'épreuve. Ces trois notes sont ensuite converties en note standard.

L'épreuve « Mémoire des prénoms »

Cette tâche, évaluant la mémoire auditivo-visuelle, se déroule en deux temps. Les images sont présentées au cours d'une étape d'apprentissage, au cours de laquelle l'enfant doit apprendre les prénoms de huit enfants dessinés. Trois essais d'apprentissage sont proposés. Les mêmes images sont proposées ensuite en rappel différé, trente minutes après. Une note d'apprentissage (score évaluant les capacités d'encodage) et une note de rappel différé sont obtenues, et transformées en note standard, à l'aide des tables de conversion.

L'épreuve « Mémoire Narrative »

Cette épreuve évalue la mémoire narrative en rappel libre et indicé. L'enfant écoute une histoire d'une dizaine de lignes, et doit la restituer librement immédiatement après la lecture. Cela lui demande donc des capacités d'écoute attentive, de mémorisation, de compréhension et de restitution. Des questions lui sont ensuite posées (rappel indicé), afin de compléter les informations qu'il a données spontanément. Une note totale est calculée ainsi qu'une note de rappel libre et une note d'effet de rappel indicé sur la note totale. La note totale est ensuite transformée en note standard grâce aux tables de conversion, tandis que les notes de rappel libre et de rappel indicé peuvent être exprimées en rangs percentiles.

Paramètres mesurés : Des notes standard, normalisées (*M*=10, *ET*=3), sont obtenues pour chacune des épreuves à l'aide des tableaux de conversion des notes brutes (scores aux tests) en notes standard par groupe d'âge (distribution standardisée par intervalles de 6 mois). Elles permettent de comparer les réponses de l'enfant testé à celles de la population d'étalonnage. Des notes additionnelles sont également disponibles -exprimées en rangs percentiles pour les subtests attention visuelle et mémoire narrative, et en notes standard pour les deux autres subtests de mémoire- afin d'analyser plus finement les différentes performances demandées par les épreuves (rapidité, précision, rappel immédiat/libre et rappel différé/indicé).

III.3.2.5. Autres évaluations

L'Echelle de Participation Familiale

Développée aux Etats-Unis dans le cadre de l'évaluation des interventions précoces par Moeller (2000), cette échelle est constituée de 5 niveaux, allant d'une participation limitée cotée 1 à une participation idéale cotée 5 (cf. Annexe 12). Sont pris en compte dans l'évaluation :

- la compréhension et l'acceptation de la surdité de l'enfant ;
- le niveau de stress des parents ;
- les interactions de communication parents-enfant, mais aussi, famille élargie-enfant ;
- le modèle linguistique apporté ;
- l'entretien des appareils auditifs (implant/prothèse si présence) ;
- le suivi de leur port.

III.3.3. Procédure

Notre étude se déroule à l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire (UPIC), dans une pièce relativement calme. Tous les enfants rencontrés étant suivis par ce service, ce lieu est pour eux un endroit familier.

A trois ans post-activation et plus, les patients sont vus en bilan par les professionnels de l'UPIC, à raison d'une fois par an si aucun problème n'est signalé au cours de l'année. Cette date est choisie à proximité de la date anniversaire de l'activation de leur implant. Lors de ce bilan sont réalisés :

- un entretien avec les parents pour faire le point sur l'évolution de l'enfant et les éventuelles questions de la famille ;
- une séance de réglage de l'implant cochléaire (vérification des réglages présents et modifications si nécessaire) ;
- un bilan orthophonique centré sur le développement perceptif de la parole, langagier (langage oral en réception et en expression), et communicatif (présence de Langue des Signes Française ou de Français Signé ?, utilisation du Langage Parlé Complété ?) ;
- un audiogramme (en fonction des besoins) ;
- un entretien avec la psychologue, à l'attention des parents ou/et de l'enfant (en fonction des besoins, ou des demandes).

Dans le cadre de notre étude, nous avons pris en compte les données perceptives (perception de la parole) et langagières recueillies par les orthophonistes lors du bilan le plus proche de notre évaluation.

Notre évaluation est similaire, dans les modalités de passation (épreuves comportementales), à celles proposées usuellement lors des bilans réalisés à l'Unité Pédiatrique d'Implantation Cochléaire. Nous l'avons donc proposée aux enfants à la suite du bilan annuel, ou d'un bilan de contrôle intermédiaire, après acceptation de leur part et de celle de leurs parents. Lorsque toutes les mesures n'ont pas pu être recueillies (suite à des difficultés d'attention de l'enfant ou à des contraintes horaires des parents), les enfants ont été revus l'année suivante, et le bilan entier leur a été reproposé.

III.3.3.1. Evaluation de la perception : parole et sons du quotidien.

Phonetically Balanced Kindergarten Test words (P.B.K.)

Le P.B.K. a été proposé à l'enfant par le canal auditif seul. Une liste de 50 mots, choisie aléatoirement, a été lue à l'enfant. L'orthophoniste était placée derrière l'enfant, afin qu'il n'ait pas la possibilité d'utiliser sa lecture labiale. Elle prononçait chaque mot de manière isolée, à voix normale, et l'enfant devait répéter le mot entendu. Si l'enfant échouait la première fois, le mot lui était proposé une seconde fois. L'orthophoniste transcrivait ensuite phonétiquement ce que l'enfant avait dit.

L'échelle « Categories of Auditory Performance » ou C.A.P.

Cette échelle est remplie le plus objectivement possible par les professionnels suite aux évaluations réalisées avec l'enfant et à l'entretien avec les familles.

Tâche d'identification des sons du quotidien

Cette tâche a été proposée à l'enfant dans une pièce calme, sur l'ordinateur. Les sons (identiques à ceux de l'épreuve de détection de sons non-linguistiques) étaient entendus à travers des enceintes acoustiques connectées à un amplificateur de signal, lui-même raccordé à la carte son de l'ordinateur. Le participant pouvait ainsi accommoder l'espace sonore à sa propre audition. Aucune restriction n'a été imposée par la consigne : le participant pouvait écouter les sons le nombre de fois qu'il le souhaitait. A la fin de l'épreuve de tri libre des sons du quotidien, nous avons demandé aux enfants de dénommer les dix-huit sons présentés, un à un, qu'ils aient réussi ou non à les catégoriser. Tous les modes de communication ont été autorisés afin que leurs capacités langagières ne soient pas un frein à la dénomination des sons : l'enfant pouvait donc dénommer oralement les sons (par un mot, une périphrase…), signer voire même mimer (par un mime suffisamment explicite).

III.3.3.2. Evaluation du langage

Echelle de Vocabulaire en Images Peabody (EVIP)

Ce test évalue le lexique en réception. Une fois l'enfant mis à l'aise, cinq items d'entraînement lui ont été proposés. Les planches d'entraînement ont été choisies en fonction de l'âge et du niveau d'efficience de l'enfant, et la consigne proposée était adaptée au niveau de langage de l'enfant : « Tu aimes regarder des images ? Je vais t'en montrer. Je vais te dire des mots et tu vas me montrer du doigt l'image qui représente ce mot ». Une fois que l'enfant avait bien compris ce qu'il devait faire, la suite de l'épreuve était introduite : « Maintenant, je vais te montrer d'autres images, et tu feras la même chose. Chaque fois que je dirai un mot, tu me montreras l'image qui représente le mot. S'il y a des mots que tu ne connais pas, essaie quand même : regarde bien les images et choisis celle qui te paraît être la meilleure ». Pour chaque item, le mot était prononcé à voix haute en condition auditivo-visuelle (avec lecture labiale) : l'expérimentateur était placé face à l'enfant à une distance confortable d'environ un mètre, le

visage bien éclairé. L'enfant devait choisir, parmi quatre images, celle qui correspondait, selon lui, au mot prononcé (cf. Figure 29 à titre d'exemple). Dans les cas d'incompréhension du mot, l'orthophoniste pouvait répéter une fois le mot proposé. Le temps d'administration était d'environ 15 minutes.

Figure 29. Deux planches extraites de l'EVIP (Dunn & al., 1993).

O52 ou E.CO.SS.E

Comme précisé dans la partie « Matériel », ces deux tests ont été utilisés en fonction du niveau langagier de l'enfant. Ce parti pris a été choisi par le service de l'UPIC, afin de s'adapter au mieux aux difficultés de leur population, et ainsi d'évaluer au plus juste le niveau syntaxique des enfants. En effet, aucun de ces tests n'a été étalonné avec des enfants sourds, et l'E.CO.S.SE leur semblait aborder des notions trop complexes pour des enfants jeunes ou ayant un niveau de vocabulaire et de syntaxe faible (non seulement…mais aussi/à la fois, propositions relatives en 'qui', phrases longues…).

Le O52 est donc proposé en premier lieu sur le service, jusqu'à ce que l'enfant plafonne à ce test (soit à 6 ans 11 mois). L'E.CO.S.SE est proposée ensuite, jusqu'à 12 ans d'âge syntaxique.

Dans les deux cas, la compréhension orale d'énoncés a été évaluée à partir d'énoncés proposés à l'enfant en voix directe avec lecture labiale (condition auditivo-visuelle), par ordre croissant de difficulté. Lors de la passation, l'enfant devait écouter l'item cible, puis pointer du doigt le dessin correspondant à l'énoncé entendu parmi quatre propositions. Trois dessins sur quatre constituaient des distracteurs. Dans le O52, deux phrases pouvaient être proposées sur la même planche de quatre dessins. L'orthophoniste pouvait répéter la phrase une seconde fois lorsque l'enfant le demandait. Le temps d'administration était compris entre vingt et trente minutes, selon le niveau de l'enfant.

III.3.3.3. Evaluation de la production de la parole

La **S.I.R.**, comme le C.A.P. sur le plan perceptif, est une échelle subjective renseignée par les orthophonistes de l'UPIC, expertes dans l'évaluation des enfants sourds implantés, à la suite des bilans langagiers détaillés ci-dessus.

III.3.3.4. Evaluation cognitive

Toutes les épreuves cognitives ont été proposées par une expérimentatrice (moi-même) ayant de l'expérience avec les enfants sourds implantés, et étant capable d'utiliser des moyens de suppléance au langage oral si besoin (éléments de Français signé, mimo-gestualité,…). Un enregistrement vidéo a été réalisé pour chaque passation, afin que la cotation des épreuves puisse être vérifiée indépendamment de la cotation réalisée en direct. Ces épreuves ont été proposées dans la salle d'évaluation de l'UPIC, à la suite du réglage de l'implant cochléaire et des évaluations perceptives et langagières. Les enfants ont donc été rencontrés après environ 1h30 de bilan orthophonique. Même si cela n'était pas idéal, nous avons pu nous permettre de proposer d'autres épreuves aux enfants car ces évaluations étaient ludiques. Une pause goûter ou jeu leur a été proposée, lorsque cela était nécessaire, afin qu'ils puissent se reposer. Une fois qu'ils semblaient disponibles, nous leur avons proposé les cinq épreuves suivant un ordre prédéfini, afin que les tâches de mémoire ne soient pas réalisées en même temps : mémoire des visages (encodage et rappel immédiat), attention visuelle (chats et visages), tour, mémoire des visages (rappel différé), mémoire des prénoms (tâche d'apprentissage), tri libre de sons du quotidien (non présentée ici, cf. Berland et al., en révision) avec une tâche d'identification des sons, mémoire des prénoms (rappel différé). L'épreuve de mémoire narrative a été proposée au début ou en fin de passation en fonction du niveau de coopération de l'enfant en début de bilan. Les épreuves « Attention visuelle », « Tour », et la « Tâche de tri libre de sons du quotidien » ont été proposées aux enfants comme des activités d'attention intercurrente au sein des épreuves de mémoire des visages (pour les deux premières), et mémoire des prénoms (tâche de tri intervenant entre une étape d'apprentissage et une étape de rappel différé). Pour toutes ces épreuves, les consignes ont été proposées à l'oral avec un vocabulaire adapté au niveau de compréhension de chaque enfant. Elles ont été répétées ou reformulées si le besoin s'en faisait ressentir. Des signes issus de la Langue des Signes Française ont pu être utilisés avec les enfants signeurs afin de les aider à accéder au sens. Le Langage Parlé Complété n'a pas été utilisé par l'expérimentatrice à cause d'un défaut de maîtrise du code. Lors de la passation, des félicitations ou des encouragements ont été proposés aux enfants pour accompagner leurs réussites ou leurs échecs. Tous les sujets ont été récompensés par des autocollants en fin de passation, pour les remercier de leur implication.

Pour les subtests de la NEPSY, les consignes sont précisées dans le classeur d'administration (Korkman et al., 1997). Nous les reprenons ci-dessous pour information.

Epreuve « Mémoire Narrative »

« Je vais te lire une histoire. Ecoute-là bien car je vais te demander de me la raconter lorsque j'aurai fini ». La lecture a été réalisée en condition auditivo-visuelle : l'expérimentateur était face à l'enfant, le visage bien éclairé pour faciliter la lecture labiale. La lecture était réalisée avec un débit lent et une articulation assez marquée, sans toutefois que cela ne perturbe la fluidité du discours. Une fois la lecture de l'histoire effectuée, nous demandions à l'enfant : « Maintenant, raconte-moi l'histoire ». Lorsque l'enfant peinait à commencer, ou s'arrêtait au

cours de son récit, un étayage par le biais de questions de relance, a pu lui être proposé. Par exemple : « Comment cette histoire commence-t-elle ? » ou encore « qu'est-ce qui est arrivé après ? ». Les éléments rapportés par l'enfant ont été transcrits par l'adulte, simultanément ou après visionnage de la vidéo, par un report des réponses sur la grille de notation.

Epreuve « Mémoire des visages » (rappel immédiat)

« Maintenant, je vais te montrer quelques photos d'enfants et je voudrais que tu t'en souviennes ». En montrant chaque photographie de visage d'enfant pendant cinq secondes, nous disions: « regarde bien cette photo et dis-moi si c'est un garçon ou une fille. Regarde bien pendant tout le temps que je te montre la photo ». L'épreuve de rappel immédiat était ensuite proposée juste après l'encodage des seize photos : « Je vais te montrer des pages où il y a trois photos d'enfants. Tu as déjà vu une de ces photos tout à l'heure. Montre-moi celle que tu as déjà vue». Les seize planches de trois photographies étaient ainsi proposées à l'enfant accompagnées uniquement de la consigne « Montre-moi l'enfant que tu as déjà vu ».

Epreuve « Attention Visuelle »

Deux épreuves étaient ensuite proposées successivement aux enfants : l'item du chat et l'item des visages. Dans le test, une limite de temps de 180 secondes (soit trois minutes) est définie, sans être donnée aux enfants. La tâche du chat leur a donc été proposée avec pour seule consigne : « Voici un chat. Là, en dessous, il y a d'autres chats. Quand tu trouves un chat, fais un trait dessus, comme ceci. Fais un trait sur tous les chats aussi vite que tu peux. Dis-moi quand tu as fini. Tu es prêt ? On y va. ».

La consigne pour l'item visages était légèrement plus complexe : « Voici deux visages. Là, en dessous, il y a d'autres visages. Maintenant, essaie de trouver tous les visages qui sont exactement comme ceux qui sont en haut de la page et fais un trait dessus comme ceci lorsque tu en trouves un. Ces deux visages ne sont pas forcément l'un à côté de l'autre. Essaie de trouver les visages aussi vite que tu peux. Va dans ce sens (indiquer à l'enfant d'aller de la gauche vers la droite), sans sauter aucun visage. Quand tu as fini cette rangée passe à la suivante. Dis-moi quand tu as fini. Tu es prêt ? On y va ! »

Les deux épreuves étaient chronométrées. La tâche a donc été arrêtée quand l'enfant signifiait qu'il avait terminé ou au bout de 180 secondes. Le nombre d'omissions et de fausses alarmes (visages non-cibles barrés) a été comptabilisé pour chaque épreuve.

Epreuve « Tour »

Le support en bois présenté sur la Figure 28 (cf. § III.3.2.4., p. 222) a été placé devant l'enfant. « Nous allons jouer avec ces trois boules. Montre-moi la boule rouge…la boule bleue…et la boule jaune. Tu peux déplacer ces boules d'une tige à l'autre comme ceci ». Après lui avoir montré comment les boules pouvaient être déplacées, nous disions: « Voici les règles du jeu. Tu ne peux déplacer qu'une seule boule à la fois. Tu dois laisser les boules sur les tiges (arbres) quand tu ne les changes pas de place. Lorsque tu as pris une boule et que tu l'as lâchée sur une tige, cela compte pour un déplacement ». Après chaque partie, les boules devaient toujours être

remises dans la position initiale. Après l'exemple, vingt autres parties étaient proposées à l'enfant. Il devait répondre à la consigne suivante : « Mets les boules exactement comme sur le modèle, en utilisant *n* déplacements. Va aussi vite que tu peux ». *n* correspond ici au nombre de déplacement imposé pour chaque figure. L'item était réussi si l'enfant reproduisait le modèle à l'identique, dans le nombre de déplacements indiqués et dans la limite de temps fixée pour chaque item. L'enfant pouvait s'autocorriger tant qu'il tenait la boule en main. S'il le faisait après, son action était comptée comme un déplacement.

Epreuve « Mémoire des visages » (rappel différé)

L'épreuve de rappel différé pour la mémoire des visages a été présentée de la même manière que l'épreuve de rappel immédiat, même si l'ordre des seize items était différent. La consigne était donc la même : « Regarde ces photos. Tu as déjà vu un de ces enfants tout à l'heure. Montre-moi celui que tu as déjà vu ».

Epreuve « Mémoire des prénoms » (tâche d'apprentissage et rappel différé)

Cette épreuve consiste en la présentation de huit dessins de visages d'enfants (quatre garçons et quatre filles). La première étape de cette épreuve consistait en une phase de présentation des associations visages-prénoms : « Je vais te montrer des images et je vais te dire leur prénom. Essaie de t'en souvenir. Répète chaque prénom après moi. Voici… ». Thomas, Sophie, Paul, Alice, Léa, Gilles, Manon et Louis, étaient ainsi tour à tour présentés à l'enfant. Les prénoms, présents au dos des cartes, n'ont jamais été montrés à l'enfant, même lorsqu'il peinait à les répéter. Cependant, afin de prendre en compte les difficultés liées à la surdité (et non pas à la mémoire), nous répétions la bonne forme (forme-cible) du prénom si nécessaire. Par ailleurs, lorsque l'enfant présentait un trouble articulatoire, l'erreur liée au trouble n'était pas prise en compte : la forme répétée devenait donc la forme-cible. Les cartes étaient ensuite mélangées et présentées à l'enfant au cours de trois essais d'apprentissage. « Qui-est-ce ? », demandait-on à l'enfant. Lors des trois essais, si l'enfant échouait, le prénom était redonné et l'enfant devait le répéter à nouveau.

Trente minutes après, soit après la tâche de tri libre et d'identification des sons de l'environnement (cf. § III.3.3.1.), les cartes étaient à nouveau présentées à l'enfant : « Tout à l'heure, je t'ai montré des images d'enfants et je t'ai dit leurs prénoms. Qui est-ce ? ». Cependant, à cette étape, les erreurs de l'enfant n'ont pas été corrigées.

III.3.4. Codage

Un codage des variables nominales ou des scores en tranches de rangs percentiles a été réalisé afin d'entreprendre les analyses statistiques. Toutes les variables non quantitatives ont donc été ramenées soit en variables numériques soit en variables catégorielles.

Tâche d'identification des sons du quotidien

En ce qui concerne l'épreuve d'identification de sons du quotidien, un codage spécifique des réponses a été proposé, pour répondre au mieux à la question posée : quels sont les sons et les types de sons de notre panel de sons du quotidien bien identifiés par les enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire et quels sons ou types de sons sont difficiles à reconnaître pour ces enfants ? Comme nous l'avons dit précédemment, la tâche n'ayant pas été conçue initialement comme une épreuve spécifique d'identification, nous n'avions pas pris en compte le niveau de connaissance des enfants (vocabulaire, conceptualisation) nécessaire pour répondre à la tâche. Par ailleurs, comme Shafiro et al. (2011) le soulignent, les tâches en listes ouvertes sont très difficiles à coder. Il est donc primordial ici pour nous de définir précisément ce que nous avons considéré comme une « identification juste » et ce que nous avons identifié comme étant un échec d'identification.

Nous avons considéré que le son était identifié si l'enfant pouvait, par quelque biais que ce soit (dénomination orale, description, signe LSF ou mime explicite), signifier qu'il avait reconnu le son, sa catégorie super-ordonnée ou un son proche appartenant à la même catégorie. Le degré de granularité de l'analyse adopté est donc large. Cependant, chaque type d'identification a été codé d'une manière différente, afin de pouvoir proposer une analyse fine des productions (cf. Tableau 68).

Tableau 68
Grille de codage des productions des participants à notre étude lors de la dénomination des sons

	Types d'identification
0	Son non identifié
1	Confusion
2	Identification catégorie super-ordonnée
3	Identification par son proche
4	Identification correcte mais non stable
5	Identification correcte et stable

Nous avons codé « 5 » les identifications correctes et stables, et « 4 » les identifications correctes mais non stables. En effet, il est arrivé que les enfants donnent plusieurs noms ou descriptions pour dénommer les sons qu'ils avaient entendus. Les sons peuvent donc être parfois bien identifiés puis confondus. Il nous a donc semblé important de distinguer ces deux étapes dans le processus d'identification des sons.

Nous avons codé « 3 » les identifications par « sons proches ». La notion de proximité a été largement discutée. Ont été considérés comme proches :

- Tous les sons de voix pour les sons non-linguistiques humains ;
- Les sons appartenant à la même famille d'instruments (vents, cordes, percussions) pour les sons d'instruments de musique ;
- Les sons appartenant aux mêmes familles d'animaux pour les animaux (mammifères, oiseaux) ;
- Les sons appartenant au même type de source pour les sons de l'environnement (sons d'alarme…).

Puis, nous avons choisi de coder « 2 », les sons définis par leurs catégories super-ordonnées. Les catégories *a priori* définies en amont (cf. Tableau 66, § III.3.2.1, p. 219) ont ici été considérées comme les catégories super-ordonnées pour les sons d'instruments de musique et les sons non-linguistiques humains. Nous avons ainsi accepté les dénominateurs « musique » pour les sons d'instruments de musique, et « bébé », « papa », « maman », « homme », « femme », « enfants » pour les sons non-linguistiques humains, quelle que soit la justesse de l'information. En effet, n'ayant pas demandé systématiquement le sexe ou l'âge de l'humain produisant le son, nous avons considéré leur réponse comme étant une indication de leur reconnaissance de la catégorie « sons produits par des humains ». Pour les sons de l'environnement, en revanche, nous avons choisi de redéfinir le découpage catégoriel initialement proposé. En effet, ayant observé dans une étude sur la catégorisation de ces mêmes sons par des participants entendants, que les animaux étaient dissociés des sons de l'environnement de 6 ans jusqu'à l'âge adulte (Berland et al., en révision), la dénomination « Animal/-aux » a donc été acceptée pour la vache et l'oiseau, comme étant leur catégorie super-ordonnée. Pour les autres sons de l'environnement, les périphrases ou mots faisant appel à la catégorie dans son ensemble ont été acceptés.

Le code « 1 » a été attribué aux confusions. Ont été considérées comme des confusions :

- une mauvaise identification, au sein de la même catégorie a priori, mais n'entrant pas dans les sons considérés comme « proches » (cf. ci-dessus),
- ou une mauvaise identification liée à une dénomination d'un son d'une autre catégorie.

Enfin, les sons ont été considérés comme non-identifiés (« 0 »), si aucune réponse n'était donnée par l'enfant (rien ou « je sais pas », ou encore « j'aime bien ») ou si l'enfant donnait un nombre important de réponses, sans aucun lien les unes aux autres (attribué au hasard).

Trois scores ont été en définitive extraits de cette grille de six catégories: un score correspondant aux identifications correctes (4+5), un score correspondant aux identifications partielles (2+3) et un score mêlant les deux sortes d'identifications, aussi appelé identifications globales (2+3+4+5) (pour un rappel des numéros, cf. Tableau 68, p231).

Nous proposons ci-dessous des exemples proposés par les enfants lors des passations, permettant d'illustrer la grille de codage retenue (cf. 3 tableaux ci-après, indexés Tableau 69).

Tableau 69
Exemples d'identifications acceptées comme justes, comme « son proche » et exemples d'items codés comme confusions

Sons humains non-linguistiques						
	Bébé		**Femme**		**Homme**	
	Babillage	**Pleurs**	**Toux**	**Rire**	**Bâillement**	**Hemmage**
Accepté comme correct	Bébé content, bébé parle	Pleure, bébé pleure, quelqu'un qui pleure, mime pleurs	Toux, tousse, tousser, mime tousser	Rire, rit, rigole, rigoler, mime rire	Bâille, veut aller au dodo, sommeil, mime bâiller, fatigué…	Toux, tousse, tousser, se râcler la gorge
Son proche	Bébé pleure; Fatigué; Se plaindre	Le bébé qui tire (mime effort); Rire	Eternuer	Ils chantent les enfants	C'est les adultes qui pleurent; Bébé qui pleure	Eternuer
Confusion	C'est le chat	C'est comme le bruit de la pluie; C'est le chat	/	Une poule	C'est la voiture qui fait [ouao]!; Fermer sa porte; Chat…	Pistolet; Marteau; …

Instruments de musique						
	Cordes		**Vents**		**Percussions**	
	Violon	**Contrebasse**	**Flûte traversière**	**Tuba**	**Timbale**	**Batterie**
Accepté comme correct	Violon, mime violon	Contrebasse, mime contrebasse	Flûte, mime flûte traversière	Tuba, mime tuba	Timbale, mime timbale	Batterie, mime batterie
Son proche	Une musique de guitare	Guitare; Violon; Piano	Trompette; Mime instrument à vent; Harmonica …	Saxophone; C'est trompette; …	Mime un gong; Tambourin; Tambour	Tambour; Mime percussion en tapant sur la table…
Confusion	C'est la trompette; C'est la chaise; Chanter …	Le cor; Saxophone; Le mouton; C'est une moto …	Guitare; Chanter; L'oiseau …	C'est à la voiture; C'est piano …	Pistolet; Feu d'artifice	Ballon de basket qui rebondit; On tousse …

	Sons de l'environnement					
	Alerte		**Environnement quotidien**		**Animaux**	
	Klaxon	**Sonnette**	**Porte d'entrée**	**Froissement de papier**	**Vache**	**Oiseau**
Accepté comme correct	Klaxon, tut tut de la voiture, klaxonner…	Sonnette, sonner, c'est quand des amis ils viennent et ils font ding dong à la porte…	Porte qui s'ouvre, ouvrir la porte, fermer la porte…	Froissement de papier, papier froissé, quand on veut mettre à la poubelle le papier…	Vache, meuh…	Oiseaux, cris d'oiseau
Son proche	Sonnerie; Sonnette	Sonnerie	Il range les vêtements	Ah c'est quand tu tournes les pages! ; Le papier	Chat; Chèvre; Mouton	/
Confusion	C'est la musique; Se plaindre …	C'est le triangle; Marteau qui tape sur quelque chose	L'ordinateur; Bruit de la pluie; Imprimante…	C'est moucher?; C'est pour chauffer, pour faire la cuisine…	Chanter; Quelqu'un qui se plaint; violon; C'est bébé …	Les clés; Guitare/piano

III.3.5. Hypothèses opérationnelles

Dans la présente étude, cinq hypothèses opérationnelles ont pu être formulées et testées : (1) les enfants implantés de notre population présentent des scores langagiers inférieurs à ceux des enfants entendants du même âge ; (2) En revanche, leurs scores cognitifs non-verbaux ne sont pas altérés ; (3) Les facteurs socio-démographiques tels que le genre, la catégorie socio-professionnelle, le lieu d'habitation, la taille de la famille, le mode de communication pré- et post-implantation ou encore le type de scolarisation sont corrélés avec les résultats perceptifs et langagier post-implantation ; (4) Les facteurs audiologiques comme l'âge à l'implantation, le délai post-implantation, le niveau de perte moyenne auditive pré-implantation ou encore le nombre d'électrodes ont un effet sur les résultats perceptifs et langagier post-implantation ; (5) La participation familiale influence les résultats langagiers des enfants de notre population.

III.4. DESIGN STATISTIQUE

Notre recueil a généré la production d'un grand nombre de données. Les vingt-six individus de notre population sont donc décrits par de nombreuses variables. Cependant, nous pouvons penser ces données selon une structure simple : nous nous attendons à ce que les scores des variables représentant les capacités de communication des enfants de notre population soient en lien avec leurs résultats cognitifs, ainsi qu'avec leurs caractéristiques sociodémographiques et celles de leurs familles. Les capacités de communication correspondent ici à trois types de compétences distinctes : la capacité de percevoir la parole (scores de perception), la capacité de produire la parole (scores d'intelligibilité), et la capacité de comprendre la parole (compréhension lexicale et syntaxique).

Dans un premier temps, toutes les variables démographiques et cliniques ont été décrites statistiquement (normalité de la distribution, valeurs extrêmes, moyenne et déviation standard et/ou médiane et intervalle interquartiles). Le test non-paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer la moyenne obtenue par les enfants de notre échantillon à la celle des enfants entendants des populations d'étalonnage des différents tests proposés, ainsi que pour tester l'influence de certaines variables au sein même de notre échantillon. Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis a également été utilisé pour examiner le lien entre les variables qualitatives (dès lors que nous avions trois catégories à tester) et les deux scores langagiers (lexique et syntaxe). Enfin, le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour examiner s'il y avait un lien entre les scores langagiers et les autres variables continues. Le niveau de significativité a été déterminé à $p<.05$. Toutes ces analyses ont été réalisées avec le logiciel SPSS 20.0.0.

III.5. RESULTATS

La présentation des résultats se fera ici en deux temps. Tout d'abord, nous présenterons les résultats descriptifs obtenus tâche par tâche pour tous les sujets. Puis, nous détaillerons les résultats obtenus aux analyses de corrélation et aux comparaisons de moyennes inter- et intra-groupes. Notons que nous avons testé la normalité de la distribution avec le test de Shapiro-Wilk, ainsi que par représentation graphique. Lorsque la distribution des résultats n'était pas normale, nous avons indiqué la médiane à la place de la moyenne.

III.5.1. Développement perceptif

III.5.1.1. Evaluation de la perception de la parole

Pour rappel, les tests perceptifs proposés étaient de deux ordres : l'un évaluait les compétences de perception des mots monosyllabiques (PBK), exprimées en pourcentage de réussite, et l'autre était une échelle évaluant la perception des sons au quotidien de manière plus globale (Capacity of Auditory Performance, CAP) (cf §. III.3.2.1, p 218).

Tableau 70
Résultats obtenus aux épreuves perceptives par les enfants de notre échantillon

	n	**Médiane**	**[p25;p75]**	**Min.**	**Max.**
Mots monosyllabiques (PBK)	26	87	[82;94]	52	100
Catégories de Performances Auditives (CAP)	26	5	[5;6]	5	7

Comme nous pouvons le voir sur le Tableau 70, les résultats médians au PBK obtenus par les enfants de notre échantillon sont bons. En effet, 11,5% des enfants obtiennent le score maximum et 76,7% des enfants ont un score de perception des mots supérieur à 80%. Dans les faits, ils sont donc capables de répéter correctement au minimum 40 mots sur les 50 mots monosyllabiques proposés sans lecture labiale, en moyenne 6 ans 2 mois après leur activation. Notons cependant que 22,9% des enfants obtiennent un score compris entre 52% et 76% de réussite : presque un quart des enfants de notre échantillon présente donc encore des difficultés à répéter les mots monosyllabiques proposés par l'orthophoniste, sans que cela ne soit en lien avec le délai post-implantation (r_s=0.22 ; NS).

En ce qui concerne le CAP, nos résultats présentés Tableau 70 mettent en évidence que la grande majorité des enfants de notre population (69,2%) comprend des phrases simples sans lecture labiale (scoré 5), sans toutefois être encore en mesure de tenir des conversations. Cependant, 3 enfants sur les 26 de notre population (11,5%) comprennent

une conversation avec un interlocuteur familier sans lecture labiale, sans pouvoir encore utiliser le téléphone, et 5 (19,2%) utilisent le téléphone avec une personne de leur environnement proche.

Notons que les scores de ces épreuves sont significativement corrélés (r_s=0.42 ; p<.05). Néanmoins, la corrélation reste faible. Nous suggérons qu'une bonne perception de mots monosyllabiques semble nécessaire à une compréhension plus globale de la parole, mais n'est pas suffisante à celle-ci.

III.5.1.2. Evaluation de la perception des sons du quotidien

Dans notre constitution de la tâche, les sons étaient catégorisés selon trois classes *a priori*, constituées chacune de six sons. Cependant, à la vue de nos présents résultats, et conformément aux résultats d'une précédente étude sur la catégorisation des sons chez les entendants (Berland et al., en révision), nous avons finalement dissocié les sons d'animaux des autres sons de l'environnement (sons d'alarme et sons du quotidien). Nos résultats seront donc présentés ici en considérant quatre classes de sons (non homogènes, puisqu'il n'y aura que quatre sons de l'environnement et deux sons d'animaux).

Les enfants de notre échantillon ont identifié 35,3% des sons de manière correcte (30,8% de manière stable et 4,5% de manière instable), et 23,1% des sons soit par leur catégorie super-ordonnée (7,1%), soit par un son qui appartenait à la même famille sémantique que le son proposé à l'écoute (16%). Les autres sons ont été soit confondus (32,3%), soit non identifiés (9,4%). Nos résultats suggèrent donc que les enfants sourds de notre population présentent une grande difficulté pour identifier les sons du quotidien.

Une analyse descriptive des identifications a été menée son par son (cf. Figure 30), puis en fonction des catégories a priori d'appartenance des sons (cf. Figure 31). L'analyse individuelle son par son a montré que trois sons sur les 18 proposés avaient été identifiés à 90% ou plus de manière correcte (la toux de femme, le rire de femme et l'oiseau), et que seulement quatre sons sur les 18 avaient été identifiés à 90% ou plus toutes identifications confondues (les trois sons précédents ainsi que les pleurs de bébé).

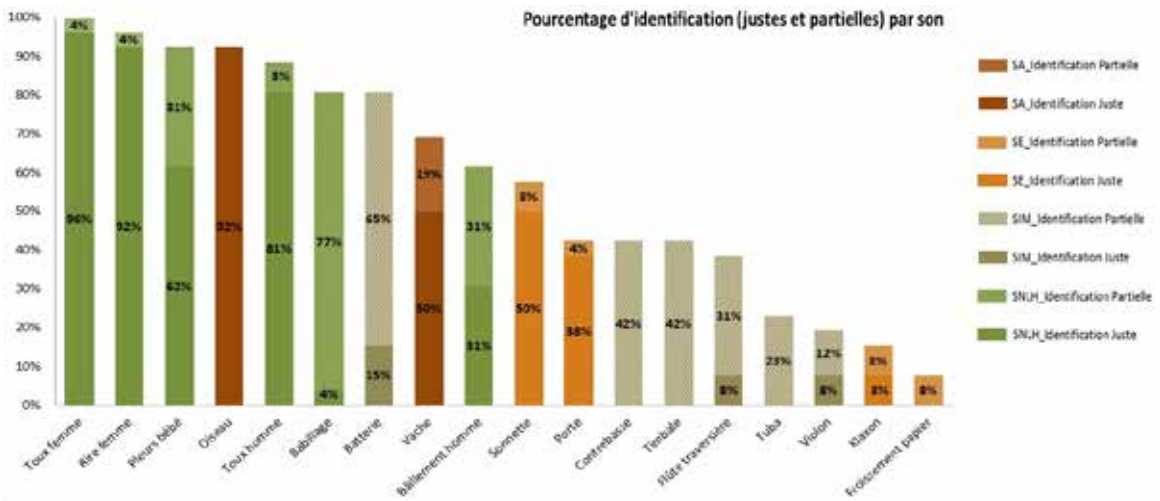


Figure 30. Pourcentage d'identification global par son, en distinguant les identifications correctes (justes) des identifications partielles. Chaque couleur représente une catégorie de sons (sons non-linguistiques humains en vert, instruments de musique en beige, environnement en orange et animaux en marron).

Les sons environnementaux tendent à être beaucoup moins bien identifiés (30,8%), que les sons d'instruments de musique (41%), d'animaux (80,8%) et de voix (86,5%), si nous prenons en considération les identifications globales, et ce, quel que soit l'âge des enfants.

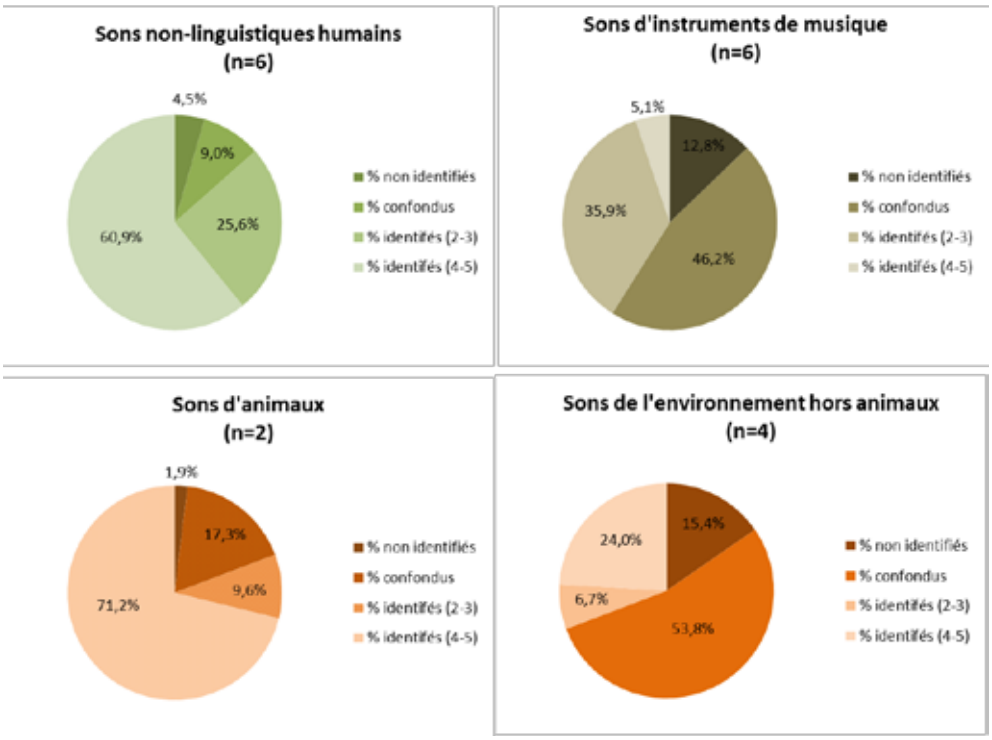


Figure 31. Répartition par type d'identifications par catégories *a priori* de sons : non identifiés, confondus, identifiés de manière partielle (par leur catégorie ou par un son proche sémantiquement : 2-3), ou identifiés de manière correcte (de façons stable ou instable : 4-5). L'identification globale correspond au regroupement des deux types d'identification précédemment cités.

Notons que ces capacités d'identification globales des sons ne sont pas corrélées dans notre étude aux capacités de perception de la parole (PBK : r_s=0.17 ; NS ; CAP : r_s=0.28 ; NS).

III.5.2. Développement langagier

Le Tableau 71 indique les médianes et les rangs percentiles exprimés en mois des variables langagières réceptives examinées : le niveau de lexique et le niveau de syntaxe en réception. Deux valeurs sont manquantes pour le retard syntaxique, les épreuves n'ayant pas pu être proposées pour deux enfants, l'un par manque de temps et l'autre car son niveau de langage était trop bas et son attention trop labile. Un contact avec les orthophonistes de suivi des enfants a été amorcé. Cependant, l'orthophoniste du premier enfant n'a pas répondu, et celle du deuxième n'a pas pu terminer la passation de l'épreuve à cause de l'échec massif de ce dernier et de son opposition à répondre. Les valeurs resteront donc manquantes.

Tableau 71
Scores de langage (lexique et syntaxe) en réception d'enfants implantés âgés de 6 à 10 ans

	n	**Moyenne**	**Ecart-Type**	**Médiane**	**[p25;p75]**	**Min.**	**Max.**
Age (mois)	26	101.51	17.84			66.42	129.28
Délai post-IC (mois)	26	73.96	16.43			32.30	96.07
Retard lexical	26			39.79	[23.03;50.07]	-37.39	87.07
Retard syntaxique	24			30.79	[22.21;49.47]	-57.18	75.28

Après 6 ans 2 mois en moyenne d'expérience auditive avec leur implant, les 26 enfants de notre cohorte présentent un retard médian de niveau de lexique en réception de 3,3 ans par rapport aux données normatives du test, à âge chronologique égal. La variabilité interindividuelle est très importante (*ET*=28,73 mois, soit 2,4 ans).
Leur développement syntaxique (sur le versant réceptif) est également retardé. Les enfants de notre population présentent un retard médian légèrement inférieur au retard lexical puisqu'il est de 30,79 mois (soit 2,6 ans). Cependant l'hétérogénéité des résultats est encore plus importante (*ET*=33,57 mois, soit 2,8 ans). Peu d'enfants sont en avance, mais leurs scores remontent considérablement la moyenne (cf. Figure 32 page suivante).

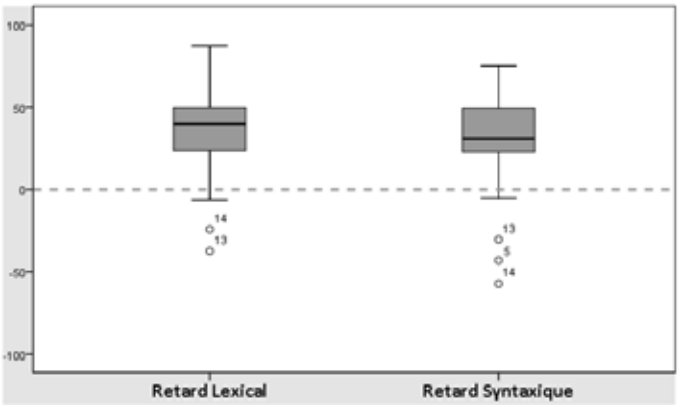


Figure 32. *Scores de langage en réception exprimés en termes de retard par rapport à l'âge chronologique des enfants.*

La Figure 33 représente les scores de langage en réception pour tous les sujets de notre échantillon. Les scores de lexique en réception sont fortement corrélés aux scores de syntaxe en réception (r_s=0.85 ; p<001) : plus le retard lexical est grand, plus le retard syntaxique est important.

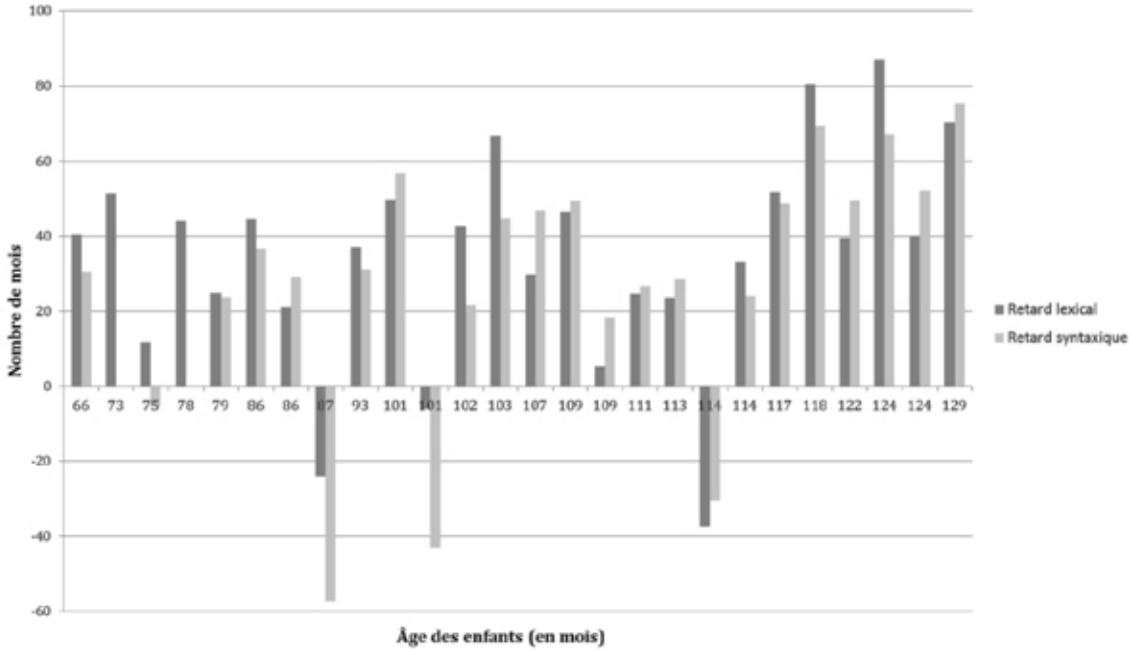


Figure 33. *Scores de langage en réception (lexique et syntaxe) pour chaque participant, exprimés en termes d'avance (partie négative du graphique) et de retard (partie positive du graphique), en fonction de l'âge de passation.*

Mais ce retard est-il significativement différent de ce qui est attendu chez les enfants entendants ? En considérant que les enfants entendants ont, en moyenne, un âge lexical équivalent à leur âge chronologique, nous avons réalisé un test de comparaison de moyennes non paramétrique (Mann-Whitney) pour deux échantillons indépendants. Ce test a mis en évidence une différence significative de performance entre les enfants implantés et celles théoriques de leurs pairs entendants, autant sur le plan du lexique (z=-5,09 ; p<.001)

que de la syntaxe (z=-4,36 ; *p*<.001) : les enfants implantés de notre échantillon ont des performances langagières significativement plus faibles que les enfants entendants de même âge chronologique.

III.5.3. Développement de la production de la parole

Sur le plan de la production de la parole (scores à l'échelle d'intelligibilité SIR.), les vingt-six enfants de notre population ont une intelligibilité moyenne de 4,04 (*ET*=0,87), s'étalant de 2 (quelques mots intelligibles en contexte, avec lecture labiale) à 5 (parole intelligible par tous). La majorité des enfants a une parole bien intelligible : 50% d'entre eux ont une parole intelligible pour des auditeurs habitués à la surdité (scoré 4) et 30,8% ont une parole intelligible par tous dans des situations de la vie quotidienne (scoré 5). Cela dit, la distribution est asymétrique (Shapiro-Wilk, *p*<.001), car quelques enfants conservent des scores bas : 11,5% des enfants ont une parole intelligible mais nécessitant la concentration de l'interlocuteur et l'utilisation de la lecture labiale, et 7,7% des enfants ne produisent que quelques mots intelligibles en contexte, avec support visuel. La médiane des scores à la SIR est donc de 4, avec un intervalle interquartile [p25;p75] = [4;5].

Pour la suite de nos analyses, nous avons combiné les catégories d'intelligibilité de l'échelle en deux grands groupes (comme réalisé par Calmels et al., 2004) : les catégories 1 et 2 correspondent à de la parole inintelligible, alors que les catégories de 3 à 5 correspondent à de la parole intelligible.

Synthèse :

A 6 ans 2 mois en moyenne post-implantation :

- 77% des enfants de notre échantillon présentent de bonnes perceptions de mots monosyllabiques, mais la majorité de ces enfants reste en difficulté pour suivre une conversation simple sans aide visuelle ;
- La totalité des enfants présente de grandes difficultés pour percevoir et identifier les sons non langagiers de leur quotidien, et ce, surtout lorsqu'il s'agit de sons de l'environnement (klaxon, porte, …). Ces capacités ne semblent pas liées à la perception des sons de parole.
- Les enfants de notre échantillon présentent des scores lexicaux et syntaxiques en réception médians significativement inférieurs à ceux de leurs pairs entendants au même âge chronologique. La grande majorité des enfants de notre échantillon n'a donc pas « rattrapé » le niveau attendu à leur âge.
- Sur le plan de la production de la parole, 50% des enfants ont une parole intelligible pour des auditeurs habitués à la surdité et 30,8% ont une parole intelligible par tous dans des situations de la vie quotidienne.
- Cependant, pour toutes ces épreuves, nous notons une grande variabilité interindividuelle dans les résultats.

III.5.4. Développement cognitif

Le Tableau 72 présente les notes médianes aux épreuves ainsi que la répartition de la distribution de notre échantillon. Rappelons que dans la NEPSY, les scores bruts sont transformés en notes standards à l'intérieur des groupes d'âge (présentés par intervalle de 6 mois), sur une échelle de moyenne 10 et d'écart-type 3.

L'âge présenté ici (tout comme le temps d'implantation) est un âge moyen pour toutes les épreuves. En effet, lorsque les conditions (capacités attentionnelles très faibles, fatigabilité, horaire…) ne permettaient pas d'obtenir un score pour toutes les épreuves lors de chaque passation, une moyenne entre les deux dates de passation a été réalisée afin d'obtenir un âge de passation unique. Ceci a été le cas pour deux sujets.

Tableau 72.
Notes médianes obtenues aux tests cognitifs par les enfants de notre échantillon, âgés de 6 à 10 ans.

	n	**Médiane**	**[p25;p75]**	**Min**	**Max**	**% ≤ 1*ET***	**% ≥ 1*ET***
Age aux tests cognitifs*	26	107.3	[86;114]	73.1	124.7	/	/
Temps d'implantation*	26	78.1	[63.8;85.9]	32.3	93.1	/	/
Planification	26	12.0	[10.8;14]	9	16	0	**42**
Attention visuelle	26	10.0	[8;13]	4	15	19	**35**
Mémoire visuelle	26	12.0	[8.8;15]	4	17	19	**50**
Mémoire auditivo-visuelle	26	8.5	[6.8;11.5]	1	17	42	**23**
Mémoire narrative	26	3.0	[1;8]	1	12	69	**0**

Note. Les colonnes % correspondent au pourcentage d'enfants ayant obtenu un score inférieur ou égal, et supérieur ou égal à 1 écart-type de la norme (soit des notes ≤ 7 et des notes ≥ 13).

Comme nous pouvons le voir Tableau 72, ainsi que visuellement Figure 34, les résultats aux tests cognitifs mettent en évidence que les capacités cognitives non-verbales sont bien développées chez les enfants de notre échantillon, et ce, toutes classes d'âge confondues. En effet, leurs résultats aux épreuves de planification, d'attention et de mémoire visuelles sont égaux ou supérieurs à ceux observés chez les enfants normo-entendants de leur âge (représentés par une ligne en pointillé sur tous les graphiques suivants). En revanche, leurs scores obtenus aux épreuves faisant intervenir des capacités auditives et langagières sont chutés.

Figure 34. Résultats moyens obtenus aux différentes tâches cognitives pour les enfants sourds de notre population (n=26).

Notons que la Figure 34 ci-dessus représente les notes moyennes de notre échantillon. En effet, pour que la comparaison avec les enfants entendants de la population d'étalonnage du test soit possible, nous avons comparé ici les scores moyens. Le test de Mann-Withney pour échantillons indépendants a été appliqué afin de savoir si les moyennes des scores des enfants implantés étaient significativement différentes des moyennes de la population d'étalonnage pour ces épreuves. Un test T a également été effectué pour vérifier la puissance des résultats. Les résultats, concordants aux deux tests, montrent une différence significative pour deux épreuves.

- La tâche de planification est significativement mieux réussie par les enfants implantés de notre échantillon (M=12) que par les enfants entendants (M=10) de la population d'étalonnage (z= -4,45 ; p<.001).
- La tâche de mémoire narrative est significativement chutée chez les enfants implantés (M=4,42) par rapport à ce qui est attendu à leur âge (z=-4,78 ; p<.001).

En revanche, les résultats obtenus aux épreuves d'attention visuelle, de mémoire visuelle, et de mémoire auditivo-visuelle ne sont pas significativement différents entre les deux groupes. Cela dit, la variabilité interindividuelle est importante pour toutes les tâches (ET=2,09 pour la planification, 2,89 pour l'attention visuelle, 4,11 pour la mémoire visuelle, 4,06 pour la mémoire auditivo-visuelle et 3,84 pour la mémoire narrative). Nous nous sommes donc demandé s'il était possible de grouper les enfants selon des profils pour ces tâches. Afin de répondre à cette question, il nous a paru pertinent, au vu des résultats descriptifs ainsi que de la nature des épreuves, d'étudier de manière dissociée les performances cognitives verbales et les performances cognitives non-verbales. Une analyse de cluster (méthode de Ward) a été réalisée pour répondre à cette question pour chacun de

ces deux domaines. Cependant, compte tenu du faible nombre de sujets inclus dans notre étude, nous n'avons retenu que les solutions à deux clusters. Notons, que les variables étant déjà standardisées, il n'a pas été nécessaire de les convertir en Z-scores.

Pour le domaine non-verbal, nous obtenons deux sous-groupes constitués de 13 sujets chacun avec des distributions plus homogènes que celles de l'échantillon global. Nous obtenons donc deux types de profils cognitifs non-verbaux (cf. Figure 35).

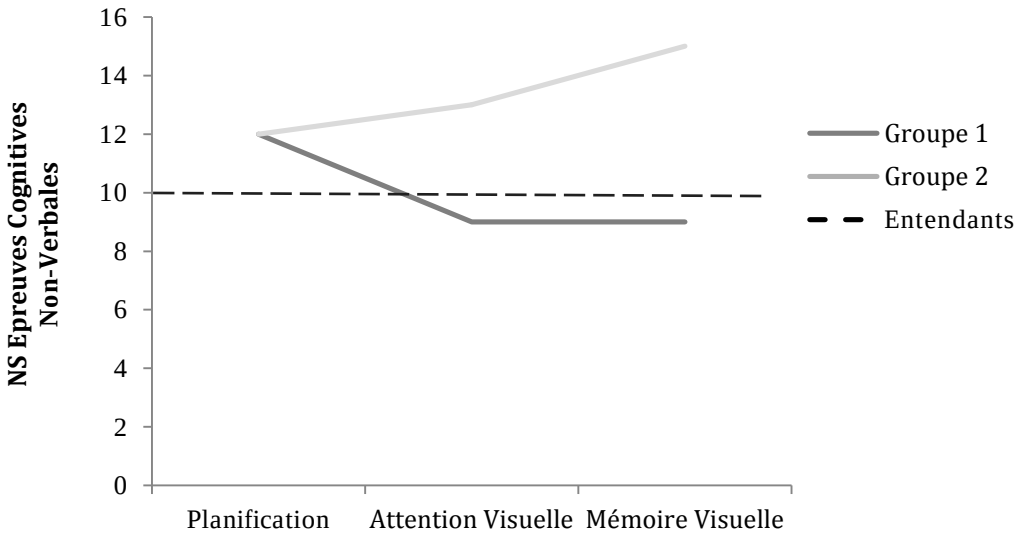


Figure 35. Profils médians des enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves planification, attention visuelle et mémoire visuelle (Méthode de Ward).

Les scores de ces deux sous-groupes sont significativement différents en ce qui concerne l'attention visuelle (z=-2.59 ; p<.05) et la mémoire visuelle (z=-4,36 ; p<.001) : le groupe 2 est significativement meilleur que le groupe 1 pour ces deux épreuves (cf. Figure 36 page suivante), et ce, de manière très marquée pour la mémoire visuelle (médiane groupe 1=9 ; médiane groupe 2=15). L'épreuve Tour (planification) n'est pas discriminante (z=-0,26 ; p=.80), la médiane pour les deux groupes étant de 12. Les résultats langagiers seront analysés ultérieurement suivant ces deux profils.

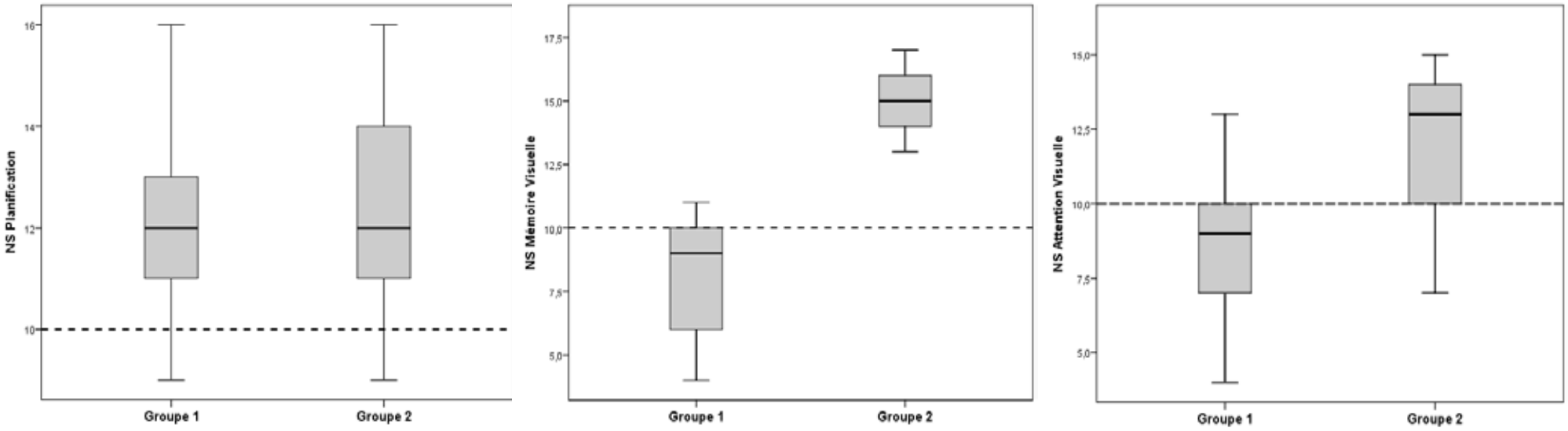


Figure 36. *Résultats (en Notes Standard, NS) pour les épreuves de planification, de mémoire visuelle et d'attention visuelle, pour les deux sous-groupes.*

En ce qui concerne le domaine verbal, nous pouvons extraire également deux sous-groupes plus homogènes que notre échantillon global, l'un constitué de 10 sujets et l'autre constitué de 16 sujets.

Tableau 73
Résultats médians (en Notes Standard, NS) pour les épreuves cognitives verbales

	Groupe 1 ***n*= 16**		**Groupe 2** ***n*= 10**	
	Médiane	[p25;p75]	Médiane	[p25;p75]
Mémoire Auditivo-Visuelle	7.00	[6.00;8.75]	13.5	[1.00;3.00]
Mémoire Narrative	1.00	[10.00;15.75]	10.00	[5.75;10.25]

Les scores de ces deux sous-groupes sont très significativement différents en ce qui concerne les deux épreuves : mémoire auditivo-visuelle (Mann-Withney : z=-3,82 ; *p*<.001) et mémoire narrative (z=-4,14 ; *p*<.001). Le groupe 2 est significativement meilleur que le groupe 1 pour ces deux épreuves (cf. Figure 37). Les résultats langagiers seront également analysés ultérieurement suivant ces deux profils.

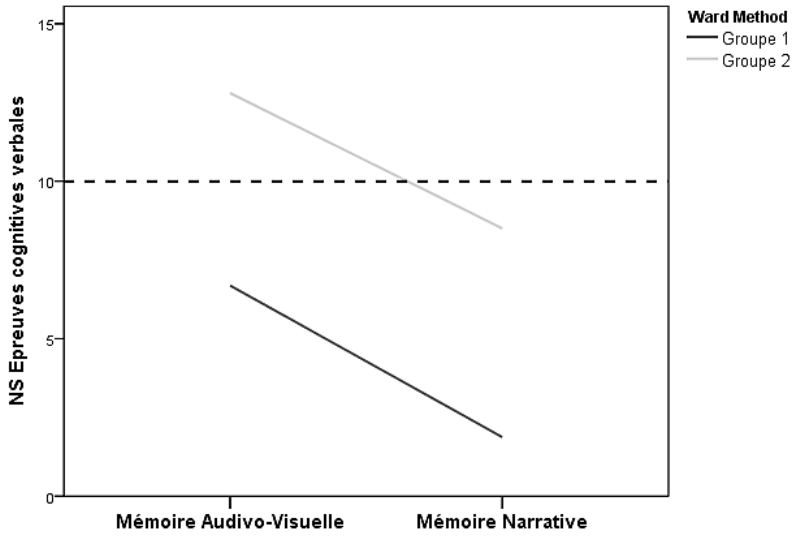


Figure 37. Profils des enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves mémoire auditivo-visuelle et mémoire narrative

Synthèse :

A 6 ans 2 mois en moyenne post-implantation :

- Les enfants de notre échantillon présentent des capacités cognitives non-verbales préservées : en effet, leurs résultats aux tâches de mémoire visuelle et d'attention visuelle sont dans la norme. Par ailleurs, la tâche de planification est significativement mieux réussie par les enfants implantés que les enfants entendants.
- Leurs capacités cognitives verbales sont, pour leur part, globalement chutées, et ce, d'autant plus lorsqu'elles mobilisent des capacités langagières importantes (cf. mémoire narrative).
- Cela dit, la variabilité interindividuelle est très importante pour toutes les tâches. De fait, afin de mieux comprendre cette hétérogénéité dans les résultats, chaque domaine cognitif (verbal et non-verbal) a été analysé isolément, et des profils d'enfants ont été dégagés (deux par domaines):
    - *Domaine cognitif non-verbal :* deux profils comportant 13 sujets chacun, se distinguant par leurs scores aux épreuves de mémoire et d'attention visuelle, très bons pour les uns, juste sous la moyenne pour les autres.
      L'épreuve de mémoire visuelle est l'épreuve la plus discriminante dans cette analyse.
    - *Domaine cognitif verbal :* deux profils comportant 10 et 16 sujets chacun, se distinguant par leurs scores aux deux épreuves (mémoire narrative et mémoire auditivo-visuelle).

Une analyse des performances langagières en fonction de ces profils sera proposée.

III.5.5. Participation familiale

La participation familiale a été évaluée à partir d'une échelle comprenant 5 niveaux. Pour rappel, cet outil prend en compte l'acceptation de la surdité, le niveau de stress de la famille, les interactions de communication et le modèle linguistique proposés à l'enfant, ainsi que le suivi du port et de l'entretien de l'implant cochléaire de l'enfant. Les familles de notre échantillon présentent un score médian de 3 (participation moyenne), avec un minimum de 2 (participation en dessous de la moyenne) et un maximum de 5 (participation idéale).

Pour la suite de notre étude, nous avons réparti ces niveaux en trois catégories :

- Catégorie 1 : bonne à très bonne participation (regroupant les niveaux 4 et 5)
- Catégorie 2 : participation moyenne (niveau 3)
- Catégorie 3 : participation sous la moyenne ou limitée (regroupant les niveaux 1 et 2).

38,5% des familles de notre échantillon présentent une participation bonne à très bonne, 38,5% participent moyennement et 23,1% ont une participation sous la moyenne à limitée.

III.5.6. Relations entre les différentes variables

Comme nous l'avons vu ci-dessus, les résultats descriptifs mettent en évidence que les capacités communicatives moyennes des enfants de notre échantillon (perception, langage, parole) sont inférieures à celles attendues à leur âge. Ils n'ont donc pas « rattrapé » le développement ordinaire observé chez les enfants entendants. Quels facteurs pourraient donc permettre d'expliquer ces différences ?

III.5.6.1. Corrélations observées entre les différentes variables

Afin d'avoir une vue d'ensemble de nos résultats, nous avons effectué une analyse de corrélation entre les résultats à l'implantation (perception, parole et langage), les résultats cognitifs et certaines caractéristiques individuelles et environnementales des enfants (cf. Figure 38)

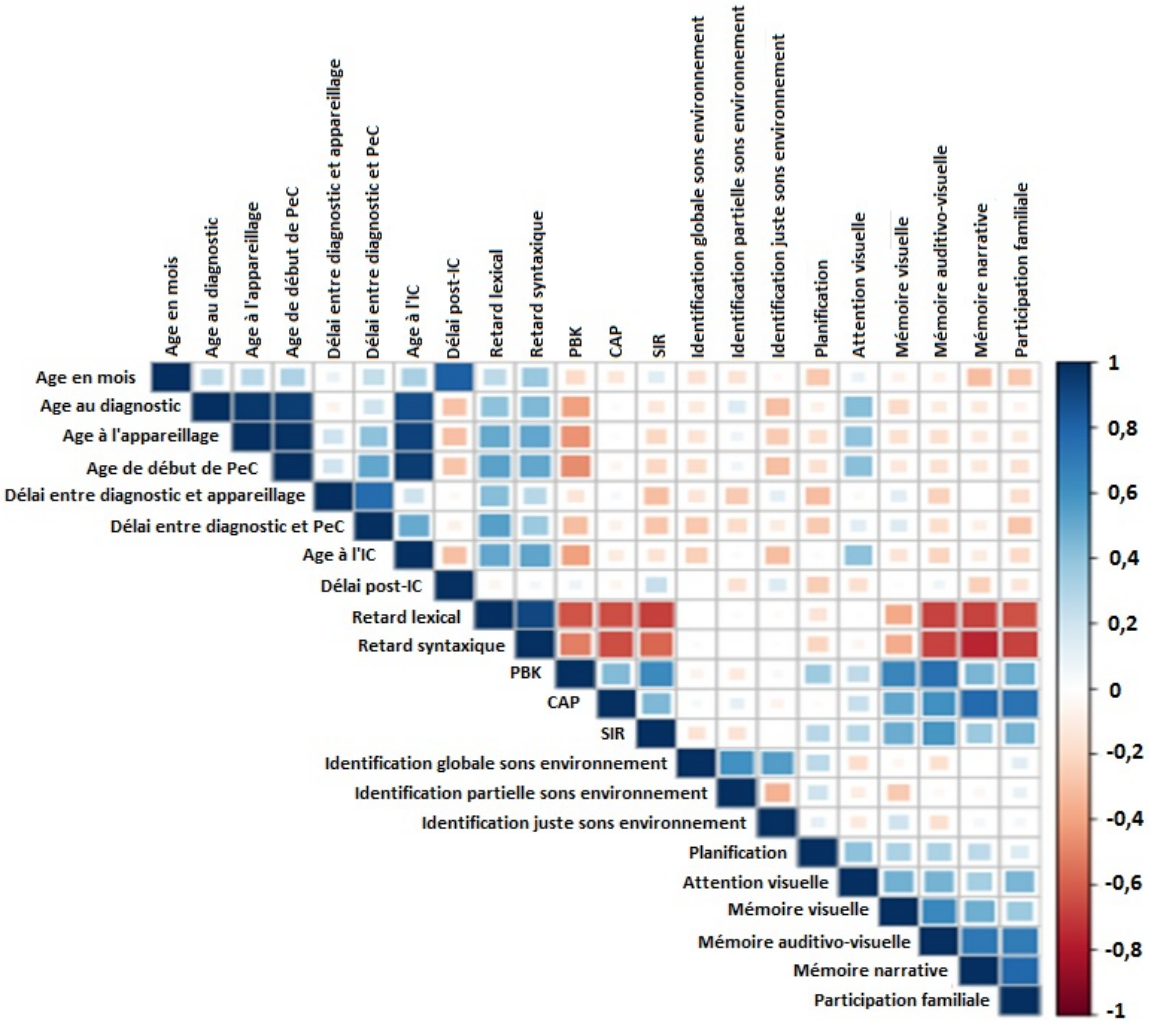


Figure 38. Matrice de corrélations entre les variables prises en compte dans notre étude.

La couleur bleue sur cette figure représente les corrélations positives, la rouge, les corrélations négatives. Dans tous les cas, plus la couleur est foncée, plus la significativité de la corrélation est élevée.

Nous observons ici plusieurs corrélations importantes que nous détaillerons au sein des paragraphes ci-dessous.

III.5.6.2. Relation entre les variables dépendantes

Afin de répondre à cette question, nous avons étudié dans un premier temps l'effet des capacités perceptives sur le développement du langage des enfants. Les résultats cognitifs verbaux et non verbaux ont ensuite été explorés afin de définir le lien éventuel existant entre capacités cognitives et développement du langage.

Effet des scores perceptifs sur les résultats langagiers

Les scores des tests de perception de la parole ont été regroupés chacun en deux catégories :

- Compréhension simple (scoré 5) vs compréhension élaborée (scorée 6 et 7) pour le CAP ;
- Bonne perception de mots monosyllabiques (≥80%) vs perception monosyllabique limitée à faible (<80%).

En appliquant un test de Mann-Whitney entre les épreuves évaluant les capacités de communication et chacune des deux épreuves perceptives, nous observons que :

- Les enfants ayant une compréhension globale de la parole élaborée réussissent significativement mieux à répondre aux épreuves de lexique ($z = -3{,}61$; $p < .001$), de syntaxe ($z = -3{,}73$; $p < .001$) ainsi qu'au PBK ($z = -2{,}06$; $p < .05$). Ils ont également une meilleure intelligibilité ($z = -2{,}45$; $p < .05$).
- Les enfants obtenant de bonnes performances au PBK (≥80% de reconnaissance de mots), ont des capacités langagières significativement plus développées (lexique : $z = -2{,}91$; $p < .005$; syntaxe : $z = -2{,}74$; $p < .01$) que les enfants réussissant moins bien ce test perceptif. Leur intelligibilité est également meilleure ($z = -3{,}05$; $p < .005$).

Les capacités d'identification des sons du quotidien ne sont pour leur part corrélées à aucune autre variable dépendante. Les capacités d'identification globale comme partielles des sons environnementaux ne seraient donc pas liées aux capacités de perception de mots pour notre échantillon (corrélation obtenue avec le PBK : $r_s = .17$; NS).

Seules les capacités de perception de la parole ont donc, pour les enfants de notre échantillon, un effet significatif sur le développement de leur langage oral (langage et intelligibilité).

Relations entre capacités cognitives verbales et capacités communicatives

Les scores cognitifs faisant intervenir des capacités verbales sont très fortement corrélés aux capacités communicatives (perception, langage, parole) dans leur ensemble (cf. Tableau 74).

Tableau 74
Corrélations significatives entre les variables cognitives verbales et les scores obtenus par les enfants de notre échantillon

Mémoire Auditivo-Visuelle	Retard Lexical (EVIP) **	(r_s = -.59)
	Retard Syntaxique (O52/ ECOSSE) **	(r_s = -.56)
	Perception Mots Monosyllabiques (PBK)***	(r_s = .74)
	Perception globale (CAP) *	(r_s = .52)
	Intelligibilité (SIR)*	(r_s = .51)
	Planification (Tour, NEPSY)*	(r_s = .41)
	Attention Visuelle (NEPSY)*	(r_s = .40)
	Mémoire Visuelle (NEPSY)*	(r_s = .41)
	Mémoire Narrative (NEPSY)***	(r_s = .79)
Mémoire Narrative	Retard Lexical (EVIP) ***	(r_s = -.64)
	Retard Syntaxique (O52/ ECOSSE) ***	(r_s = -.65)
	Perception Mots Monosyllabiques (PBK)**	(r_s = .56)
	Perception globale (CAP) ***	(r_s = .67)
	Intelligibilité (SIR)*	(r_s = .41)
	Mémoire Auditivo-Visuelle (NEPSY) ***	(r_s = .79)

* p<.05, ** p<.005, ***p<.001

Un test de comparaison de moyennes non-paramétrique (Mann-Whitney) a ensuite été appliqué afin d'explorer l'effet combiné de la mémoire auditivo-visuelle et de la mémoire narrative sur les résultats de perception, de parole et de langage. Pour ce faire, nous avons repris les clusters présentés dans la partie descriptive des résultats cognitifs (Figure 35 p.244). Pour rappel, le groupe 1 (n=16) présente des capacités de mémoire auditivo-visuelle et de mémoire narrative très inférieures à la norme, alors que le groupe 2 (n=10), présente des résultats médians supérieurs à la norme pour la mémoire auditivo-visuelle et équivalents à -1*ET* de la norme pour la mémoire narrative. Les enfants du groupe 2 obtiennent des résultats perceptifs (p<.005) et langagiers (p<.005 pour le lexique et p<.01 pour la syntaxe) significativement supérieurs à ceux des enfants du groupe 1. Nous observons donc une relation entre les capacités cognitives verbales et l'ensemble des capacités communicatives, excepté pour l'intelligibilité de la parole des enfants.

Afin de préciser cet effet, nous avons réparti les scores obtenus à chaque épreuve en trois catégories : les scores hauts (≥ +1*ET* de la norme), les scores moyens (compris dans l'intervalle]-1*ET* ; +1*ET* [ ) et les scores faibles (≤-1*ET*). Pour la mémoire auditivo-visuelle, le test de Mann-Whitney a mis en évidence que :

- Les enfants ayant obtenu des scores hauts à la mémoire auditivo-visuelle (n=6) ont des résultats significativement meilleurs aux épreuves langagières (p<.05) et perceptives (PBK : p<.005 ; CAP : p<.05) que les enfants ayant présenté des scores bas à cette même épreuve (n=11 ou 10 pour la syntaxe en réception) ;
- Les enfants présentant des scores moyens (soit équivalents à la norme) à la mémoire auditivo-visuelle ont des scores significativement meilleurs que les enfants ayant obtenu des scores bas à cette épreuve pour la syntaxe en réception (p<.05), et la perception des mots monosyllabiques (p<.005).

En ce qui concerne la mémoire narrative, aucun score haut (supérieur à la norme) n'a été enregistré. Sept enfants ont eu des performances moyennes (conformes à la norme attendue à leur âge) à cette épreuve et dix-neuf enfants ont présenté des scores très inférieurs à la norme. Une différence significative a été retrouvée entre ces deux groupes pour les scores langagiers (p<.005), ainsi que pour la perception globale (CAP : p<.001). Les enfants présentant des résultats conformes à la norme pour la mémoire narrative, ont obtenu des résultats lexicaux, syntaxiques et perceptifs globaux supérieurs aux enfants ayant obtenu des résultats très inférieurs à la norme.

Relations entre capacités cognitives non-verbales et capacités communicatives

Les scores cognitifs non-verbaux pour leur part ne sont pas corrélés significativement aux résultats langagiers. Nous pouvons dissocier l'épreuve de planification des autres épreuves cognitives non-verbales, car celle-ci est bien réussie chez tous les enfants (min: 9 ; max: 16). Cette capacité n'est corrélée à aucune autre variable continue dans notre échantillon. En revanche, l'attention visuelle est corrélée aux capacités perceptives de mots monosyllabiques (PBK : r_s=.42, p<.05), tandis que la mémoire visuelle est corrélée aux capacités perceptives dans leur ensemble (PBK : r_s=.54, p<.01 ; CAP : r_s=.51, p<.01), ainsi qu'à l'intelligibilité de la parole (r_s=.44, p<.05).

Nous avons consacré la suite de nos analyses, comme pour les capacités cognitives verbales, à caractériser le lien entre capacités cognitives non-verbales et compétences communicatives. Les scores obtenus à chaque épreuve peuvent, là encore, être catégorisés en trois groupes : scores hauts (supérieurs à la norme), scores moyens (équivalents à la norme) et scores faibles (inférieurs à très inférieurs à la norme).

- Pour l'attention visuelle, le test de Mann-Whitney a mis en évidence que les enfants ayant obtenu des scores hauts à l'épreuve d'attention visuelle (n=9) ont des résultats significativement meilleurs aux épreuves perceptives (PBK : p<.05) que les enfants ayant présenté des scores bas à cette même épreuve (n=5).
- Pour la mémoire visuelle, le test de Mann-Whitney montre que les enfants ayant des scores de mémoire supérieurs à +1*ET* de la norme des entendants ont des performances perceptives significativement plus développées (médianes PBK : 92, CAP: 6) que les enfants ayant des scores égaux (médianes PBK : 86, CAP : 5) ou inférieurs (médianes PBK : 68, CAP : 5) à la norme (p<.05).

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les enfants ayant des performances dans la norme et les enfants ayant des performances faibles aux épreuves cognitives non-verbales. Cela semble suggérer que les compétences attentionnelles et mnésiques non-verbales, lorsqu'elles sont bien développées voire surdéveloppées, influenceraient essentiellement les capacités de perception.

Cependant lorsque l'on analyse les performances perceptives et langagières des enfants implantés en regard des performances cognitives non-verbales, non pas épreuve par épreuve, mais suivant des profils cognitifs, nous obtenons un éclairage nouveau. Pour ce faire, nous avons repris les clusters obtenus lors des analyses descriptives de nos données (cf. Figure 35, p244). Pour rappel (cf. Tableau 75) :

- Le premier ensemble regroupe des enfants avec des compétences médianes d'attention visuelle légèrement sous la norme et de mémoire visuelle égales à la norme ;
- Le deuxième cluster regroupe les enfants qui ont développé des compétences égales ou supérieures à la norme pour toutes les épreuves non-verbales, et très supérieures en mémoire visuelle.

Tableau 75
Notes médianes obtenues par les enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves Planification, Attention Visuelle et Mémoire Visuelle (Méthode de Ward)

		Tour	**AV**	**MV**
Groupe 1	*N*	13	13	13
	Médiane	12.00	9.00	9.00
	Min.	9	4	4
	Max.	16	13	11
	[p25;p75]	[10.5;14]	[7;10.5]	[5;10]
Groupe 2	*N*	13	13	13
	Médiane	12.00	13.00	15.00
	Min.	9	7	13
	Max.	16	15	17
	[p25;p75]	[10.5;14]	[9.5;14]	[13.5;16]

Une analyse de comparaison de moyennes non-paramétrique (Mann-Whitney) a été réalisée. Les enfants du groupe 1 réussissent significativement moins bien aux épreuves de langage ($p<.05$), aux épreuves perceptives (PBK : $p<.01$, CAP : $p<.005$) et sont moins intelligibles ($p<.05$) que les enfants du groupe 2 (cf. Figure 39) : plus les capacités d'attention et de mémoire visuelles sont fragiles ou altérées, plus leurs résultats de perception, de langage en réception et de parole sont bas.

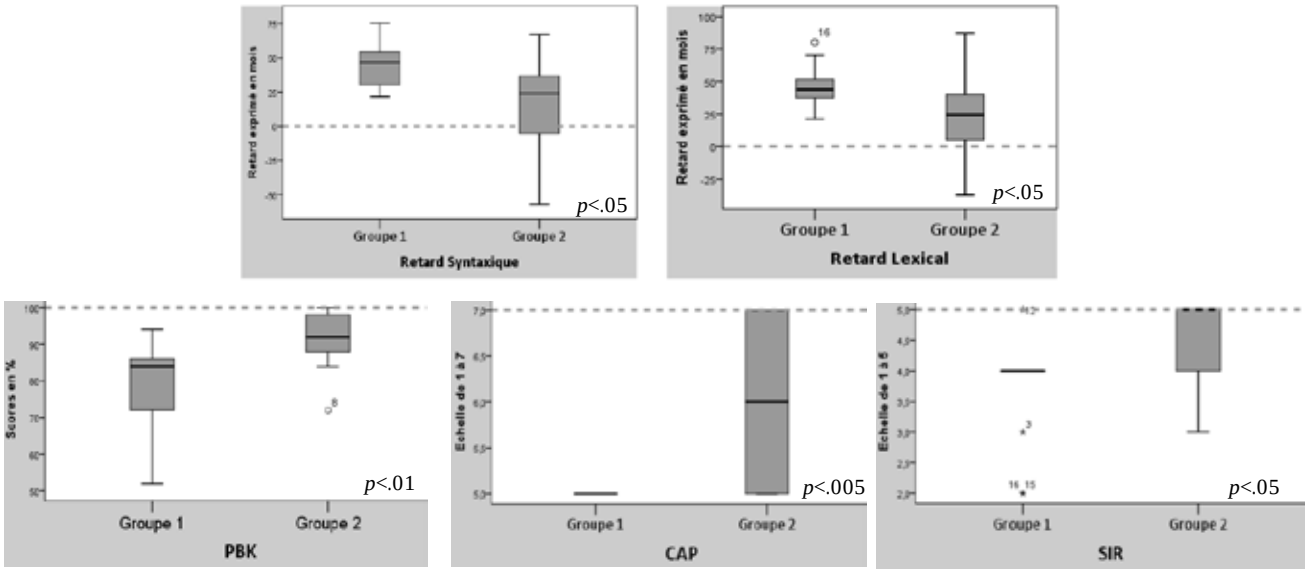


Figure 39. Relations entre capacités cognitives non verbales et résultats post-implantation.

Ces résultats suggèrent que les fonctions cognitives non-verbales ne doivent pas être envisagées uniquement de manière isolée mais davantage observées de manière conjointe, sous la forme de profils cognitifs.

<u>Synthèse :</u>

A 6 ans 2 mois en moyenne post-implantation, nous observons :

- Un lien significatif entre les capacités de perception (mots monosyllabiques, PBK ; performances auditives globales, CAP) et :
  - les capacités de lexique et de syntaxe en réception
  - l'intelligibilité de la parole
  - les capacités cognitives verbales
  - les capacités de mémoire visuelle lorsque ces capacités sont supérieures à la norme (>1ET).
- Un lien significatif entre les performances de perception de mots monosyllabiques (PBK) et les capacités d'attention visuelle.
- Un lien significatif entre les performances de lexique et de syntaxe en réception et:
  - les capacités perceptives dans leur ensemble (PBK/CAP)
  - les capacités cognitives verbales (mémoire auditivo-verbale et mémoire narrative)

III.5.6.3. Relation entre variables indépendantes et variables dépendantes

Nous avons ensuite observé les effets des variables catégorielles sur la capacité de percevoir la parole (scores de perception : PBK, CAP), la capacité de produire la parole (scores d'intelligibilité : SIR), et la capacité de comprendre la parole (compréhension lexicale et syntaxique). Puis nous avons réalisé des corrélations afin d'observer les liens entre les différentes variables continues.

Effet de l'âge chronologique

Nous avons cherché à tester le lien entre l'âge des enfants et leurs résultats langagiers. Cependant, la petite taille de notre échantillon ne nous a pas permis de prendre l'âge comme une donnée catégorielle. Nous avons donc pris l'âge comme une variable continue. Les corrélations de Spearman réalisées ne nous ont permis d'établir un lien qu'entre l'âge des enfants et leurs scores de syntaxe en réception (r_s=.48 ; p<.05) : plus les enfants sont âgés, plus ils présentent un retard syntaxique.

Effet de l'âge à l'implantation

L'âge à l'implantation est significativement corrélé aux capacités langagières (retard lexical : r_s=.55 ; p<.005, retard syntaxique : r_s=.57 ; p<.005), et inversement corrélé à la reconnaissance de mots monosyllabiques (PBK : r_s=-.46 ; p<.05). Son effet a alors été testé sur les résultats perceptifs, ainsi que sur les scores obtenus aux épreuves de parole et de langage. Pour ce faire, nous avons constitué deux groupes d'enfants : ceux ayant un âge à l'implantation inférieur ou égal à 24 mois (n=11) et ceux implantés plus tard (n=15). Les résultats montrent une différence significative inter-groupes pour le PBK (z=-2,06 ; p<.05), le retard lexical (z=-2,10; p<.05), et le retard syntaxique (z=-2,53 ; p<.05). Les enfants implantés avant deux ans ont de significativement meilleurs résultats pour la perception des mots monosyllabiques, la compréhension lexicale et la compréhension syntaxique que les enfants implantés après deux ans (cf. Tableau 76 page suivante). En revanche, aucune différence significative n'a été retrouvée dans notre échantillon pour l'intelligibilité (SIR : z=-0,99 ; NS), et la performance auditive générale (CAP : z= -1,31 ; NS).

Tableau 76
Scores médians significativement différents en fonction de l'âge d'activation de l'implant

	Enfants implantés ≤ 24 mois (*n*=11, excepté pour retard syntaxique où *n*=9)				**Enfants implantés > 24 mois (*n*=15)**			
	Médiane	[p25;p75]	Min.	Max.	Médiane	[p25; p75]	Min.	Max.
PBK	92	[86;98]	52	100	86	[72;88]	60	100
Retard Lexical	29.62	[-6.11;44.13]	-37.4	51.2	42.70	[24.72;66.75]	21.2	87.1
Retard Syntaxique	18.36	[-36.75;33.89]	-57.2	46.6	48.68	[26.66;56.69]	21.7	75.3

L'âge à l'activation est très fortement corrélé avec l'âge au diagnostic (r_s=.83 ; *p*<.001), l'âge au 1er appareillage (r_s=.87 ; *p*<.001), ainsi que l'âge au début de la prise en charge (r_s=.92 ; *p*<.001). Plus les enfants sont diagnostiqués, appareillés et pris en charge tôt, plus ils sont implantés tôt. Le cheminement thérapeutique est donc globalement le même pour tous les enfants. Nous pouvons alors noter que :

- l'âge au diagnostic est inversement corrélé à la perception de mots monosyllabiques (r_s=-.48 ; *p*<.05), et est positivement corrélé avec le retard syntaxique (r_s=.46 ; *p*<.05).
- l'âge au premier appareillage et l'âge au début de la prise en charge sont tous les deux inversement corrélés aux résultats du PBK (respectivement r_s=-.54 ; *p*<.005 et r_s=-.46 ; *p*<.05), et positivement corrélés aux scores de lexique en réception (respectivement r_s=.48 ; *p*<.05 et r_s=.44 ; *p*<.04) et de syntaxe en réception (respectivement r_s=.55 ; *p*<.005 et r_s=.54 ; *p*<.05).

Ainsi, plus les enfants sont diagnostiqués et suivis tôt, meilleurs sont leurs résultats perceptifs (perception de mots) et langagiers (versant réceptif).

Effet de la durée post-implantation

L'effet de la durée post-implantation a également été testé sur les résultats perceptifs et langagiers. Les corrélations de Spearman ne mettent en évidence aucun lien significatif entre cette variable et les différents scores obtenus par les enfants de notre échantillon. Deux groupes d'enfants ont cependant été définis afin de vérifier ce résultat : ceux implantés depuis 6 ans ou moins (≤72 mois ; *n*=10) et ceux implantés depuis plus de 6 ans (> 72 mois ; *n*=16). Aucun effet du temps d'implantation n'a pu être relevé ici avec notre échantillon.

Effet des variables démographiques

Le genre a été décrit dans la littérature comme étant potentiellement un des facteurs pouvant expliquer la variabilité dans les résultats. Nous avons donc testé l'effet du genre sur les capacités de communication des enfants de notre échantillon. Nos résultats, présentés dans le Tableau 77 page suivante, montrent que les filles obtiennent de meilleurs résultats en perception globale (CAP) et en syntaxe en réception que les garçons (Mann-Whitney, $p<.05$). Les résultats au test de Mann-Whitney tendent à être significatifs également pour la perception de mots monosyllabiques ($p=.058$).

Tableau 77
Scores médians significativement différents en fonction du genre

	Filles (*n*=11, excepté pour retard syntaxique où *n*=9)				**Garçons (*n*=17, excepté pour retard syntaxique où *n*=16)**			
	Médiane	[p25;p75]	Min	Max	Médiane	[p25;p75]	Min.	Max.
Retard Syntaxique	23.89	[-17.4;34.1]	-57.2	46.7	46.72	[28.8;55.5]	-43.1	75.3
CAP	6	[5;7]	5	7	5	[5;5]	5	7
PBK	92	[87;99]	52	100	86	[74;91]	60	100

D'autres variables démographiques ont été explorées : niveau socio-économique de la famille, présence de parents ensemble ou séparés, nombre de personnes vivant à la maison (inférieur ou supérieur à 3), présence ou non d'une fratrie et lieu d'habitation (ville vs campagne). Aucune de ces variables indépendantes ne semble jouer un rôle dans les résultats obtenus par les enfants de notre échantillon.

Effet des variables médicales et audiologiques

L'étiologie n'a pas pu être ici contrôlée compte tenu du nombre important d'enfants ayant une étiologie inconnue. Nous avons observé les effets du port de prothèse (oui/non), du nombre d'électrodes actives (présence/absence), ainsi que de la prise en charge (nombre de séances d'orthophonie par semaine inférieures ou supérieures à 2 ; autres types de prise en charge : oui/non). Par ailleurs, nous nous sommes intéressés à l'impact des seuils auditifs moyens (PTA) des enfants avant implantation sur leurs résultats perceptifs, communicatifs et langagiers, ainsi qu'à l'influence de la récupération prothétique après implantation sur ces mêmes résultats. Dans notre étude, nous n'observons aucun lien entre ces variables indépendantes et les résultats obtenus par les enfants.

Effet du mode de communication

Dans ce travail, nous avons pris en compte le mode de communication de la famille avant implantation ainsi que le mode de communication dont bénéficiait l'enfant après implantation. Pour nos analyses, nous avons réduit le nombre de catégories à deux : oral seul et oral + autre(s) mode(s) de communication, regroupant les sous-catégories oral+LPC, oral+ Français Signé (FS), et communication totale (oral, LPC, FS/LSF).

Le mode de communication de l'enfant après implantation ne semble pas influencer ici ses résultats perceptifs, communicatifs et langagiers (Mann-Whitney, NS). En revanche, le mode de communication pré-implantation semble être important.

Tableau 78

Scores médians et intervalles interquartile pour les épreuves perceptives et langagières significativement différentes en fonction du mode de communication familial pré-implant

		Retard Syntaxique	**PBK**
Oral Seul *n*=18 (ou 16 pour RS)	Médiane	45.69	86
	[p25;p75]	[27.16;55.53]	[72;92.5]
	Min.	-43.11	52
	Max.	75.28	100
Oral + autre mode de communication *n*=8	Médiane	22.71	92
	[p25;p75]	[-24.14;35.09]	[86.5;99.5]
	Min.	-57.18	84
	Max.	49.34	100

Comme nous pouvons le voir sur le Tableau 78, les enfants ayant été exposés en pré-implantation à de l'oral accompagné de LSF et/ou de Français Signé (*n*=3), de LPC (*n*=4), ou encore à une communication totale (*n*=1) obtiennent de significativement meilleurs résultats à l'épreuve de syntaxe en réception (z=-2,14; $p<.05$) que les enfants ayant été exposés exclusivement à de l'oral (*n*=18), et de sensiblement meilleurs résultats également au PBK (z=-1,95 ; $p=.051$). L'input en pré-implant semble donc avoir un effet significatif sur les résultats perceptifs et langagiers ultérieurs.

Effet du type de scolarisation

Nous avons également pris en compte le mode de scolarisation ainsi que le retard scolaire des enfants.

Nous observons que le retard scolaire est significativement corrélé avec les retards lexical (r_s=0.49 ; *n*=26 ; *p*<.05) et syntaxique (r_s=0.57 ; *n*=24 ; *p*<.005) : plus les enfants ont du retard scolaire, plus leur capacités langagières sont retardées. Le score de capacité de performances auditives est lui inversement corrélé au retard lexical : plus les enfants présentent du retard scolaire, moins leurs capacités de perception/compréhension globales (CAP ; r_s=-0.49 ; *n*=26 ; *p*<.05) sont développées.

Un test de comparaison de moyenne a été effectué afin qualifier ce lien. Le retard scolaire semble alors avoir un effet sur les capacités langagières (Mann-Whitney ; *p*<.05) et perceptives générales (z=-2,19 ; *p*<.05). Cependant, nous pouvons nous interroger sur la signification de ce résultat. Nous le discuterons donc ultérieurement.

Par ailleurs, il paraît intéressant de noter que le délai entre l'âge de diagnostic et l'âge de prise en charge (r_s=0.57 ; *n*=26 ; *p*<.005), ainsi que la participation familiale (r_s=-.47 ; *n*=26 ; *p*<.05) sont liés au retard scolaire.

En ce qui concerne le mode de scolarisation, le test de Mann-Whitney met en évidence que les enfants scolarisés en intégration (*n*=18, 16 pour le retard syntaxique) sont significativement meilleurs que ceux suivant une scolarité spécifique (*n*=8) pour les épreuves de lexique en réception (z=-3,17 ; *p*<.005), de syntaxe en réception (z=-3,18 ; *p*<.005), de perception globale (z=-2,19 ; *p*<.05), et de perception de mots monosyllabiques (z=-2,43 ; *p*<.05).

Effet de la participation familiale

La participation familiale, scorée sur une échelle de 5, est significativement corrélée à tous les résultats perceptifs, communicatifs et langagiers, ainsi qu'aux épreuves cognitives verbales (cf. Tableau 79).

Tableau 79
Corrélations entre la variable participation familiale et les scores obtenus par les enfants de notre échantillon

Participation Familiale (Moeller, 2000)	Retard Lexical (EVIP) ***	(r_s = -.69)
	Retard Syntaxique (O52/ ECOSSE) **	(r_s = -.64)
	Perception Mots Monosyllabiques (PBK) *	(r_s = .52)
	Perception globale (CAP) ***	(r_s = .70)
	Intelligibilité (SIR) *	(r_s = .43)
	Mémoire auditivo-visuelle (NEPSY) ***	(r_s = .69)
	Mémoire Narrative (NEPSY) ***	(r_s = .76)

* *p*<.05, ** *p*<.005, *** *p*<.001

Afin de mieux comprendre les différences de résultats en lien avec la participation familiale, nous avons regroupé les scores obtenus à l'échelle de Moeller (2000) en trois catégories : une participation bonne à idéale (regroupant les items 4 et 5), une participation moyenne (items 3), et une participation faible (regroupant les items 1 et 2).

Tableau 80
Scores médians et intervalles interquartiles pour les épreuves perceptives et langagières en fonction du niveau de participation familiale

		Retard Lexical	**Retard Syntaxique**	**SIR**	**CAP**	**PBK**
Bonne à idéale *n*=10 (ou 9 pour Retard Synt.)	Médiane	24.69	23.72	4	6.50	93
	[p25;p75]	[-10.63;34.91]	[-36.75;28.54]	[4;5]	[5;7]	[87.5;100]
	Min.	-37.39	-57.18	3	5	84
	Max.	44.13	46.62	5	7	100
Moyenne *n*=10 (ou 9 pour RS)	Médiane	39.79	44.75	4	5	85
	[p25;p75]	[23.03;55.10]	[28.91;50.79]	[5;5]	[5;5]	[72;89.5]
	Min.	5.36	18.36	3	5	52
	Max.	70.28	75.28	5	6	96
Limitée *n*=10 (ou 9 pour RS)	Médiane	50.69	52.69	3.50	5	79
	[p25;p75]	[44.16;82.04]	[32.91;67.64]	[2;4]	Constante	[71;92]
	Min.	42.70	21.70	2	5	68
	Max.	87.07	69.36	4	5	92

Les trois groupes diffèrent globalement sur toutes les épreuves perceptives (PBK, CAP), communicatives (SIR) et langagières (lexique, syntaxe) selon le test de Kruskal-Wallis, avec des significativités allant de $p<.05$ pour la SIR ou le PBK, à des significativités de $p<.01$ pour le CAP et les épreuves de langage en réception. Ces différences se retrouvent, avec le test de Mann-Whitney (cf. Tableau 80) :

- Entre le groupe recevant une bonne participation familiale et le groupe recevant une participation moyenne de la part de leur famille pour les capacités perceptives et langagières :
    - Retard lexical : z = -1,89 ; $p<.05$
    - Retard syntaxique : z = -2,61 ; $p<.01$
    - CAP : z = -2,81 ; $p<.01$
    - PBK : z = -2,43 ; $p<.05$

- Entre une bonne participation et une participation familiale faible pour tous les scores explorés :
    - Retard lexical : z = -3,15 ; $p<.005$
    - Retard syntaxique : z = -2,48 ; $p<.05$
    - CAP : z = -2,56 ; $p<.05$
    - PBK : z = -2,13 ; $p<.05$
    - SIR : z = -2,23 ; $p<.05$
- Entre une participation familiale moyenne et une participation familiale faible uniquement pour l'intelligibilité de la parole:
    - SIR : z = -2,23 ; $p<.05$

Dans les domaines cités ci-dessus, les enfants ont des scores perceptifs et langagiers significativement supérieurs quand la participation familiale est bonne. La participation familiale semble donc avoir un effet positif important à partir du niveau 4 de l'échelle correspondant au descriptif suivant : « Les membres de la famille s'adaptent mieux que la moyenne à la surdité de leur enfant. (…) Les parents ont un rôle actif. Ils servent de bon modèle de langage à leur enfant et s'efforcent d'utiliser à la maison les techniques qu'ils ont apprises. (…) Des efforts sont entrepris pour élargir cette implication à d'autres membres de la famille » (traduction de Moeller, 2000).

Synthèse de nos résultats

	PBK	CAP	RETARD LEXICAL	RETARD SYNTAXIQUE	SIR
Etre implanté avant 24 mois	+		-	-	
Etre une fille		+		-	
Avoir bénéficié d'un mode de communication pré-implant oral+visuel	+			-	
Etre scolarisé en intégration	+	+	-	-	
Ne pas avoir de retard scolaire		+	-	-	
Avoir une participation familiale bonne à idéale	+	+	-	-	+

Note. PBK : perception de mots monosyllabiques ; CAP : évaluation des capacités globales de perception auditive, SIR : intelligibilité.

III.6. DISCUSSION

L'objectif de notre étude était d'évaluer les compétences perceptives, cognitives et langagières d'enfants implantés depuis plus de trois ans, tout en prenant en compte l'implication familiale. Dans un second temps, nous souhaitions explorer les liens éventuels entre ces variables. Cette association de facteurs n'a jamais été appréhendée de cette manière dans la littérature francophone. Par ailleurs, le développement cognitif des enfants implantés reste peu exploré dans la littérature en général.

III.6.1. Analyse des résultats perceptifs et langagiers des enfants de notre échantillon

Sur le plan descriptif, nos résultats concordent avec la littérature en ce qui concerne les capacités langagières ainsi que sur le plan de l'intelligibilité de la parole. En effet, les enfants de notre cohorte ont une intelligibilité médiane équivalente à ce qui a été présenté dans les précédentes études et notamment dans celle de Calmels et al. (2004). Dans cette étude, comme dans la nôtre, entre 30 et 35% des enfants ont une parole intelligible par tous dans des situations de la vie quotidienne après 5 ans minimum d'implantation cochléaire (6 ans 2 mois en moyenne dans notre étude). Sur le plan du langage en réception, les enfants implantés de notre cohorte présentent des résultats significativement plus faibles que ceux observés chez les entendants avec une variabilité interindividuelle très importante, ce qui est retrouvé dans de nombreuses études (e.g. Geers, Nicholas, et al., 2003; Sanchez et al., 2006; P. E. Spencer, 2004; Svirsky et al., 2000; G. A. Young & Killen, 2002).

Les scores de perception de la parole ont également toujours été caractérisés par une variabilité importante dans les résultats. Notre présente étude ne déroge pas à cette observation. En revanche, les enfants de notre population présentent des capacités de perception des mots monosyllabiques en liste ouverte supérieures à ce qui est décrit dans la littérature avec le PBK, mais des performances auditives globales nettement inférieures à ce qui est décrit dans les études anglophones (e.g. Nikolopoulos et al., 1999). En ce qui concerne les performances au PBK, plus de trois quart des enfants de notre échantillon présentent une perception des mots monosyllabiques sans lecture labiale supérieure à 80% de réussite (score médian 87), ce qui correspond à de bons voire très bons résultats pour des enfants sourds implantés. Ces résultats paraissent déconcertants à la lumière de la littérature, qui présente des résultats modestes au PBK-mots pour les enfants implantés depuis les années 1990 (e.g. Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, & Gantz, 1992; Fryauf-Bertschy et al., 1997).

Certains auteurs ont suggéré que ce test sous-estimait d'ailleurs les capacités d'identification des mots monosyllabiques des enfants implantés, à cause de sa structure même (cf. Kirk et al., 2012 pour une revue de littérature). En effet, afin d'équilibrer phonétiquement les listes de mots, ce test serait construit avec certains items lexicaux peu

familiers pour des enfants âgés de 3 à 8,5 ans (Frisch, Meyer, Pisoni, Svirsky, & Kirk, 2000; Kirk et al., 2012; Kirk, Pisoni, & Osberger, 1995; Kirk, Sehgal, & Hay-McCutcheon, 2000). Le Phonetically Balanced Test, dans sa version anglophone, a donc été considéré comme l'un des tests les plus difficiles parmi ceux destinés aux enfants de moins de 7 ans (Zwolan et al., 1997) et a, de ce fait, été utilisé pour identifier les enfants dits « stars », c'est-à-dire ceux qui obtenaient des résultats à l'implant exceptionnellement bons (Pisoni, Cleary, Geers, & Tobey, 1999). Alors pourquoi tant de différence entre nos résultats et ceux trouvés dans la littérature ?

Peu d'études récentes utilisent ce test, d'autres outils évaluant la perception de la parole en liste ouverte ayant été développés en anglais (par exemple, le Lexical Neighborhood Test, LNT, Kirk et al., 1995). De fait, les enfants inclus dans les études citées ci-dessus ont été implantés plus tard que ceux de notre cohorte. Cependant, Fryauf-Bertschy et al. (1997) montrent par exemple que les enfants inclus dans leur échantillon implantés entre 2 et 3 ans 11 mois obtiennent des scores au PBK inférieurs à 60% de réussite, et ce, même 60 mois post-implantation. L'âge à l'implantation n'explique donc qu'une part de cette différence entre les résultats des études anglophones et notre étude.

Le type de processeur porté peut également influencer les résultats. En effet, les enfants porteurs d'implants récents présentent de bien meilleures capacités de perception de mots en liste ouverte que les enfants implantés avec des prothèses plus anciennes (Anderson et al., 2004; Davidson et al., 2010; Dowell et al., 2002), et ce, même à des intensités faibles, grâce notamment à l'amélioration de la technologie du processeur et des stratégies de codage, ainsi que du microphone. Wolfe, Schafer, John, et Hudson (2011) présentent par exemple des résultats égaux voire supérieurs à 90% de reconnaissance des mots dans le calme pour tous les enfants de leur cohorte, âgés de 4 ans 4 mois à 12 ans, tous implantés unilatéralement ou bilatéralement avec des implants Cochlear récents.

Une autre piste d'explication probable concerne l'outil d'évaluation même. Les études utilisant le PBK version française (Lupi, 1998) mettent-elles en évidence les mêmes difficultés que les études anglophones ? Loundon et Busquet (2009) reportent les résultats d'une cohorte de 100 enfants français implantés autour de trois ans. Ces dernières montrent que 5 ans après leur implantation, 55 % des enfants de leur cohorte présentaient des scores de 75% de reconnaissance de mots en liste ouverte. Kos (2010), pour sa part, présente dans son étude incluant 27 sujets implantés en moyenne à 2,9 ans et depuis 7,1 ans, un score moyen au PBK de 80,8% (*ET*=18). 73% des enfants suivis longitudinalement dans cette étude atteignent un score de 80% de réponses correctes avant la quatrième année post-implantation. Comme dans les études anglophones, la variabilité est importante dans ces études. Cependant, les scores obtenus au PBK-mots sont plus proches de ceux obtenus par les enfants de notre cohorte. Nous pouvons donc suggérer que les listes du PBK français (Lupi, 1998) sont certes comparables aux listes du PBK anglais (Haskins, 1949) sur le plan

de leur représentativité phonétique (Artières et al., 2002), mais pas sur le plan de leur niveau de difficulté lexicale (familiarité, fréquence lexicale, fréquence de voisinage lexical). Or, les scores de perception obtenus par les enfants seraient dépendants du vocabulaire présent dans les épreuves de mots en liste ouvertes (Paatsch, Blamey, Sarant, Martin, & Bow, 2004), et ce, surtout lorsque les mots sont présentés à une intensité normale : perception et connaissance lexicale ont alors la même importance relative pour la réussite au test (Davidson et al., 2011). Par ailleurs, la méthodologie de passation est différente entre les études : la majorité des études francophones présentent les tests de mots en liste ouverte en voix directe alors que la plupart des études anglophones proposent ces tests à partir d'une bande-enregistrée, ce qui augmente la difficulté du test pour les enfants implantés. Les scores obtenus au PBK dans les études anglophones et ceux recueillis dans notre étude ne sont donc pas comparables directement.

Beaucoup de facteurs peuvent donc entrer en ligne de compte pour expliquer ces différences entre notre étude et la littérature. Cette hétérogénéité (outils, méthode, population…) est d'ailleurs relevée dans la plupart des études (Bond et al., 2009). Cependant, les scores obtenus par les enfants de notre cohorte constituent de bons indicateurs de leurs capacités d'identification de mots en liste ouverte en audition seule. Ils mettent en évidence, comme le font d'autres études sur la perception de la parole en liste ouverte, que la majorité des enfants sourds implantés de notre cohorte peuvent utiliser l'oral comme leur principal mode de communication (O'Donoghue et al., 1998; Uziel et al., 2007; Waltzman et al., 1997).

Cela dit, la majorité des enfants de notre cohorte reste en difficulté pour suivre une conversation simple sans aide visuelle. La faible corrélation entre les scores au CAP et au PBK met en évidence que les performances d'identification de mots sans aide visuelle constituent un pré-requis nécessaire pour comprendre des phrases simples sans lecture labiale, mais pas suffisant pour comprendre une conversation avec un interlocuteur familier. En effet, à 6 ans 2 mois en moyenne post-implantation, 100% de notre population est capable de comprendre des phrases simples sans lecture labiale, mais seuls 31% des enfants comprennent des conversations simples, et 19% utilisent le téléphone. Ces scores sont inférieurs aux prédictions d'Archbold et al. (1995). Ces derniers montraient qu'après 3 ans d'implantation, 80% des enfants de leur population (n=53) comprenaient les phrases et 40% comprenaient une conversation. Ils estimaient alors que 5 ans après implantation, on pouvait prédire que 90% des enfants comprendraient une conversation simple sans lecture labiale.

En ce qui concerne l'identification des sons de l'environnement, nous observons des résultats similaires à ceux recueillis dans la littérature (Inverso, 2009; Inverso & Limb, 2010; Liu et al., 2013; Proops et al., 1999; Quaranta et al., 2011; Reed & Delhorne, 2005; Shafiro et al., 2009, 2011). Les enfants de notre cohorte, qui n'ont pas suivi d'entraînement

spécifique à l'identification des sons du quotidien, identifient très difficilement ces sons hors contexte, d'autant plus lorsqu'il s'agit de sons de l'environnement. Nous avons conscience que les résultats de cette tâche, telle qu'elle a été proposée ici, restent à prendre avec précaution. En effet, le manque de données normatives ainsi que le nombre limité et le choix arbitraire des sons peuvent être considérées comme des limitations de notre étude. Nous savons par exemple que les scores obtenus sont intimement liés au set de sons (Shafiro, 2008). Cependant, les résultats nous paraissent intéressants et, peuvent participer à enrichir les connaissances sur l'identification des sons environnementaux chez l'enfant implanté, actuellement limité à deux études (Liu et al., 2013; Quaranta et al., 2011). En effet, pour encore beaucoup de chercheurs comme de cliniciens, les sons non-linguistiques (ou sons de l'environnement) sont perçus en premier par les enfants implantés. Les échelles d'évaluation des performances auditives, comme par exemple, le CAP première (Archbold et al., 1995, 1998) et deuxième version (The Ear Foundation, 2004), ont d'ailleurs été conçues en considérant les acquisitions perceptives comme ordonnées, partant d'une détection des sons de l'environnement à une perception de la parole dans des situations complexes. Cette conception mérite d'être discutée : nos résultats en effet ne mettent pas en évidence de corrélation entre perception de sons non-linguistiques et perception de la parole. Ceci est en accord avec l'étude de Liu et al. (2013) réalisée chez l'enfant. Cela semble suggérer que la capacité à reconnaitre des stimuli linguistiques n'est pas généralisée, chez l'enfant, aux sons non-linguistiques. Un entraînement spécifique paraît donc nécessaire pour que les enfants réussissent à reconnaître les sons environnementaux, en situation puis en dehors de tout contexte. Les acquisitions ne seraient donc pas ordonnées comme ce qui est proposé dans le CAP, mais davantage liées aux domaines travaillés en éducation ou rééducation auditive. Un focus particulier sur les sons non-linguistiques dans leur ensemble devrait donc être proposé aux enfants implantés par les orthophonistes.

III.6.2. Relations entre perception et langage

Plusieurs études montrent que les résultats perceptifs obtenus par les enfants implantés pour la parole, sont très fortement associés aux évolutions langagières. Bien que nous ne sachions pas précisément comment les processus de perception auditive guident le développement de la communication orale (Tobey et al., 2003), nous observons que les résultats perceptifs et langagiers (parole/langage) obtenus par les enfants implantés s'améliorent conjointement au fil du temps (Davidson et al., 2011). Les performances perceptives et langagières semblent donc être intrinsèquement liées. Comme le suggère Pisoni (2000), les mêmes processus semblent être utilisés dans les tâches de perception de mots isolés en liste ouverte et dans les tâches de production de la parole. En effet, ces dernières requièrent un accès aux modèles sensoriels et moteurs stockés en mémoire pour reproduire les mots à l'oral. Ceci concorde avec les résultats de notre étude qui montrent une influence des capacités de perception sur les performances de langage en réception et sur l'intelligibilité de la parole. Comme dans l'étude de Spencer (2004) par exemple, les capacités de morphosyntaxe en réception des enfants de notre étude sont corrélées

positivement avec les capacités de perception de la parole. En revanche, Spencer (2004) ne retrouve pas la corrélation que nous observons entre les scores de lexique en réception et les résultats perceptifs, les tests utilisés dans les deux études n'étant probablement pas identiques.

Néanmoins, cette observation ne nous paraît pas surprenante étant donné que ces capacités sont imbriquées dans la constitution même des tests. En effet, les tests de perception de la parole, souvent construits comme des épreuves de répétition de mots, nécessitent des connaissances lexicales, et des capacités articulatoires préservées, en plus des capacités auditives, alors que les tests de langage en réception exigent, en plus des capacités lexicales et syntaxiques, de bien percevoir oralement les mots et les phrases proposées.

III.6.3. Relations entre cognition et langage

Nous avons veillé à dissocier, dans nos résultats, capacités cognitives verbales et capacités cognitives non-verbales. Ils mettent en évidence que les capacités cognitives verbales (ici évaluées par une tâche auditivo-verbale et une tâche de mémoire narrative) sont chutées chez les enfants implantés. La variabilité interindividuelle est malgré tout importante. Un effet des compétences cognitives verbales (mémoire auditivo-visuelle et mémoire narrative associées) est observé sur le langage en réception et sur la perception, comme noté dans l'étude de Houston et al. (2012). Cela dit, nous pouvons suggérer la présence d'une inter-causalité. En effet, pour réaliser les tâches cognitives verbales présentées, les enfants devaient utiliser leurs capacités perceptives et langagières (essentiellement lexicales pour la mémoire auditivo-visuelle; lexicales et syntaxiques pour la mémoire narrative), puisqu'aucune aide visuelle autre que la lecture labiale ne leur a été proposée.

Leurs capacités cognitives non-verbales sont, pour leur part, bien développées. Ces résultats concordent avec les données de la littérature, qui montrent que les sujets sourds, implantés ou non, ont des capacités non-verbales similaires à celles des sujets normo-entendants (Bavelier, Dye, & Hauser, 2006; De Giacomo et al., 2013; Zekveld et al., 2007). Cependant, nous ne pouvons pas parler de développement typique, comme le proposent De Giacomo et al. (2013). En effet, nos résultats soulignent que les capacités de planification des enfants de notre cohorte sont égales ou supérieures à la moyenne obtenue par les enfants entendants de la population d'étalonnage du test. Les enfants de notre population, malgré l'impulsivité ou les troubles du comportement observés chez certains d'entre eux, sont donc tous en mesure de mettre en place des stratégies visuelles, et d'inhiber leurs réponses, ce que ne sont pas capables tous les enfants entendants de la population d'étalonnage. La variabilité étant assez faible pour ce test, aucun lien n'a été retrouvé avec les résultats perceptifs et langagiers de notre échantillon. Ces résultats sont en désaccord avec ceux de Greiner (2010). Son étude incluant 33 enfants, âgés de 6 à 12 ans, implantés unilatéralement ou bilatéralement, rapporte des résultats moyens à l'épreuve « Tour » de la

NEPSY de 8,84 (*ET*=2,9), soit un score moyen légèrement en-deçà de la norme. Les résultats de son étude mettent en évidence une corrélation entre les scores obtenus à un test de lexique en réception et ceux de planification. Cette différence peut être expliquée par de nombreuses raisons. Cependant, celle qui paraît la plus plausible est en lien avec les modalités de présentation de la tâche. En effet, Greiner avance que les liens entre cette épreuve et les compétences lexicales en réception peuvent s'expliquer par le niveau de langage requis par les consignes et le renforcement verbal au cours de la tâche proposés par l'expérimentateur. Or, étant donné l'objectif de celle-ci (i.e. évaluer les stratégies cognitives non-verbales des enfants), nous l'avons expliquée à l'enfant en utilisant le ou les moyens de communication nécessaires pour qu'il en intègre les consignes. L'impact du niveau langagier à l'oral de chaque enfant sur ces résultats a donc été ainsi diminué. La modalité de présentation des consignes est donc toujours à mettre en lien avec l'objectif de l'étude et les capacités effectives des enfants testés, afin qu'elle ne devienne pas une variable parasite dans les résultats.

Nous montrons également que les capacités d'attention visuelle des enfants de notre échantillon sont en moyenne égales à la norme, tandis que leurs capacités de mémoire visuelle sont en moyenne légèrement supérieures à la norme. Cependant, pour ces deux épreuves, la variabilité interindividuelle est très importante. On observe qu'il existe un lien étroit entre capacités mnésiques (qu'elles soient d'ailleurs verbales ou visuelles), attention visuelle et capacités perceptives. Plusieurs études ont mis en évidence que le niveau d'intelligence non-verbale des enfants (mesurée par leur QI de performance) influencerait leurs compétences de perception de la parole (e.g. Geers et al., 2002). Les enfants possédant un QI de performance élevé auraient de meilleures compétences de perception de parole que les enfants ayant un QI plus faible ($p<.001$). Ces résultats sont en accord avec les observations de Pisoni (2000), s'appuyant sur les théories cognitivistes du traitement de l'information : pour lui, la perception de la parole ne peut pas être analysée sans prendre en compte les sous-systèmes cognitifs que sont la mémoire, l'attention et les facultés d'apprentissage. En effet, perception et mémoire sont intrinsèquement liés, puisque toute activité cognitive implique l'utilisation du système mémoriel.

III.6.4. Relations entre facteurs socio-démographiques et résultats à l'implant (perception, parole, langage).

Au regard des différentes études s'intéressant aux facteurs influençant la perception de la parole et les scores langagiers des enfants porteurs d'un implant cochléaire, nous avons fait l'hypothèse que les résultats perceptifs et langagiers post-implantation des enfants inclus dans notre échantillon seraient influencés en partie par les caractéristiques démographiques des enfants et de leurs familles, les caractéristiques de leur implant, ainsi que par le type de scolarisation et les patterns d'accompagnement thérapeutique qui leur sont proposés.

Effet de l'âge chronologique

Nous avons fait l'hypothèse que l'âge chronologique des enfants aurait un impact sur leurs résultats perceptifs et langagiers. En effet, cette variable est souvent prise en compte dans les modèles explicatifs des résultats à l'implant. L'âge chronologique pris seul n'a de lien dans nos résultats ni avec l'intelligibilité de la parole des enfants, ni avec leurs résultats perceptifs, ni même avec leurs résultats lexicaux. En revanche, le niveau de syntaxe en réception des enfants est corrélé avec l'âge. Plus les enfants sont âgés, plus ils présentent de retard dans leur compréhension syntaxique. Cela peut être mis en perspective avec les études montrant que le développement syntaxique en production comme en réception des enfants implantés est plus lent que leur développement lexical (Geers, Nicholas, et al., 2003; Le Normand & al., 2014; P. E. Spencer, 2004; G. A. Young & Killen, 2002). Plus l'enfant grandit, plus les attentes sur le plan syntaxique sont élevées. Or, si l'enfant présente déjà un retard important dès le plus jeune âge dans son développement syntaxique en réception, nos résultats suggèrent que l'écart tend à se creuser à mesure qu'il grandit.

Effet de l'âge à l'implantation

Nos résultats mettent en évidence une relation très significative entre l'âge à l'implantation et les performances perceptives et langagières des enfants de notre échantillon. Les enfants implantés avant 24 mois ont des performances supérieures à ceux implantés plus tardivement pour la perception de mots monosyllabiques, ainsi que pour les scores de lexique et de syntaxe en réception. Ces résultats concordent avec la littérature. En effet, de nombreuses études montrent que même si les enfants qui ont reçu un implant entre 2 et 5 ans réussissent à développer et à voir évoluer leurs compétences perceptives et langagières post-implantation (Davidson et al., 2011), les bénéfices langagiers sont meilleurs pour les enfants implantés entre un et deux ans (e.g. Geers & Sedey, 2011; Holt & Svirsky, 2008; Nicholas & Geers, 2007). Cela s'expliquerait par l'existence d'une période sensible pour le développement neurologique, liée notamment à la plasticité du cerveau : Dettman, Pinder, Briggs, Dowell, et Leigh (2007) suggèrent que l'âge de un an correspondrait à cette période sensible. En effet, ils montrent que les enfants implantés avant 12 mois présenteraient des compétences langagières expressives comme réceptives en post-implantation supérieures à celles obtenues par des enfants implantés entre 12 et 24 mois. Mais d'autres auteurs viennent s'opposer à ces conclusions : Holt et Svirsky (2008) émettent des réserves quant à l'intérêt d'une implantation avant 12 mois, tandis que Sharma, Dorman et Spahr (2002) ont mis en évidence que la plasticité du système auditif central était maximale jusqu'à trois ans et demi environ. De fait, même si l'implantation avant l'âge de un an ne fait pas consensus, la précocité de l'implantation se dégage comme un facteur principal favorisant les résultats après implantation sur les plans de la perception du langage (De Raeve, 2010; Taitelbaum-Swead et al., 2005; Tyler et al., 1997), de son développement (Colletti et al., 2005; Geers, Nicholas, et al., 2003; Nicholas & Geers, 2007; Nikolopoulos et al., 1999; Quittner et al., 2013), et plus spécifiquement du développement du stock lexical (Connor et al., 2000; Houston & Miyamoto, 2010). Cependant, la variabilité

retrouvée dans nos résultats, comme dans les résultats de toutes ces études met en évidence que recevoir un implant entre un et deux ans n'apporte pas la garantie d'atteindre un niveau de langage dans la norme, même après plusieurs années d'expérience auditive.

Effet du délai post-implantation

Le délai post-implantation correspond au temps d'expérience avec l'implant. De nombreuses études mettent en évidence que les capacités de perception de la parole des enfants sourds implantés, de langage en production/réception, ainsi que leur intelligibilité s'améliorent avec l'expérience acquise au fil du temps avec l'implant (Waltzman, Cohen, Green, & Roland, 2002). Cela a été montré particulièrement chez les enfants implantés tôt, avec des modèles récents d'implant (Svirsky, 2000). Nous avons donc fait l'hypothèse que nous retrouverions un effet du délai post-implantation sur les résultats perceptifs et langagiers de notre cohorte. Or, cette incidence n'a pas été retrouvée dans notre échantillon : notre hypothèse n'est donc pas validée par nos résultats. Cela peut être expliqué par le faible nombre de sujet inclus, et par l'amplitude restreinte dans les délais post-implantation ([p25;p75]=[63,75;85,94]). Par ailleurs, les enfants les plus jeunes de notre population sont aussi souvent ceux ayant été implantés le plus tôt. De fait, nous suggérons que même si l'on observe une évolution des résultats avec l'âge (les capacités testées étant plus complexes à 10 ans qu'à 6 ans), le délai post-implantation semble avoir un impact moins important sur les résultats aux épreuves proposées dans notre étude que l'âge à l'implantation.

Effet des variables démographiques

Une différence de genre a été retrouvée dans notre cohorte pour les performances syntaxiques en réception. Les filles obtiennent de meilleurs résultats en compréhension syntaxique que les garçons. Ces résultats sont consistants avec la littérature qui montre chez l'enfant normo-entendant, chez l'enfant porteur de troubles du langage, comme chez l'enfant sourd implanté, une supériorité de compétences langagières des filles en production comme en réception par rapport aux garçons, et ce, dès le plus jeune âge (e.g. Bouchard, Trudeau, Sutton, Boudreault, & Deneault, 2009; Galsworthy, Dionne, Dale, & Plomin, 2000; Geers, Nicholas, et al., 2003; Tobey et al., 2003). Cependant, le fait de ne pas retrouver d'effet de genre sur le développement lexical vient en contradiction avec l'étude de Dionne, Dale, Boivin, et Plomin (2003) par exemple, qui montre la même influence du genre pour le lexique et la syntaxe chez des enfants normo-entendants. Ces résultats suggèrent peut-être une évolution spécifique du langage chez les enfants implantés. Certaines études montrent que la supériorité langagière des filles serait manifeste au début des acquisitions langagières (jusqu'à 27 mois selon Bouchard et al., 2009), puis se comblerait, pour ne réapparaître que vers l'âge de 10-11 ans dans la maîtrise de la langue à l'école (Coates, 1993). La différence serait donc ici comblée dans le domaine lexical, mais ne le serait pas au niveau des acquisitions syntaxiques en réception 6 ans 2 mois en moyenne après l'implantation.

Le genre aurait un impact également dans notre cohorte sur les résultats perceptifs des enfants. Les filles présentent des scores de perception de mots monosyllabiques et de capacités auditives globales significativement plus élevées que les garçons. Ces deux résultats, mettant en évidence l'influence du genre sur la perception de la parole ainsi que sur certaines composantes langagières (ici, la syntaxe en réception) renvoient notamment aux travaux de Geers et ses collaborateurs (pour une revue, voir Geers, Strube, et al., 2011). Ces derniers expliquent que le genre, associé aux caractéristiques individuelles que sont la taille de la famille, son niveau socio-économique, et le QI de performance de l'enfant, expliquent à elles quatre, une partie non négligeable de la variabilité observée dans les résultats de perception et de production de la parole, de langage et de lecture, chez les enfants de 8-9 ans (respectivement : 22%, 23%, 17%, 13%), mais également dans les résultats à plus long-terme (au lycée, respectivement : 13%, 15%, 19%, 17%). En revanche, le genre, à lui seul n'explique pas significativement la variabilité de leurs résultats.

De fait, même si nos résultats ne mettent pas en évidence l'influence d'autres variables démographiques (telles que la catégorie socio-professionnelle des parents, le nombre de personnes vivant à la maison, etc.) sur les capacités évaluées des enfants dans notre étude, nous sommes convaincus que le genre fait partie d'un ensemble de facteurs individuels, qu'il convient de ne pas négliger de contrôler dans les études sur les résultats à l'implant.

Effet du mode de communication

Nos résultats mettent en évidence un effet du mode de communication pré-implantation sur les résultats de syntaxe en réception, ainsi que sur la perception de mots monosyllabiques (PBK). Les enfants dont les familles ont utilisé l'oral seul avant implantation ont des résultats significativement moins bons dans ces deux domaines, que ceux ayant utilisé l'oral enrichi de signes issus de la LSF et/ou de code. La « gestualité signifiante » accompagnant l'oral (Pouyat & Busquet, 2004, cités par Farges, 2004), constituée de mimogestualité, de mimiques, de signes iconiques de la Langue des Signes, et/ou de mots codés, et présentée à l'enfant en pré-implant, semble donc particulièrement importante pour le développement perceptif et langagier ultérieur. Nicholas et Geers (2003) mettent d'ailleurs en évidence que les enfants ayant bénéficié d'une « communication simultanée » commenceraient à utiliser des mots plus tôt que leurs pairs ayant reçu une stimulation orale seule. Cela pourrait s'expliquer, comme le mentionnent Connor et al. (2000), par la présence d'une stimulation langagière précoce. En effet, lorsque les parents signent ou apportent une gestualité signifiante à leur enfant sourd, ils lui apportent la stimulation langagière précoce nécessaire au développement langagier ultérieur (documenté chez l'enfant entendant notamment par Locke, 1993). L'apport de signes en pré-implant permettrait donc de ne pas laisser l'enfant sans compréhension, et sans moyen d'expression pendant plusieurs mois voire plusieurs années, et ainsi de se représenter le monde environnant. Il permettrait également à la relation parents-enfants de s'établir de

manière sécure, en se nouant sans qu'une barrière communicative soit en place (Virole, 2004). Néanmoins, certains auteurs ont suggéré que le traitement cognitif de deux sources d'information visuelles simultanées (visuelle seule et auditivo-visuelle) peut entraîner un coût cognitif trop important (Bergeson, Pisoni, & Davis, 2005). L'assimilation de ces deux stimuli ne se ferait donc pas dans de bonnes conditions. De plus amples études mériteraient d'être menées pour objectiver les liens entre stimulations langagières précoces, capacités langagières en pré-implant et résultats perceptifs et langagiers à long-terme en post-implantation.

Le mode de communication post-implantation quant à lui, est un facteur souvent contrôlé dans les études (cf § I.4.2.). Et, au contraire de ce que nous observons dans nos résultats, nombreuses sont celles qui soulignent l'importance du mode de communication post-implantation dans la réussite à l'implant (e.g. Dowell et al., 2002; Geers et al., 2000; Nicholas & Geers, 2007; Tobey et al., 2004). Pour les auteurs de ces études, l'utilisation d'un mode de communication auditivo-verbal seul, ou du moins une exposition « suffisante » à l'oral dans les situations signifiantes (Moog & Geers, 2003) prédit significativement la réussite de l'implantation. Nous pouvons nous interroger sur ce que signifie « une exposition suffisante ». Dans tous les cas malgré tout, ces études montrent que les enfants qui utilisent le renforcement par signes, obtiennent de moins bons résultats de production et de perception de la parole, de langage et de lecture que les enfants utilisant le langage oral seul à moyen et à long-terme (Geers, Strube, et al., 2011).
Qu'appellent-ils « renforcement par signes » ou « communication signée » ? Dans cette appellation, la majorité des études américaines englobent langue des signes et codage (utilisation du LPC) : les chercheurs considèrent ces deux « modes de communication » comme étant des aides visuelles. Cette association, souvent réalisée par manque de sujets utilisant le Cued Speech (LPC américain), nous semble erronée (cf. I.4.2.). Cependant, afin de pouvoir comparer notre étude avec la majorité des études anglophones, nous avons réduit notre nombre de catégories concernant le mode de communication à deux : « oral seul » et « oral + autre(s) mode(s) de communication ». Nous n'avons donc pas différencié les résultats des enfants utilisant la LSF, de ceux utilisant le LPC, ni même de ceux ayant une communication dite totale (oral/LSF/LPC), malgré les limites que cela implique. De fait, quelle peut être l'explication de cette différence entre nos résultats et ceux des nombreuses études montrant l'effet du mode de communication sur les acquisitions post-implantation ? Nous suggérons plusieurs éléments de réponse.

(1) Les tests langagiers proposés aux enfants de notre cohorte sont des tests de langage en réception. Or, Geers et al. (2003), montrent que les différences entre enfants bénéficiant d'une communication orale seule et enfants bénéficiant d'une communication totale à l'école ne sont pas retrouvées sur le versant réceptif, mais sur le versant expressif. Ces observations correspondent également à celles de Kirk et al.(2002).

(2) La constitution de nos populations peut-être un deuxième élément de réponse. Les cohortes sont-elles comparables ? L'usage des modes de communication est-il identique pour tous les enfants ? Les enfants présents dans notre échantillon sont tous issus de familles entendantes. Certains utilisent l'oral seul, d'autres utilisent l'oral associé à la LPC, d'autres encore utilisent l'oral associé à du français signé et les derniers utilisent la langue orale associée au code et à des signes issus de la LSF. La plupart des enfants sourds issus de familles entendantes qui utilisent un renforcement signé le font car ils sont en difficulté avec la langue orale. Nous n'avons pas d'enfants bilingues français oral/LSF dans notre cohorte. En revanche, la majorité des enfants qui utilisent couramment la LPC sont des enfants qui perçoivent et développent plus facilement leur langage oral (Leybaert & LaSasso, 2010) et ce, d'autant plus facilement que le début d'exposition à la LPC a été précoce (Leybaert & Alegria, 2003). De fait, ces différents modes de communication ayant été regroupés dans une seule et même catégorie, nous ne retrouvons pas d'effet du mode de communication.

Si l'on compare maintenant notre cohorte aux cohortes de différentes études américaines (e.g. Geers, Brenner, & Tobey, 2011) la population incluse n'est pas similaire. En effet, dans leurs populations, des enfants sourds implantés de parents sourds bénéficiant d'un bain linguistique familial de langue des signes, sont inclus au même titre que des enfants sourds de parents entendants utilisant la langue des signes comme un renforcement de leur langage oral. Dans le premier cas, les enfants possèdent deux langues : la Langue des Signes qui est leur langue maternelle, et l'oral pouvant devenir minoritaire. De fait, lorsque l'oral est peu utilisé par l'enfant dans sa vie quotidienne, ses compétences langagières dans cette langue minoritaire auront plus de difficultés à se développer (Lepot-Froment, 2000). Nous suggérons d'ailleurs que le pendant inverse peut très probablement être observé lorsque le niveau de Langue des Signes des enfants sourds utilisant l'oral en langue primaire et une Langue des Signes en langue secondaire est évalué. Dans le deuxième cas, les enfants utilisent le signe ou le code comme une aide visuelle à la communication orale quand celle-ci est difficile pour eux. Dans ces deux cas, il ne paraît pas étonnant que les résultats perceptifs et langagiers des enfants utilisant un mode communication gestuel soient plus faibles que ceux des enfants utilisant l'oral seul et très fortement corrélés au mode de communication.

Les études anglophones font donc très fréquemment la comparaison entre les résultats d'enfants sourds de parents entendants qui utilisent l'oral seul et ceux d'enfants pour qui le mode de communication oral est soit une langue seconde, soit renforcé par une modalité visuelle à cause des difficultés initiales des enfants avec ce mode de communication seul. Nous pouvons donc questionner la causalité très souvent proposée dans les études : le mode de communication des enfants est-il toujours une cause de leurs résultats langagiers ? Dans le cas où le renforcement par signes est utilisé, n'est-ce pas plutôt un effet ? Ces questions peuvent permettre de nous interroger sur la constitution même des cohortes. Une étude de la nécessité d'usage des différents modes de communication pourrait être incluse dans les recherches permettant d'affiner l'interprétation des résultats. A l'heure actuelle, il nous

semble donc délicat d'affirmer que le mode de communication auditivo-verbal est un prédicteur majeur d'un bon développement avec implant. D'ailleurs, comme certains auteurs le soutiennent, l'utilisation concomitante de l'oral et de la Langue des Signes n'interfèrerait pas sur le développement des capacités langagières orales (P. E. Spencer, 2000; Yoshinaga-Itano, 2006). De futures études comparatives, incluant des enfants utilisant l'oral seul, des enfants utilisant l'oral associé au LPC et des enfants réellement bilingues oral/Langue des Signes, nous semblent nécessaires pour répondre à cette question. Pour ce faire, il nous paraît important que les équipes cliniques soutiennent les familles dans leur utilisation de la Langue des Signes, même après l'apparition de la communication orale. Ainsi, nous pourrons réellement parler de bilinguisme et évaluer de manière appropriée l'influence du mode de communication sur les acquisitions post-implantation. Par ailleurs, il nous paraît également important de veiller dans les études futures, à dissocier les enfants sourds de parents sourds ayant la langue des signes comme langue maternelle, des enfants sourds de familles entendantes utilisant la langue des signes comme soutien à l'oral.

Effet du type de scolarisation

Nos résultats mettent en évidence que les enfants scolarisés en intégration ont des compétences perceptives (perception de mots monosyllabiques et perception globale) et langagières (lexique et syntaxe en réception) significativement plus élevées que ceux suivant une scolarité spécifique. Par ailleurs, nous avons observé que plus les enfants avaient du retard scolaire, plus leurs capacités langagières étaient retardées. Ces résultats concordent avec la littérature qui montre que les enfants scolarisés dans des cursus utilisant une communication totale présentent des résultats perceptifs et langagiers significativement inférieurs à ceux scolarisés dans des établissements oralistes (correspondant en France, aux écoles ordinaires) (Geers & al., 2003). Il nous paraît important de noter qu'en France, depuis les lois visant à l'intégration puis à l'inclusion scolaire des enfants sourds dans les écoles ordinaires (Le Capitaine, 2014), les établissements spécialisés, proposant la Langue des Signes comme un support ou comme un moyen de suppléance correspondent le plus souvent à des lieux accueillant les enfants sourds présentant des difficultés d'apprentissage. Sanchez et al. (2006) montrent d'ailleurs dans leur étude nationale multicentrique, consistant en un suivi longitudinal à 5 ans d'enfants sourds prélinguaux implantés, que 81% des enfants qui développent bien leur langage sont intégrés en classe ordinaire et que 80% des enfants qui progressent plus lentement sont scolarisés en établissement spécialisé. Les enfants implantés, ne présentant pas ou peu de difficultés langagières à l'oral, poursuivent donc, en France, une scolarité en intégration, même si les parents font le choix du bilinguisme (Le Capitaine, 2014). Dans une étude sur les résultats à long-terme (14 ans après l'implantation), Cochard et al. (2013) mettent d'ailleurs en évidence que les enfants obtenant un baccalauréat général voire même continuant à l'université sont ceux présentant le moins de retard syntaxique. De fait, ce sont également ceux qui ont suivi une scolarité ordinaire tout au long de leur parcours scolaire.

Comme, Geers (2003) nous suggérons que nos résultats indiquent alors non pas une causalité mais un choix d'orientation approprié.

Effet de la participation familiale

Nous supposions qu'une part de la variabilité des résultats à l'implant serait liée à l'environnement familial. Sans pouvoir spécifier quel pourcentage de variance est expliqué par la participation familiale, nos résultats mettent en évidence un lien très fort entre celle-ci et intelligibilité de la parole, lexique et syntaxe en réception, résultats perceptifs et épreuves cognitives verbales (mémoire auditivo-verbale et mémoire narrative). Ces résultats concordent avec la littérature chez les enfants normo-entendants, qui met en évidence la corrélation positive entre l'implication familiale et le développement langagier des enfants, à l'oral comme à l'écrit (Bennett, Weigel, & Martin, 2002; Storch & Whitehurst, 2001).

Mais nos résultats montrent également que la participation familiale doit être nécessairement bonne (et pas seulement moyenne) pour que les compétences perceptives, lexicales, et syntaxiques en réception des enfants se développent adéquatement. En effet, même quand les parents font des efforts pour comprendre et s'adapter à la surdité de leur enfant et qu'ils suivent globalement l'accompagnement thérapeutique proposé, cela n'est pas suffisant pour le développement de l'enfant. La différence entre une participation familiale moyenne et une participation familiale faible ne se ressent que sur l'intelligibilité de la parole. Quels éléments font donc la différence entre une participation familiale moyenne et une bonne participation familiale dans le modèle proposé par Moeller (2000) ? L'ajustement familial à la surdité de l'enfant, la participation aux séances de rééducation, le soutien de l'enfant face aux partenaires éducatifs et rééducatifs, et l'efficacité de la communication avec l'enfant sont les cinq grands domaines évalués dans cette échelle. Une famille présentant une participation moyenne fait des efforts pour comprendre et s'adapter au diagnostic de surdité, mais peine à reprendre au quotidien les éléments de communication vus en rééducation. Les parents sont souvent présents lors des réunions avec les équipes de suivi de l'enfant. Cependant, ils se reposent essentiellement sur les professionnels pour la prise en charge de celui-ci. Les interactions parents-enfant sont alors souvent portées par une personne, tandis que le reste de la famille met en place une communication basique avec l'enfant. Il s'agit donc de familles bienveillantes, mais essentiellement passives. Les familles présentant une bonne participation familiale sont plus autonomes et plus actives dans l'éducation de leur enfant. Ces observations font écho aux études chez les enfants normo-entendants qui montrent que la participation active des familles dans le cercle scolaire, et le lien qu'elles peuvent avoir avec les enseignants influence positivement le développement du langage, des compétences sociales, motrices, adaptatives, tout comme des compétences scolaires de base (Izzo, Weissbert, Kasprow, & Fendrich, 1999; Marcon, 1999). Il paraît donc indispensable d'amener les familles à prendre une place importante dans la prise en charge et l'accompagnement de leur enfant. Ils

doivent être davantage placés comme partenaires de rééducation afin qu'ils puissent se saisir des outils proposés par les cliniciens (Fallon & Harris, 1991).

Nos résultats montrent également que le délai entre le diagnostic et l'accompagnement thérapeutique proposé aux enfants et à leur famille est significativement liée aux résultats des enfants, alors qu'ensuite, le type de rééducation et le nombre d'heures passées en rééducation n'ont pas d'effet significatif sur les résultats. Ce constat est également fait dans l'étude de Moeller (2000), proposée à 112 enfants sourds bilatéraux, prélinguaux, légers à sévères. En s'intéressant initialement à la relation entre l'âge de début de prise en charge et les résultats langagiers obtenus par les enfants de sa population, Moeller a mis en évidence que seuls deux facteurs apparaissaient comme significatifs à cinq ans d'âge chronologique : l'implication familiale et l'âge de début de prise en charge des enfants. Les enfants pris en charge après 9 mois d'âge chronologique présenteraient des résultats langagiers en production comme en réception inférieurs à ceux pris en charge plus jeunes (Watkin et al., 2007). Par ailleurs, il a été montré que plus les enfants sont dépistés tardivement (soit en règle générale après l'âge de deux ans), moins les parents fréquentent et/ou ont confiance dans les équipes d'éducation précoce (Calderon, Bargones, & Sidman, 1998). Indépendamment de l'implant donc, il semble que début d'accompagnement thérapeutique, implication familiale et résultats perceptifs et langagiers soient liés.

III.7. CONCLUSION

Le design de notre étude ne nous a pas permis de déterminer une causalité entre toutes les variables. En revanche, nous avons pu explorer les liens existants entre différentes variables et les résultats perceptifs, communicatifs et langagiers d'enfants sourds implantés âgés de 6 à 10 ans. Les conclusions majeures ressortant de l'analyse de nos résultats sont les suivantes :

- Les capacités perceptives et langagières des enfants implantés en moyenne à 27,55 mois (=âge à l'activation de leur implant) sont globalement inférieures à la norme ;
- Cependant, l'intelligibilité de leur parole, leur perception de mots monosyllabiques, et leurs résultats lexicaux et syntaxiques en réception sont bien supérieurs à ce qui a été rapporté par la littérature avec des cohortes du même âge, avant les années 2000 ;
- Les capacités cognitives verbales comme non verbales sont liées aux résultats perceptifs et langagiers ;
- Le délai entre le dépistage et l'implantation, l'âge à l'implantation, le genre, le mode de communication proposé par la famille en pré-implant et l'implication familiale dans le suivi de l'enfant ont une influence significative sur les résultats à l'implant.

Une étude multicentrique pourrait être envisagée afin d'aller plus loin dans l'explication des facteurs de variabilité dans les résultats à l'implant. En effet, une des limites de notre étude concerne la représentativité de notre population. La distribution des résultats n'étant pas normale et le nombre de sujets étant limité, nous ne pouvons pas garantir que notre population est représentative de la population d'enfants sourds congénitaux implantés en France. Cependant, avant de proposer une étude de plus grande ampleur, il nous paraît indispensable de repenser la batterie de tests perceptifs et langagiers couramment utilisée avec les enfants sourds implantés en France. Aucune n'étant réellement satisfaisante, chaque étude francophone utilise des tests différents. Par ailleurs, certains sont traduits de tests anglophones sans, par la suite, avoir été rigoureusement étalonnés et validés. Un travail important de création d'outils évaluant les capacités des enfants depuis l'implantation jusqu'à l'adolescence et de validation de tests existants nous semble donc nécessaire.

CHAPITRE 4

DISCUSSION GENERALE

Comme nous l'avons évoqué en introduction de ce manuscrit, l'implant cochléaire constitue une réponse possible à la surdité profonde congénitale depuis la fin des années 1980. Cependant, bien que de nombreux travaux aient montré l'apport indéniable de l'implant dans les résultats perceptifs et langagiers à long terme pour un grand nombre d'enfants ayant reçu leur implant au cours de leurs premières années de vie, une grande variabilité des résultats reste indéniable même après 7 ans ou plus d'implantation (Castellanos et al., 2014; Cochard et al., 2004, 2013; Davidson et al., 2011; Geers, Strube, et al., 2011; Ruffin, Kronenberger, Colson, Henning, & Pisoni, 2013; Uziel et al., 2007).

De nombreuses études à l'heure actuelle cherchent donc à mieux comprendre la source de cette variabilité interindividuelle et à identifier des prédicteurs pour permettre aux équipes cliniques de mettre en place, dès les premières années, un accompagnement thérapeutique adapté à chaque enfant. Cependant, peu de travaux s'intéressent à ce jour à l'impact des capacités cognitives et langagières observées chez les enfants lors du bilan pré-implantation sur leurs performances perceptives et langagières post-implantation. Par ailleurs, si de nombreuses études focalisent leur attention sur le développement de la perception ou de la production de la parole et du langage, peu décrivent le développement cognitif global des enfants implantés. C'est donc dans cette perspective que nous avons réalisé deux études (détaillées Chapitre 2 et 3) prenant en compte à la fois certaines des caractéristiques individuelles et environnementales des enfants. Nous observons que les résultats langagiers des enfants implantés de nos deux cohortes sont inférieurs à ceux d'enfants entendants de même âge chronologique. Par ailleurs, la variabilité interindividuelle constatée dans l'ensemble des travaux réalisés chez les enfants sourds est également retrouvée ici. Cependant, on observe que tous les enfants progressent que ce soit à l'oral ou en Langue des Signes (observé tout particulièrement chez un enfant de la cohorte étudiée au Chapitre 2).

Dans ce chapitre, nous allons discuter ce qui constitue, à notre avis, les points cruciaux et communs à nos deux études. Cependant, nous ne comparerons pas leurs résultats bruts. En effet, les enfants implantés constituent une « cible mouvante » (Giezen, 2011), du fait de l'évolution permanente de la technologie et des critères d'implantation. Par ailleurs, les résultats de nos deux études proviennent de petites cohortes, assez hétérogènes. Il serait donc erroné de faire un lien direct entre ce qui a été observé chez les enfants les plus jeunes en pré-implantation (Chapitre 2) et les résultats obtenus après 6 ans 2 mois d'expérience auditive moyenne par des enfants plus âgés (Chapitre 3). Néanmoins, un parallèle sera réalisé entre les deux études concernant les facteurs influençant les résultats post-implantation de ces enfants. Dans un premier temps, nous reviendrons donc sur l'impact des deux facteurs prédictifs les plus documentés dans la littérature à ce jour lorsque l'on évoque les capacités des enfants post-implantation : l'âge à l'implantation et le mode de communication (§ IV.1. et IV.2.). Puis, nous aborderons le rôle de la participation familiale dans le développement post-implantation des enfants de nos cohortes (§ IV.3.). Nous proposerons alors, au sein de chaque partie, quelques perspectives de recherche, que nous reprendrons de manière plus détaillée dans notre conclusion.

IV.1. EFFET DE L'AGE A L'IMPLANTATION SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION

Comme dans la majeure partie de la littérature (e.g. Artières, Vieu, Mondain, Uziel, & Venail, 2009; Geers, Strube, et al., 2011; Govaerts, De Beukelaer, et al., 2002; Holt et al., 2004; Schauwers et al., 2004; Tait, Nikolopoulos, et al., 2007), un effet de l'âge à l'implantation a été observé dans chacune de nos deux études. Dans le Chapitre 2, seuls sept enfants étaient inclus, et les âges étaient hétérogènes. Néanmoins, nous avons pu constater que plus les enfants étaient implantés tard plus leur retard de développement global initial (mesuré à l'aide du Brunet-Lézine Révisé) était important et difficile à combler lors des 12 premiers mois post-activation, même en prenant en compte tous leurs modes de communication. Au sein de notre cohorte, deux groupes peuvent être individualisés, même si l'effet de l'âge n'a pas pu être testé statistiquement : les enfants implantés avant 18 mois et ceux implantés après. Nous ne retrouvons pas, dans notre cohorte des niveaux de développement langagiers conformes à la norme pour les enfants implantés avant 18 mois, comme cela a pu être observé pour certains enfants dans plusieurs études (e.g. Hammes et al., 2002), ni d'ailleurs de lien direct entre l'âge à l'activation et le niveau langagier (QDL mesuré avec le BL-R) des enfants de notre cohorte pendant la première année post-activation. Nous avons pu toutefois montrer qu'une fois leur implant activé, les enfants pouvaient développer leur langage à une vitesse proche de celle des enfants entendants, sans pour autant réussir à rattraper leur retard initial (cf. § II.5.1.4.). En prenant en compte le fait que le niveau langagier oral des enfants sourds profonds non implantés est de plus en plus retardé dès lors qu'ils grandissent (Boothroyd, 1989; Prezbindowski et al., 1998), il devient alors évident qu'une implantation précoce favorise un développement le moins retardé possible.

Par ailleurs, si l'on s'intéresse aux compétences communicatives des enfants et non pas seulement au développement structurel de leur langage, on observe que les enfants de notre cohorte implantés avant 18 mois, ne présentent pas de retard significatif dans le développement de leurs compétences communicatives, contrairement aux autres enfants de notre cohorte activés entre 26 et 30 mois. Par exemple, nous montrons que plus les enfants sont implantés tôt, mieux ils répondent à l'interaction sociale à 12 mois post-activation. De plus, nos résultats mettent en évidence que l'amélioration du langage est liée négativement aux capacités d'interaction sociale en pré-implant. Or, les enfants présentant les meilleures capacités d'initiation de l'interaction sociale en pré-implant sont les enfants les plus âgés. En effet, ils peuvent initier l'interaction sans forcément avoir besoin d'un langage complexe. Mais ils semblent avoir ensuite plus de difficultés à aborder la transition entre la communication gestuelle (présente aussi de manière importante chez les enfants entendants avant 18 mois) et la communication orale (Yoshinaga-Itano, 2002). On observe donc un lien indirect de l'âge à l'implantation sur l'amélioration langagière constatée un an après l'implantation.

Cet effet de l'âge est retrouvé de manière plus marquée dans notre deuxième étude (Chapitre 3), avec des enfants plus âgés : enfants âgés de 6 à 10 ans et implantés en

moyenne depuis 6 ans et 2 mois. Nos résultats montrent que les enfants implantés avant 24 mois présentent de meilleurs résultats en perception de mots monosyllabiques ainsi qu'en syntaxe et en lexique en réception que les enfants implantés après 24 mois.

Les critères d'âge retenus (18 ou 24 mois) l'ont été en fonction des âges d'implantation des enfants inclus dans nos cohortes et de ce qui avait été retrouvé dans la littérature. Notre travail n'a pas ici pour objet de déterminer quel est l'âge le plus adapté pour implanter les enfants. D'ailleurs le débat international actuel est focalisé sur l'intérêt d'une implantation avant 12 mois (e.g. Colletti et al., 2005; Holman et al., 2013; A. L. James & Papsin, 2004; Leigh et al., 2013; Miyamoto et al., 2008; Nicholas & Geers, 2013; Tait, Nikolopoulos, et al., 2007; Yoshinaga-Itano, 2002). Les enfants de nos cohortes sont donc implantés trop tardivement pour pouvoir donner un avis sur la question. Néanmoins, nos résultats montrent l'intérêt d'une précocité de l'implantation pour le développement langagier voire même le développement plus global des enfants.

Cependant, la précocité de l'implantation n'est pas le seul facteur d'explication de bons résultats langagiers (Szagun, 2008), puisque plusieurs études montrent une grande variabilité des résultats langagiers y compris dans les cohortes où tous les enfants ont été implantés précocement (e.g. De Raeve, 2010). Par ailleurs, Yoshinaga-Itano (2002) montre que les enfants ayant été dépistés tôt, mais n'ayant pas bénéficié d'une intervention précoce n'obtiennent pas de résultats langagiers optimaux. Si un input auditif précoce est donc primordial à un bon développement langagier ultérieur, d'autres facteurs endogènes entrent en ligne de compte. Plusieurs études ont notamment montré l'importance d'une bonne qualité des interactions mère-enfant voire parents-enfant pour le développement langagier des enfants entendants ou sourds (cf. § II.2.2.3.). Or, il a été montré que les parents entendants semblaient considérer plus facilement leur enfant comme un partenaire d'interaction à part entière dès lors qu'il était implanté. En effet, ce dernier porte alors une attention plus importante aux différentes composantes de l'interaction (Tait, De Raeve, et al., 2007), et est plus actif dans les échanges. L'âge à l'implantation aurait donc un effet positif indirect sur le développement langagier.

IV.2. EFFET DU MODE DE COMMUNICATION PRE-IMPLANTATION SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION

Dans nos études, nous avons pu constater la variété importante des modes de communication proposés aux enfants, et utilisés par ces derniers du bilan pré-implantation à plusieurs années après l'activation de leur implant. Cependant, dans le Chapitre 3, c'est-à-dire dans notre étude incluant des enfants âgés de 6 à 10 ans, et ayant en moyenne 6 ans et 2 mois d'expérience auditive, nous avons pu mettre en évidence un effet du mode de communication proposé par l'entourage familial en pré-implantation sur certains résultats perceptifs et langagiers obtenus plusieurs années après leur implantation. Les enfants de notre cohorte ayant bénéficié de stimulations langagières précoces constituées d'oral associé à une « gestualité signifiante » (Pouyat & Busquet, 2004, cités par Farges, 2004) présentent en effet de meilleurs résultats d'identification de mots monosyllabiques (PBK) et moins de retard en syntaxe en réception que les enfants exposés uniquement à des stimulations orales seules. Ce résultat, discuté précédemment (§ III.6.3.), semble mettre en évidence que la présence de gestes signifiants permettrait de ne pas laisser les enfants, au cours de la période pré-implantation, dénués de compréhension et de moyens d'expression, ce qui favoriserait leur entrée dans le langage ultérieurement (Connor et al., 2000). Ce phénomène, observé depuis de nombreuses années chez les enfants entendants (e.g. Guidetti, 2003; Locke, 1993), semble avoir une importance encore plus grande chez les enfants sourds profonds, ne bénéficiant alors que du canal visuel.

Néanmoins, nous observons dans le Chapitre 2, consacré au développement précoce des enfants sourds implantés, que même si tous les enfants ont bénéficié d'un mode de communication oral, associé à de la gestualité signifiante (essentiellement oral et mimogestualité, mais également, oral, mimogestualité et quelques clés du LPC pour une famille), leurs résultats langagiers observés 12 mois après leur activation sont déjà très hétérogènes.

La mise en perspective des résultats de nos deux études nous questionne donc. Nous savons bien évidemment que le mode de communication n'est pas le seul facteur expliquant l'hétérogénéité des résultats des enfants implantés (Connor et al., 2000; Geers, 2002; Geers et al., 2002; Tobey et al., 2004), mais il n'y a pas de raison, à notre avis, que l'on ne retrouve pas d'effet du mode de communication sur les résultats langagiers dès les premières années, étant donné qu'il est présent quelques années plus tard. Cela n'aurait-il une influence que lorsque les enfants entrent dans les acquisitions syntaxiques, ce qui n'est pas encore le cas à 12 mois post-activation ? Les enfants ayant pour certains développé un langage immature ou essentiellement gestuel à 12 mois post-activation vont-ils bénéficier d'une explosion langagière par la suite ? Pour répondre à cette question, notre étude longitudinale gagnerait à être prolongée de plusieurs années. C'est déjà ce que soulevait Lepot-Froment (1996) au sujet d'études longitudinales évaluant le développement du langage et de la communication des enfants sourds jusqu'à 18 mois.

Néanmoins, nous pouvons ouvrir quelques des pistes de réflexion : est-ce qu'isoler le mode de communication utilisé en pré-implant du mode de communication post-activation est une démarche porteuse de sens ? Le langage adapté à l'enfant (composé de nombreuses caractéristiques orales, mais aussi gestuelles), est utilisé avec les enfants entendants au cours des deux premières années. Il évolue au cours du temps, en fonction des capacités attentionnelles et perceptives des enfants. Lorsque l'enfant sourd reçoit les premières stimulations auditives, une transition peut s'opérer dans le type de stratégie et le mode de communication adressés à l'enfant. Cette adaptation familiale peut participer à déstabiliser l'enfant dans ses acquisitions, ce qui pourrait en partie, nous l'avons vu, expliquer le déclin langagier observé au cours de la première année post-activation. (Tomblin et al., 2005). Certaines familles la marquent d'ailleurs davantage que d'autres : si certaines semblent renoncer totalement à tout mode visuel de communication dès les premiers mois post-activation (cf. Jeanne), d'autres continuent à communiquer avec leur enfant essentiellement par gestes ou signes (cf. Maël), d'autres enfin utilisent majoritairement l'oral associé à quelques signes (Timéo, Léo) ou/et clés du LPC (Diane, Léo), de manière plus ou moins importante (cf. « continuum bipolaire » de Lepot-Froment, 2000). Il semble donc que les parents choisissent pour la plupart le moyen qui sera le plus efficace pour communiquer avec leur enfant. Seuls les parents de Jeanne focalisent leur communication à l'oral seul, alors que leur fille n'est pas encore en mesure de comprendre ni de répondre à toutes leurs sollicitations. Or, cette dernière développe le langage oral un an après implantation de manière tout à fait adéquate.

Nous pouvons donc nous demander si les résultats post-activation observés ne sont pas plus liés à l'implication des familles dans les interactions proposées à leur enfant qu'au mode de communication utilisé en tant que tel. En effet, il a été montré que plus les familles ont confiance dans leurs capacités à communiquer avec leur enfant, plus elles s'investiront dans l'éducation langagière de leur enfant (DesJardin et al., 2006). De fait, nous supposons qu'elles stimuleront leur enfant pour qu'il entre dans les acquisitions langagières (quel que soit le mode de communication choisi), processus qui va au-delà de la simple recherche d'efficacité de la communication.

Pour étudier ces éléments de réflexion, il nous paraît important, dans un prochain travail longitudinal, d'évaluer la richesse du bain de communication proposé par les familles à leur enfant, en pré-implantation et au cours des premières années post-activation (soit avant et après l'arrivée de l'input auditif). Pour ce faire, il pourrait être intéressant d'observer les stimulations langagières précoces lorsque les parents sont en situation d'interaction explicite avec l'enfant, mais également de manière plus générale à la maison quand les interactions ne sont pas spécifiquement dirigées vers l'enfant. Une fois ces données recueillies, l'on pourra ensuite rechercher explicitement l'effet des stimulations langagières précoces sur le développement du langage des enfants à court (la richesse du babillage vocal et gestuel des enfants), moyen et long terme (lien avec le développement lexical et syntaxique des enfants voire des adolescents).

IV.3. ROLE DE LA PARTICIPATION FAMILIALE SUR LES RESULTATS POST-ACTIVATION

Dans nos deux études nous avons observé l'effet de la participation familiale, évaluée par l'échelle de Moeller (2000), sur les résultats post-activation des enfants de nos cohortes. La conception de Moeller, comme la nôtre, prend en compte tous les modes de communication proposés par la famille si tant est qu'ils soient adaptés pour le développement de l'enfant, et non pas seulement l'oral. Notre mesure de la participation familiale se recoupe donc en partie avec celle du mode de communication pré-implantation. Il n'est alors pas étonnant d'observer que les deux ont un effet sur les résultats post-implantation.

Dans le Chapitre 2, nous avons constaté que les scores obtenus à l'échelle de participation familiale n'étaient pas corrélés avec les résultats bruts aux tests effectués lors du bilan pré-implantation (T1) et après un an d'expérience auditive avec l'implant (T5). En revanche, plus la participation familiale est élevée en pré-implantation et à 12 mois post-activation, plus l'amélioration du niveau langagier des enfants entre T1 et T5 est importante. Dans le Chapitre 3, après en moyenne 6 ans et 2 mois d'expérience auditive, nos résultats montrent un effet de la participation familiale sur l'ensemble des résultats perceptifs (perception de la parole et capacités de perception auditive globale au quotidien) et langagiers (lexicaux et syntaxiques) des enfants, ainsi que sur leurs résultats aux épreuves cognitives faisant intervenir du langage oral (mémoire auditivo-visuelle et mémoire narrative). Nous observons donc que les enfants ayant une participation bonne à idéale développent mieux leur langage que les enfants ne bénéficiant que d'une participation familiale moyenne ou limitée. L'amélioration n'est cependant pas suffisante lors de la première année post-activation pour que la participation familiale ait déjà un impact sur leur quotient de développement langagier. Cependant, elle semble avoir un effet sur les résultats des épreuves faisant intervenir du langage oral à plus long terme.

Si de nombreuses études ont montré que le lien entre les relations parents-enfants impacte profondément les apprentissages des enfants entendants, la recherche, à ce sujet, chez les enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire est récente (DesJardin et al., 2006; DesJardin & Eisenberg, 2007). Aucune étude, à notre connaissance, ne met en évidence de résultats similaires aux nôtres (les deux études confondues) chez les enfants implantés. Cependant, Moeller (2000) avait montré chez des enfants sourds porteurs de prothèses auditives que participation familiale (mesurée avec son échelle) et développement langagier des enfants étaient liés. Par ailleurs, quelques études, comme celle de Bevilacqua, Costa, Moret et Freitas (2001, in Spencer & Marschark, 2003) ont montré qu'une implication familiale positive constituait un support important pour le développement de l'enfant, et était associé à ses résultats lors des évaluations post-activation. Spencer et Marschark (2003) suggèrent même que ce facteur associé à l'implication conjointe des enfants et des parents dans les interactions, ainsi qu'à des caractéristiques individuelles de l'enfant (telles

que son tempérament) influenceraient davantage le développement des enfants implantés que celui des enfants sourds non implantés. Le degré d'implication familiale semble donc avoir une importance majeure dans le développement langagier des enfants sourds implantés.

Nous avons également montré que d'autres aspects du développement, comme la motricité ou la sociabilité par exemple, pouvaient également être impactés par les attitudes éducatives surprotectrices de certains parents. Cela peut certes être retrouvé chez les enfants typiques, mais le fait d'avoir un enfant "porteur de handicap" amène les parents à développer davantage d'attitudes de ce type (point également évoqué par Le Maner-Idrissi, Barbu, et al., 2008). Il semble donc primordial d'y porter une attention soutenue, surtout lors des premières années de vie, lorsqu'un grand nombre d'apprentissages est réalisé par les enfants (Yoshinaga-Itano, 2002). La guidance parentale est donc un travail essentiel après le diagnostic (Juarez & Monfort, 2003). Centrée sur l'information parentale (accompagnement des parents dans leur processus de deuil de l'enfant idéal, dans leur choix, délivrance d'instruments ou de clés pour favoriser les échanges entre les parents et leur enfant…), elle permet aux pères et mères entendants d'enfants sourds de reprendre confiance dans leur capacité à être parents (Bélargent, 2000). Cependant, si en France, la guidance parentale constitue un des objectifs officiels des programmes d'éducation précoce depuis une quarantaine d'années, elle n'est souvent pas mise en place dès que la surdité a été dépistée, et se déploie de manière variable en fonction des moyens. Notre étude, de par ses résultats, conforte nécessairement le travail déjà réalisé avec les familles. Cependant, la grande variabilité des implications familiales reste à questionner et les scores bas ou moyens de participation familiale sont à déplorer. Nous pensons donc qu'une réflexion de plus grande ampleur devrait être menée sur cette question, afin que la majorité des parents puisse être pleinement impliquée dans les programmes d'intervention précoce destinés à leur enfant.

Pour ce faire, il nous semble important de définir clairement ce qui, dans ce que l'on appelle « implication familiale », a un impact majeur sur le développement langagier des enfants. En effet, aucune étude ne définit l'implication familiale de la même manière : si l'ajustement familial à la surdité de l'enfant, la participation aux séances de rééducation, le soutien de l'enfant face aux partenaires éducatifs et rééducatifs, et l'efficacité de la communication sont les cinq domaines évalués dans notre étude sous l'étiquette générique de « participation familiale », certains auteurs la définissent uniquement comme la relation entre les parents et les structures proposant un accompagnement thérapeutique à l'enfant, d'autres évaluent si les parents ont réussi à s'adapter à leur enfant, en proposant par exemple des modèles de communication adaptés à leur enfant (DesJardin et al., 2006).
Il nous paraît donc important que d'autres études soient menées avec pour seul objectif de déterminer les facteurs les plus pertinents à travailler avec les familles.

Cependant, quelques pistes peuvent être proposées ici. En effet, nous avons vu que le niveau de communication prélinguistique des enfants influençait le niveau langagier post-activation obtenu par les enfants. Or, il a été montré dans la littérature que plus les enfants bénéficiaient d'interactions parents-enfants riches et de bonne qualité, mieux ils développaient leurs habiletés d'attention conjointe et moins ils s'opposaient (Tasker et al., 2010). Cependant, lorsqu'un enfant sourd naît dans une famille entendante, le père et la mère de l'enfant se retrouvent à questionner leur capacité naturelle à être parent (Bélargent, 2000). Les interactions peuvent donc en être altérées. Par ailleurs, l'enfant sourd répondant moins à leurs sollicitations (Deleau & Le Maner-Idrissi, 2005), les parents peuvent se sentir désarmés. Un travail très précoce avec les familles autour de la mise en place des premières interactions doit donc être réalisé. En effet, plus les mères se sentent compétentes dans leur capacité d'améliorer le développement du langage oral de leur enfant, plus elles se sentent investies dans les activités langagières avec leur enfant à la maison (DesJardin, 2005). Il en va de même, à notre avis, pour le reste de la famille. Nous suggérons donc qu'un travail important devrait être mené, avec les parents, dès le diagnostic, et pourrait même être étendu à toute la famille (fratrie, grands-parents, autres membres de la famille constituant l'entourage familier de l'enfant). Des visites à domicile pourraient permettre d'observer les relations parents-enfants dans un contexte écologique et ainsi de les guider au plus près de leur quotidien. Le professionnel pourrait alors ensuite créer des situations de jeu partagé dans lesquels lui-même et les parents interagiraient à tour de rôle avec l'enfant comme cela est proposé dans d'autres situations d'accompagnement parental (Castellani et al., 2011). Ainsi, les parents pourront être initiés à ce mode de relation avec leur enfant sourd, et ainsi développer des compétences leur permettant de favoriser le développement de la communication et du langage chez leur enfant (développement de l'attention conjointe, du jeu symbolique, renforcement du babillage de l'enfant oral et gestuel…). Il s'agit donc de mettre en place de l'éducation parentale, à l'aide d'apprentissages explicites, afin que ceux-ci disposent de toutes les clés pour communiquer avec leur enfant et leur apportent le support nécessaire à leur entrée dans le langage. Dans cette visée, il existe aux Etats-Unis des programmes d'éducation parentale, où les professionnels enseignent aux parents de manière très dirigée à communiquer avec leur enfant. « Help your children learn to talk » (*Aidez votre enfant à apprendre à parler !)* est par exemple un programme créé dans une école pour enfants sourds de St Louis (Missouri), qui semble porter ses fruits. Dans ce programme, un « coach » analyse les interactions parents-enfant en direct et donne des conseils aux parents tout au long du déroulement de l'interaction[11].

Des groupes de travail pourraient également être constitués avec une ou des mères sourdes d'enfants sourds. En effet, plusieurs études ont mis en évidence que ces mères

[11] Ex.: « Real-time embedded coaching »: http://www.moogcenter.org. Ce programme, réalisé au Moog Center à St Louis (Missouri), est proposé lors de prises en charge régulières sur la structures ou/et lors d'écoles d'été. Un programme à distance, via une webcam qui filme les interactions à domicile, est également en cours de validation (« Help your child talk and hear ! Expert teleschool teachers will instruct you over the internet in ways to help your child »).

présentaient des comportements plus adaptés à la surdité de leur enfant (e.g. Harris & Mohay, 1997). Ces échanges entre parents médiés par la présence d'un professionnel, pourraient être bénéfiques pour les échanges précoces entre les parents entendants et leur enfant sourd.

Nous supposons ainsi que, le fait de proposer une prise en charge où le parent est positionné dès le départ comme un partenaire central d'interaction et d'éducation, leur permettra de reprendre plus facilement confiance dans leurs capacités à communiquer avec leur enfant dès les premières semaines après le diagnostic. Nous pensons également que ce travail devrait être poursuivi tout au long du suivi de ces enfants. Les parents devraient ainsi pouvoir davantage se positionner comme des partenaires actifs dans la rééducation de leurs enfants tout au long de leur développement.

Conclusion

Le développement des enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire est étudié par de nombreux chercheurs. Cependant, les débuts de l'implantation pédiatrique sont encore proches, et la technique de l'implant est en perpétuelle évolution. De fait, chaque étude s'intéressant au développement des enfants implantés soulève autant de questions qu'elle n'apporte de réponses. Notre travail n'échappe pas à cette constatation. En effet, tout au long de ce dernier, nous avons soulevé de nombreuses pistes de recherche futures.

Ceci peut s'expliquer, d'une part, par le fait que l'on étudie des individus en développement : tout est donc dynamique. Par ailleurs, dès lors que l'on travaille avec des populations atypiques, nous sommes confrontés au problème de la taille restreinte des cohortes et de leur hétérogénéité. Pour pallier cette limite, il est donc nécessaire de multiplier les études monocentriques suivant un protocole similaire et/ou de mettre en place des études multicentriques (sur un plan national voire international). D'autre part, le manque d'outils adapté aux enfants sourds implantés cochléaires, dans notre cas, et plus globalement aux enfants dits 'atypiques', constitue une deuxième limite. Les enfants sont alors évalués dès le départ en termes de manques, par rapport à des enfants qui se développent soit plus rapidement, soit de manière différente. L'adaptation des outils existants est donc une nécessité. Nous avons pu le proposer modestement ici dans notre étude longitudinale. Néanmoins, il pourrait être intéressant de mener un travail collectif de fond pour choisir certains outils et de les valider avec des enfants sourds implantés. Il ressort également de notre étude qu'il n'existe aucun outil permettant d'évaluer les enfants longitudinalement de la période prélinguistique à la fin de l'adolescence. En effet, nous sommes obligés à l'heure actuelle de changer de test à mesure que les enfants grandissent. Les résultats sont donc difficilement comparables. Si nous sommes conscients de la difficulté de cette entreprise, nous pensons néanmoins que la création de ce type d'outils est indispensable pour que nous puissions réaliser des études longitudinales de qualité, d'autant plus si on les envisage sur une longue durée.

D'ailleurs, si l'on se recentre sur notre étude, il nous semble que le délai de 12 mois post-activation a été trop court pour faire une analyse complète du développement communicatif et langagier des enfants après l'implantation (les enfants n'ayant pas encore, pour la plupart, abordé la phase d'explosion lexicale et l'entrée dans la syntaxe). Si nous n'avons pas pu suivre les enfants plus longtemps, notre travail de recherche étant réalisé dans le cadre d'une thèse (donc de fait limité dans le temps), nous pensons qu'il gagnerait à être poursuivi (afin d'observer l'évolution du développement des enfants dans plusieurs années au regard de leurs compétences évaluées lors du bilan pré-implantation), et enrichi avec les données des autres enfants inclus dans la cohorte initiale. Ce protocole pourrait

même continuer à être utilisé par les professionnels cliniques de terrain, une fois formés à l'analyse des tests utilisés, afin d'accroître la cohorte initiale. En effet, notre étude tend à montrer que les évaluations pré-implantation (réalisées avec des outils normés pour les jeunes enfants) sont à prendre en compte avec attention, car elles nous apportent des informations précieuses sur le potentiel de développement des enfants en post-implantation. Ce suivi normé régulier pourrait donc participer à améliorer la prise en charge des enfants en permettant une analyse précise des trajectoires individuelles des enfants et en la mettant en perspective avec les autres trajectoires individuelles observées par les enfants du service.

Une autre limite de notre travail provient de l'ampleur de notre question d'étude. Nous avons donc été obligée de faire des choix quant aux résultats traités en profondeur ici. Le lien, par exemple, entre les résultats recueillis à l'épreuve de la pièce sonore avec les enfants les plus jeunes et ceux obtenus à l'épreuve d'identification de sons de l'environnement (qui n'est d'ailleurs qu'une partie de la tâche de catégorisation de sons initialement proposée), mériterait d'être approfondi en collaboration avec des chercheurs en acoustique. Cette limite a eu toutefois l'avantage de nous permettre de recueillir de très nombreux résultats. Ils constituent donc également une base de données riche à étudier dans les années à venir.

Notre travail ne se réduit cependant pas uniquement à une base pour de futurs travaux. Même si nous ne pouvons pas parler de prédicteurs compte tenu du faible recul que nous avons sur le développement des enfants inclus dans la cohorte du Chapitre 2, notre première étude a permis de montrer des liens forts entre le développement du langage et celui d'autres secteurs de développement. Alors que la majorité des études se focalisent, encore actuellement sur les résultats perceptifs et langagiers des enfants après leur implantation, nous pensons qu'il pourrait être intéressant de prendre davantage en considération le développement global des enfants. En effet, si Pisoni et son équipe insistent sur le lien entre oreille et cerveau (notamment évoqué dans Houston et al., 2012), nous pouvons rappeler également le lien indéfectible entre les différents domaines de développement.

Les résultats de notre étude chez les enfants plus âgés vont d'ailleurs dans ce sens, puisque nous avons pu mettre en évidence un lien fort entre les résultats aux épreuves cognitives non-verbales et les performances perceptives des enfants (lien entre l'attention visuelle et la perception de mots monosyllabiques et entre la mémoire visuelle et les performances perceptives globales, ainsi que celles d'intelligibilité de la parole).

Nous avons également pu mettre en évidence l'impact majeur de la participation familiale, variable importante dans nos deux études. Les résultats obtenus s'ancrent dans la perspective développée par Markman et al. (2011)[12] : si l'âge à l'implantation est souvent

[12] « Language development after cochlear implantation: an epigenetic model ».

considéré comme ayant une valeur prédictive importante de bons résultats langagiers post-activation (ce qui est retrouvé ici), plusieurs autres facteurs semblent y être associés, comme ceux liés aux interactions parents-enfant.

Pour finir, notre travail nous permet également d'émettre des recommandations à visée clinique. En effet, du fait du rôle de la participation familiale vu ci-dessus, nous pensons, comme Yoshinaga-Itano (2006) ou Moeller (2000), qu'un accompagnement familial très précoce et intensif, juste après le diagnostic de surdité est indispensable à la réussite de l'enfant en post-implantation. Si un travail de guidance parentale est déjà mis en place, en France, par les professionnels au sein des programmes d'éducation précoce, il nous semble très important de le renforcer. Ce travail, mené conjointement par les différents acteurs de la surdité, devrait permettre d'aider ces familles dans l'éducation de leur enfant sourd, dès le dépistage. Nous pensons également qu'une ouverture de cet accompagnement devrait être proposée à tout l'environnement familier de l'enfant (frères/sœurs, grands-parents, etc…). En effet, en tant que premier modèle de langage pour l'enfant, il est indispensable que l'entourage familial ne se repose pas uniquement sur l'accompagnement des professionnels. En ce qui concerne la rééducation de l'enfant lui-même, nous pensons qu'un travail global lui serait bénéfique, compte tenu des liens importants entre chaque composante du développement. Cette rééducation, par exemple, ne devra pas être uniquement focalisée sur leur développement perceptif et langagier. Compte tenu des résultats observés dans notre cohorte d'enfants âgés de 6 à 10 ans, nous pensons qu'il faudra veiller également à développer leurs capacités cognitives verbales et non verbales et plus spécifiquement leurs capacités mnésiques et attentionnelles pour favoriser leur développement.

Nous suggérons, enfin, qu'il pourrait être intéressant de recenser, dans l'ensemble des études publiées à ce jour, tous les critères observés comme ayant un effet positif sur le développement des enfants sourds implantés cochléaires. Leur association pourrait alors conduire à proposer un programme de rééducation qui limiterait le plus possible le risque d'échecs des enfants suite à leur implantation. Néanmoins, il est à notre avis illusoire de croire, et ce, quelle que soit la méthode employée, qu'il sera possible de supprimer complètement l'hétérogénéité des résultats, chaque enfant étant unique (et heureusement !). De fait, même avec des clés de compréhension supplémentaires, il faudra avant tout continuer à s'adapter à chaque enfant, ce que font déjà très bien les professionnels de terrain !

Bibliographie

A

Adolph, K. E., & Berger, S. E. (2005). Physical and motor development. In M. H. Bornstein & M. E. Lamb (Eds.), *Developmental science: An advanced textbook* (5th ed., pp. 223–281). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Adolph, K. E., & Berger, S. E. (2006). Motor development. In W. Damon & R. Lerner (Series Eds.) & D. Kuhn & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology. Vol 2: Cognition, perception, and language* (6th ed., pp. 161–213). New York: Wiley.

Adolph, K. E., Vereijken, B., & Shrout, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Development*, *74*(2), 475–497.

Al Halaby, B. (2012, September 28). *Etude du lien spécifique entre la dysrégulation de l'attention conjointe et le développement de la communication sociale chez de jeunes enfants avec autisme*. Paris 5. Retrieved from http://www.theses.fr/2012PA05H112

Albertini, J. A. (2010). Deafness and hearing loss. In I. B. Weiner & W. E. Craighead (Eds.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology. 4. Vol.2.* (p. 461). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Allen, M. C., Nikolopoulos, T. P., & O'Donoghue, G. M. (1998). Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *American Journal of Otolaryngology*, *19*, 742–746.

ANAES (1999). *Evaluation clinique et économique du dépistage néonatal de la surdité permanente par les oto-émissions acoustiques*. Récupéré de : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/otoem.pdf

Anderson, I., Weichbold, V., D'Haese, P. S. C., Szuchnik, J., Quevedo, M. S., Martin, J., …, & Phillips, L. (2004). Cochlear implantation in children under the age of two-what do the outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *68*(4), 425–31.

Archbold, S. M., Lutman, M., & Marshall, D. H. (1995). Categories of Auditory Performance. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *166*, 312–314.

Archbold, S. M., Lutman, M., & Nikolopoulos, T. P. (1998). Categories of Auditory Performance: inter-user reliability. *British Journal of Audiology*, *32*(1), 7–12.

Archbold, S. M., Sach, T., O'neill, C., Lutman, M., & Gregory, S. (2008). Outcomes from cochlear implantation for child and family: Parental perspectives. *Deafness & Education International*, *10*(3), 120–142.

Artières, F., Geffriaud, G., Gresillon, N., Mondain, M., Piron, J.-P., Romdhane, S., …, & Vieu, A. (2002). Les implants cochléaires chez l'enfant et l'adulte sourd profond ou sévère. *Monographie CCA Groupe*, *33*. Récupéré de : http://www.cochleefrance.fr/documents/georric.pdf

Artières, F., Vieu, A., Mondain, M., Uziel, A., & Venail, F. (2009). Impact of early cochlear implantation on the linguistic development of the deaf child. *Otology & Neurotology*, *30*(6), 736–742.

ASHA (2004). *Knowledge and skills needed by speech-language pathologists and audiologists to provide culturally and linguistically appropriate services [Knowledge and Skills]*. Available from www.asha.org/policy.

B

Baghdadli, A., Assouline, B., Sonié, S., Pernon, E., Darrou, C., Michelon, C., …, & Pry, R. (2012). Developmental trajectories of adaptive behaviors from early childhood to adolescence in a cohort of 152 children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(7), 1314–25.

Baldwin, D. A. (1995). Understanding the link between joint attention and language. In C. Moore & P. Dunham (Eds.), *Joint attention: Its origin and role in development.* (pp. 131–158). Hillsdale (New Jersey): Erlbaum.

Balkany, T. J., Hodges, A. V., Eshraghi, A. A., Butts, S., Bricker, K., Lingvai, J., …, & King, J. (2002). Cochlear implants in children: A review. *Acta Otolaryngologica*, *122*, 356–362.

Ballas, J. A. (1993). Common factors in the identification of an assortment of brief everyday sounds. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *19*(2), 250–67.

Bardin, S., & Racine, E. (2010). *Nina fête son anniversaire! Participation à la création d'un livre numérique codé en L.P.C. destiné aux enfants sourds de cycle 1 et à leurs parents.* Mémoire de fin d'études d'Orthophonie non publié, Ecole d'orthophonie de Nancy, Nancy.

Barker, D. H., Quittner, A. L., Fink, N. E., Eisenberg, L. S., Tobey, E. A., & Niparko, J. K. (2009). Predicting behavior problems in deaf and hearing children: the influences of language, attention, and parent-child communication. *Development and Psychopathology*, *21*(2), 373–392.

Barrett, M. D. (1986). Early semantic representations and early word-usage. In S. A. Kuczaj & M. D. Barrett (Eds.), *The development of word meaning: Progress in cognitive developmental research*. New York: Springer-Verlag.

Bates, E., Bretherton, I., & Snyder, L. (1988). *From first words to grammar: Individual differences and dissociable mechanisms*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Bates, J. C., & Goodman, E. (1997). On the inseparability of grammar and the lexicon: Evidence from acquisition, aphasia and real-time processing. *Language and Cognitive Processes*, *12*(56), 507–584.

Baudonnière, P.-M. (1988). *L'évolution des compétences à communiquer chez l'enfant de 2 à 4 ans*. Paris : PUF.

Bavelier, D., Dye, M. W. G., & Hauser, P. C. (2006). Do deaf individuals see better? *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(11), 512–518.

Beattie, R. G. (2006). The oral methods and spoken language acquisition. In P. E. Spencer & M. Marschark (Eds.), *Advances in the Spoken-Language Development of Deaf and Hard-of-Hearing Children* (pp. 103–135). New York: Oxford University Press.

Beer, J., Kronenberger, W. G., & Pisoni, D. B. (2011). Executive function in everyday life: Implications for young cochlear implant users. *Cochlear Implants International*, *12,* 89–91.

Bélargent, C. (2000). Accompagnement familial en prise en charge précoce de l'enfant porteur de handicap. *Rééducation Orthophonique*, *202*, 25–43.

Benedict, H. (1979). Early lexical development: comprehension and production. *Journal of Child Language*, *6*(02), 183–200.

Bennett, K. K., Weigel, D. J., & Martin, S. S. (2002). Children's acquisition of early literacy skills: Examining family contributions. *Early Childhood Research Quarterly*, *17*(3), 295–317.

Bergeron, F., Bussières, R., Duchesne, L., Losier, C., & Tremblay, G. (2011). Short sequential bilateral cochlear implantation in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *75*, 33–34.

Bergeson, T. R., Pisoni, D. B., & Davis, R. A. O. (2003). A Longitudinal Study of Audiovisual Speech Perception by Children with Hearing Loss Who have Cochlear Implants. *The Volta Review*, *103*(4), 347–370.

Bergeson, T. R., Pisoni, D. B., & Davis, R. A. O. (2005). Development of audiovisual comprehension skills in prelingually deaf children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, *26*(2), 149–64.

Berland, A., Gaillard, P., Guidetti, M., & Barone, P. (under review). Perception of everyday sounds: A developmental study of a free sorting task.

Berland, A., Guidetti, M., Fraysse, B., Cochard, N., Barone, P., Gaillard, P., & Deguine, O. (2013, July). Categorization of everyday sounds after three years of implantation by children. Graphic presentation at the *16th Conference on Implantable Auditory Prostheses*. Lac Tahoe, USA.

Bernicot, J., Veneziano, E., Musiol, M., & Bert-Erboul, A. (Eds.). (2010). *Interactions verbales et acquisition du langage*. Paris : L'Harmattan.

Bertoncini, J., & de Boysson-Bardies, B. (2000). La perception et la production de la parole avant deux ans. In M. Kail & M. Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage: Le langage en émergence de la naissance à trois ans* (pp. 95–136). Paris : PUF.

Bertram, B., & Päd, D. (1995). Importance of auditory-verbal education and parents' participation after cochlear implantation of very young children. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *166*, 97–100.

Bischof, H.-J. (2007). Behavioral and neuronal aspects of developmental sensitive periods. *Neuroreport*, *18*(5), 461–465.

Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J., …, & Tooher, R. (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss

and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(2), 264–285.

Blondel, M. (2005). Une entrée pas à pas dans la LSF : un bref aperçu linguistique de la LSF et de son acquisition. *Education et Sociétés Plurilingues*, *18*, 41-54.

Bloom, L. (1993). *The transition from infancy to language: Acquiring the power of expression*. New York: Cambridge University Press.

Bond, M., Elston, J., Mealing, S., Anderson, R., Weiner, G., Taylor, R. S., … Stein, K. (2009). Effectiveness of multi-channel unilateral cochlear implants for profoundly deaf children: A systematic review. *Clinical Otolaryngology*, *34*(3), 199–211.

Bonvillian, J. D., Orlansky, M. D., & Novak, L. L. (1983). Developmental milestones: Sign language acquisition and motor development. *Child Development*, *54*, 1435–1445.

Bonvillian, J. D., Orlansky, M. D., & Novak, L. L. (1985). Early sign language acquisition and its relationship to cognition and motor development. In J. Kyle & B. Wool (Eds.), *Language in sign: An international perspective on sign language*. London: Croom Helm.

Boons, T., Brokx, J. P. L., Dhooge, I., Frijns, J. H. M., Peeraer, L., Vermeulen, A., …, & van Wieringen, A. (2012). Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *33*(5), 617–639.

Boothroyd, A. (1989). Hearing aids, cochlear implants, and hearing impaired children. In Owens & Kessler (Eds.), *Cochlear Implants in Young Deaf Children* (pp. 81–99). Boston: Little Brown & Co.

Boothroyd, A., Geers, A. E., & Moog, J. S. (1991). Practical implications of cochlear implants in children. *Ear and Hearing*, *12*, 81–89.

Bouchard, C., Trudeau, N., Sutton, A., Boudreault, M.-C., & Deneault, J. (2009). Gender differences in language development in French Canadian children between 8 and 30 months of age. *Applied Psycholinguistics*, *30*(4), 685–707.

Bouvet, D. (1982). *La parole de l'enfant sourd*. Paris : PUF.

Briec, J. (2012). *Implant cochléaire et développement du langage chez les jeunes enfants sourds profonds*. Thèse de doctorat en psychologie non publiée, Université de Rennes 2, Rennes.

Briec, J., Le Maner-Idrissi, G., Dardier, V., Rouxel, G., Tan-Bescond, G., & Godey, B. (2012). Échanges conversationnels avec un partenaire familier : étude comparative entre enfants sourds, implantés cochléaires depuis 2 ans et enfants entendants. *L'Année Psychologique*, *112*(01), 17–48.

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris: PUF.

Burkholder, R. A., & Pisoni, D. B. (2003). Speech timing and working memory in profoundly deaf children after cochlear implantation. *Journal of Experimental Child Psychology*, *85*(1), 63–88.

C

Calderon, R. (2000). Parental involvement in deaf children's education programs as a predictor of child's language, early reading, and social-emotional development. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*(2), 140–155.

Calderon, R., Bargones, J., & Sidman, S. (1998). Characteristics of Hearing Families and Their Young Deaf and Hard of Hearing Children: Early Intervention Follow-Up. *American Annals of the Deaf*, *143*(4), 347–362.

Calmels, M.-N., Saliba, I., Wanna, G., Cochard, N., Fillaux, J., Deguine, O., & Fraysse, B. (2004). Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *68*(3), 347–351.

Carpenter, M., Nagell, K., & Tomasello, M. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *63*(4), 1–143.

Caselli, M. C., Rinaldi, P., Varuzza, C., Giuliani, A., & Burdo, S. (2012). Cochlear implant in the second year of life: Lexical and grammatical outcomes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*(2), 382–394.

Caselli, M. C., & Voltera, V. (1990). From communication to language in deaf and hearing children. In V. Volterra & C. Erting (Eds.), *From gesture to language in hearing and deaf children*. Berlin: Springer-Verlag.

Castellani, C., Ninoreille, K., Berger, M., & Perrin, A. (2011). Visites à domicile et mesure du quotient de développement dans des situations de défaillances parentales précoces. *Devenir*, *23*(3), 205–238.

Castellanos, I., Kronenberger, W. G., Beer, J., Henning, S. C., Colson, B. G., & Pisoni, D. B. (2014). Preschool speech intelligibility and vocabulary skills predict long-term speech and language outcomes following cochlear implantation in early childhood. *Cochlear Implants International*, *15*(4), 200–210.

Charkaluk, M. L., Truffert, P., Marchand-Martin, L., Mur, S., Kaminski, M., Ancel, P. Y., & Pierrat, V. (2011). Very preterm children free of disability or delay at age 2: Predictors of schooling at age 8. A population-based longitudinal study. *Early Human Development*, *87*(4), 297–302.

Chilosi, A. M., Comparini, A., Scusa, M. F., Orazini, L., Forli, F., Cipriani, P., & Berrettini, S. (2013). A longitudinal study of lexical and grammar development in deaf Italian children provided with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *34*(3), 28–37.

Chin, S. B., Bergeson, T. R., & Phan, J. (2012). Speech intelligibility and prosody production in children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, *45*(5), 355–366.

Chin, S. B., & Pisoni, D. B. (2000). A phonological system at 2 years after cochlear implantation. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *14*(1), 53–73.

Chin, S. B., Tsai, P. L., & Gao, S. (2003). Connected speech intelligibility of children with cochlear implants and children with normal hearing. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *12*(4), 440–451.

Chouard, C.-H. (2001). *L'oreille musicienne*. Paris : Gallimard.

Clark, E. V. (2003). *First Language Acquisition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Coates, J. (1993). The acquisition of gender-differentiated language. In J. Coates (Ed.), *Women, men and language: A sociolinguistic account of gender differences in language* (2nd ed., pp. 143–167). London: Longman.

Cochard, N., Berland, A., Calmels, M.-N., Husson, H., Honegger, A., & Fraysse, B. (2013). Long term evolution of cochlear implanted children: a benefit for all? Oral presentation at the *11th European Symposium on Cochlear Implantation (ESPCI), May, 23-26*. Istanbul, Turquie.

Cochard, N., Calmels, M.-N., Landron, C., Husson, H., Honegger, A., & Fraysse, B. (2004). L'évaluation des résultats à long terme chez les enfants sourds congénitaux et prélinguaux porteurs d'un implant cochléaire. *Rééducation Orthophonique*, *217*.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, *20*, 37–46.

Cohen, N. L., Waltzman, S. B., Roland, J. T., Staller, S. J., & Hoffman, R. A. (1999). Early results using the nucleus CI24M in children. *The American Journal of Otology*, *20*(2), 198–204.

Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients. *The Laryngoscope*, *115*(3), 445–449.

Connor, C. M., Hieber, S. J., 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*(5), 1185–1204.

Conway, C. M., Karpicke, J., Anaya, E. M., Henning, S. C., Kronenberger, W. G., & Pisoni, D. B. (2011). Nonverbal cognition in deaf children following cochlear implantation: Motor sequencing disturbances mediate language delays. *Developmental Neuropsychology*, *36*(2), 237–254.

Conway, C. M., & Pisoni, D. B. (2008). Neurocognitive basis of implicit learning of sequential structure and its relation to language processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1145*, 113–131.

Crowe, T. K., & Horak, F. B. (1988). Motor proficiency associated with vestibular deficits in children with hearing impairments. *Physical Therapy*, *68*(10), 1493–1499.

Cullington, H., Bele, D., Brinton, J., & Lutman, M. (2013). United Kingdom National Paediatric Bilateral Cochlear Implant Audit: Preliminary results. *Cochlear Implants International*, *14*, 22–26.

Cullington, H., Hodges, A. V., Butts, S. L., Dolan-Ash, S., & Balkany, T. J. (2000). Comparison of language ability in children with cochlear implants placed in oral and total communication educational settings. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 121–123.

Cushing, S. L., Gordon, K. A., Rutka, J. A., James, A. L., & Papsin, B. C. (2013). Vestibular end-organ dysfunction in children with sensorineural hearing loss and cochlear implants: an expanded cohort and etiologic assessment. *Otology & Neurotology*, *34*(3), 422–428.

Cushing, S. L., Papsin, B. C., Rutka, J. A., James, A. L., & Gordon, K. A. (2008). Evidence of vestibular and balance dysfunction in children with profound sensorineural hearing loss using cochlear implants. *The Laryngoscope*, *118*(10), 1814–1823.

D

Dalle-Nazébi, S., & Lachance, N. (2008). Sourds et médecine : impact des représentations sur les conditions d'accès aux soins. Regards croisés France-Québec. *Interrogations. Revue Pluridisciplinaire En Sciences de L'homme et de La Société.*, *6*, 78–94.

Dalud-Vincent, M., Rissoan, O., & Gasparini, R. (2007). Une autre manière de construire des milieux sociaux ? *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, (94), 5–38.

Daviault, D. (2011). *L'émergence et le développement du langage chez l'enfant*. Montréal: Chenelière Education.

Davidson, L. S., Geers, A. E., Blamey, P. J., Tobey, E. A., & Brenner, C. (2011). Factors contributing to speech perception scores in long-term pediatric CI users. *Ear and Hearing*, *32*, 19–26.

Davidson, L. S., Geers, A. E., & Brenner, C. (2010). Cochlear implant characteristics and speech perception skills of adolescents with long-term device use. *Otology & Neurotology*, *31*(8), 1310–1314.

De Boysson-Bardies, B. (1996). *Comment la parole vient aux enfants, De la naissance jusqu'à deux ans.* Paris : Odile Jacob.

De Giacomo, A., Craig, F., D'Elia, A., Giagnotti, F., Matera, E., & Quaranta, N. (2013). Children with cochlear implants: Cognitive skills, adaptive behaviors, social and emotional skills. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *77*(12), 1975–1979.

De Raeve, L. (2010). A longitudinal study on auditory perception and speech intelligibility in deaf children implanted younger than 18 months in comparison to those implanted at later ages. *Otology & Neurotology*, *31*(8), 1261–1267.

De Raeve, L. (2014). *Paediatric Cochlear Implantation: Outcomes and current trends in education and rehabilitation*. Nijmegen, The Netherlands.

De Raeve, L., & van Hardeveld, R. (2014). Prevalence of cochlear implants in Europe: What do we know and what can we expect? *Journal of Hearing Science*, *3*(4), 9–16.

De Raeve, L., & Wouters, A. (2013). Accessibility to cochlear implants in Belgium: state of the art on selection, reimbursement, habilitation, and outcomes in children and adults. *Cochlear Implants International*, *14,* 18–25.

De Sousa, A. M. M., de França Barros, J., & de Sousa Neto, B. M. (2012). Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *International Journal of General Medicine*, *5*, 433–439.

Deggouj, N., Gersdorff, P., Garin, S., Castelein, S., & Gérard, J.-M. (2007). Today's indications for cochlear implantation. *B-ENT*, *3*, 9–14.

Deleau, M., & Le Maner-Idrissi, G. (2005). Le développement des habiletés pragmatiques chez les enfants sourds. In C. Transler, J. Leybaert, & J.-E. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp. 147–172). Marseille: Solal.

DesJardin, J. L. (2004). *Maternal self-efficacy and involvement: Supporting language development in young deaf children with cochlear implants.* Unpublished doctoral dissertation, University of California, Los Angeles.

DesJardin, J. L. (2005). Maternal perceptions of self-efficacy and involvement in the auditory development of young children with prelingual deafness. *Journal of Early Intervention*, *27*, 193–209.

DesJardin, J. L., & Eisenberg, L. S. (2007). Maternal contributions: Supporting language development in young children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, *28*(4), 456–469.

DesJardin, J. L., Eisenberg, L. S., & Hopadd, R. M. (2006). Sound beginnings supporting families of young deaf children with cochlear implants. *Infants & Young Children*, *19*(3), 179–189.

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*, 11–18.

Dettman, S. J., Wall, E., Constantinescu, G., & Dowell, R. C. (2013). Communication outcomes for groups of children using cochlear implants enrolled in auditory-verbal, aural-oral, and bilingual-bicultural early intervention programs. *Otology & Neurotology, 34*(3), 451–9.

Dionne, G., Dale, P. S., Boivin, M., & Plomin, R. (2003). Genetic evidence for bidirectional effects of early lexical and grammatical development. *Child Development*, *74*(2), 394–412.

Dowell, R. C., Dettman, S. J., Blamey, P. J., Barker, E. J., & Clark, G. M. (2002). Speech perception in children using cochlear implants: Prediction of long-term outcomes. *Cochlear Implants International*, *3*(1), 1–18.

Dubon, C. D., & Candilis-Huisman, D. (1997). Historique du Brunet-Lézine : origine et méthode. In D. Josse (Ed.), *Manuel du Brunet-Lézine Révisé.* (pp. 43–54). Issy-les-Moulineaux: EAP.

Duchesne, L., Sutton, A., & Bergeron, F. (2009). Language achievement in children who received cochlear implants between 1 and 2 years of age: Group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *14*(4), 465–485.

Duchesne, L., Sutton, A., Bergeron, F., & Trudeau, N. (2010). Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, *34*(2), 132–145.

Dunn, L., Thériault-Whalen, C., & Dunn, L. (1993). *Echelle de vocabulaire en images Peabody: adaptation française du Peabody Picture Vocabulary Test-revised*. Toronto : Psycan.

E

Edwards, L. C. (2007). Children with cochlear implants and complex needs: A review of outcome research and psychological practice. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *12*(3), 258–268.

Eleweke, C. J., & Rodda, M. (2000). Factors contributing to parents' selection of a communication mode to use with their deaf children. *American Annals of the Deaf*, *145*(4), 375–383.

Ertmer, D. J., & Jung, J. (2011). Prelinguistic vocal development in young cochlear implant recipients and typically developing infants: Year 1 of robust hearing experience. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *17*(1), 116–132.

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*(1), 192–206.

Fallon, M. A., & Harris, M. B. (1991). Training parents to interact with their young children with handicaps: Professional-directed and parent-oriented approaches. *Infant Toddler Intervention*, *1*, 297–313.

Ertmer, D. J., Young, N. M., & Nathani, S. (2007). Profiles of vocal development in young cochlear implant recipients. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(2), 393–407.

F

Farges, N. (2004). Bilinguisme précoce, aujourd'hui et demain... *Connaissances Surdités*, *7*, 15–16.

Fenson, L., Bates, E., Dale, P. S., Goodman, J., Reznick, J. S., & Thal, D. J. (2000). Measuring variability in early child language: Don't shoot the messenger. *Child Development*, *71*(2), 323–328.

Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., & Pethick, S. J. (1994). Variability in early communicative development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *59*(5).

Findji, F., Ruel, J., & Pêcheux, M. J. (1999). Etayage de l'attention du bébé par la mère : une étude séquentielle. In M. Gilly, J. P. Roux, & A. Trognon (Eds.), *Apprendre dans l'interaction* (pp. 347–360). Nancy: Presses Universitaires de Nancy.

Firszt, J. B., Holden, L. K., Skinner, M. W., Tobey, E. A., Peterson, A., Gaggl, W., … Wackym, P. A. (2004). Recognition of speech presented at soft to loud levels by adult cochlear implant recipients of three cochlear implant systems. *Ear and Hearing*, *25*(4), 375–87.

Flamant, C., Branger, B., Nguyen The Tich, S., de la Rochebrochard, E., Savagner, C., Berlie, I., & Rozé, J.-C. (2011). Parent-completed developmental screening in premature children: a valid tool for follow-up programs. *PloS One*, *6*(5), e20004.

Flipsen, P. J. (2008). Intelligibility of spontaneous conversational speech produced by children with cochlear implants: A review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *72*(5), 559–564.

Flipsen, P. J. (2011). Examining speech sound acquisition for children with cochlear implants using the GFTA-2. *Volta Review*, *111*(1), 25–37.

Florin, A. (1999). *Le développement du langage*. Paris : Dunod.

Fortnum, H. M., Summerfield, A. Q., Marshall, D. H., Davis, A., Bamford, J. M., Yoshinaga-Itano, C., & Hind, S. (2001). Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: Questionnaire based ascertainment study. *BMJ*, *323*(7312), 536–536.

Frisch, S., Meyer, T. A., Pisoni, D. B., Svirsky, M. A., & Kirk, K. I. (2000). Using behavioral data to model open-set word recognition and lexical organization by pediatric cochlear implant users. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 60–62.

Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D. M. R., & Gantz, B. J. (1992). Performance over time of congenitally deaf and postlingually deafened children using a multichannel cochlear implant. *Journal of Speech and Hearing Research*, *35*(4), 913–920.

Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R. S., Kelsay, D. M. R., 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.

G

Gaillard, P. (2009). Laissez-nous trier ! TCL-LabX et les tâches de catégorisation libre de sons. In D. Dubois (Ed.), *Le Sentir et le Dire : Concepts et méthodes en psychologie et linguistique cognitives* (pp. 189–210). Paris: L'Harmattan.

Gaillard, P., Magnen, C., & Billières, M. (2006). Expertise phonétique : une réflexion vers la notion de "surdité phonologique". Dans : Le Sensolier (Ed.), *4ème journée d'études, Les expertises sensorielles : nature et acquisition* (pp. 11–14). Paris : Le Sensolier.

Gallagher, T. M. (1999). Interrelationships among children's language, behavior, and emotional problems. *Topics in Language Disorders*, *19*, 1–15.

Galsworthy, M. J., Dionne, G., Dale, P. S., & Plomin, R. (2000). Sex differences in early verbal and non-verbal cognitive development. *Developmental Science*, *3*(2), 206–215.

Garabédian, E. N., & Loundon, N. (2010). L'implant cochléaire chez l'enfant. *e-Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, *9*(3), 47–51.

Garud, R., & Rappa, M. A. (1994). A socio-cognitive model of technology evolution: The case of cochlear implants. *Organization Science*, *5*(3), 344–362.

Gates, G. A., & Miyamoto, R. T. (2003). Cochlear implants. *The New England Journal of Medicine*, *349*(5), 421–423.

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. (2003). Predictors of reading skill development in children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *24*, 59–68.

Geers, A. E. (2004). Speech, language, and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, *130*(5), 634–638.

Geers, A. E., & Brenner, C. (2003). Background and educational characteristics of prelingually deaf children implanted by five years of age. *Ear and Hearing*, *24*, 2S–14S.

Geers, A. E., Brenner, C. A., & Tobey, E. A. (2011). Long-term outcomes of cochlear implantation in early childhood: Sample characteristics and data collection methods. *Ear and Hearing*, *32*(1 Suppl), 2S–12S.

Geers, A. E., Brenner, C., & Davidson, L. S. (2003). Factors associated with development of speech perception skills in children implanted by age five. *Ear and Hearing*, *24*, 24–35.

Geers, A. E., Brenner, C., Nicholas, J. G., Uchanski, R., Tye-Murray, N., & Tobey, E. A. (2002). Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 189*, 127–130.

Geers, A. E., Brenner, C. A., & Tobey, E. A. (2011). Long-term outcomes of cochlear implantation in early childhood: Sample characteristics and data collection methods. *Ear and Hearing*, *32*(1 Suppl), 2S–12S.

Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Moog, J. S. (2007). Estimating the Influence of Cochlear Implantation on Language Development in Children. *Audiological Medicine*, *5*(4), 262–273.

Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *24*, 46–58.

Geers, A. E., Nicholas, J. G., Tye-Murray, N., Uchanski, R., Brenner, C., Davidson, L. S., … Tobey, E. A. (2000). Effects of communication mode on skills of long-term cochlear implant users. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, *Suppl. 185*, 89–92.

Geers, A. E., & Sedey, A. L. (2011). Language and verbal reasoning skills in adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and Hearing*, *32*, 39S–48S.

Geers, A. E., Strube, M. J., Tobey, E. A., & Moog, J. S. (2011). Epilogue: Factors contributing to long-term outcomes of cochlear implantation in early childhood. *Ear and Hearing*, *32*, 84–92.

Genoud, P. A. (2011). *Indice de position socioéconomique (IPSE): un calcul simplifié.* (pp. 1–9). Fribourg : Université de Fribourg,
Récupéré de www.unifr.ch/ipg/assets/files/DocGenoud/IPSE.pdf.

Gesell, A. (1928). *Infancy and human growth*. Oxford, England: Macmillan.

Gheysen, F., Loots, G., & Van Waelvelde, H. (2008). Motor development of deaf children with and without cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *13*(2), 215–224.

Giezen, M. R. (2011). *Speech and Sign Perception in Deaf Children with Cochlear Implants*. Unpublished doctoral dissertation, University of Amsterdam, Amsterdam.

Gillis, S., Schauwers, K., & Govaerts, P. J. (2002). Babbling milestones and beyond. In K. Schauwers, P. J. Govaerts, & S. Gillis (Eds.), *Language acquisition in young children with a cochlear implant* (pp. 23–40). Antwerp: University of Antwerp.

Gobeil, S., Bergeron, F., Tremblay, G., & Bussières, R. (2011). The bilateral implant profile. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* , 75, 15.

Gordon, K. A., Daya, H., Harrison, R. V., & Papsin, B. C. (2000). Factors contributing to limited open-set speech perception in children who use a cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *56*(2), 101–111.

Govaerts, P. J., De Beukelaer, C., Daemers, K., De Ceulaer, G., Yperman, M., Somers, T., … Offeciers, F. E. (2002). Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology & Neurotology*, *23*(6), 885–890.

Govaerts, P. J., Schauwers, K., & Gillis, S. (2002). Language acquisition in very young children with a cochlear implant: Introduction. *Antwerp Papers in Linguistics*, 1–10.

Granier-Deferre, C., & Schaal, B. (2005). Aux sources foetales des réponses sensorielles et émotionnelles du nouveau-né. *Spirale*, *1*(33), 21–40.

Greiner, L. A. (2010). *Measures of executive function in children with cochlear implants*. Unpublished master's thesis, University of Iowa, Iowa City.

Griffith, J. (1996). Relation of parental involvement, empowerment, and school traits to student academic performance. *The Journal of Educational Research*, *90*(1), 33–41.

Guidetti, M. (2002). The emergence of pragmatics: Forms and functions of conventional gestures in young French children. *First Language*, *22*(3), 265–285.

Guidetti, M. (2003). *Pragmatique et psychologie du développement : comment communiquent les jeunes enfants*. Paris : Belin.

Guidetti, M. (2005). Yes or no? How young French children combine gestures and speech to agree and refuse. *Journal of Child Language*, *32*(4), 911–924.

Guidetti, M., & Tourrette, C. (1995). Un nouvel outil d'évaluation des compétences communicatives du jeune enfant : I'ECSP et sa validation. *Enfance*, *48*(2), 173–178.

Guidetti, M., & Tourrette, C. (2009). Evaluation de la communication sociale précoce (ECSP). Paris : Eurotest (1ère éd. EAP, 1993).

Gygi, B. (2001). *Factors in the identification of environmental sounds*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, Indianapolis, USA.

Gygi, B., Kidd, G. R., & Watson, C. S. (2007). Similarity and categorization of environmental sounds. *Perception & Psychophysics*, *69*(6), 839–855.

H

Hage, C. (2005). De la communication au langage : Développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde. Dans C. Transler, J. Leybaert, & J.-E. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd: les signes, l'oral et l'écrit* (pp. 121–146). Marseille : Solal.

Hage, C. (2006). L'évaluation du jeune enfant sourd: la période prélinguistique. Dans C. Hage, B. Charlier, & J. Leybaert (Eds.), *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd: Pistes d'évaluation*. Sprimont: Mardaga.

Hammes, D. M., Novak, M. A., Rotz, L. A., Willis, M., Edmondson, D. M., & Thomas, J. F. (2002). Early identification and cochlear implantation: Critical factors for spoken language development. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *189*, 74–78.

Hang, A. X., Kim, G. G., & Zdanski, C. J. (2012). Cochlear implantation in unique pediatric populations. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, *20*(6), 507–517.

Harris, M., & Mohay, H. (1997). Learning to look in the right place: A comparison of attentional behavior in deaf children with deaf and hearing mothers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *2*(2), 95–103.

Hartman, E., Houwen, S., & Visscher, C. (2011). Motor skill performance and sports participation in deaf elementary school children. *Adapted Physical Activity Quarterly : APAQ*, *28*(2), 132–145.

Haskins, H. (1949). *A phonetically balanced test of speech discrimination for children*. Unpublished master's thesis. Northwestern University, Evanston, IL.

Haute Autorité de Santé. (2007). *Évaluation du dépistage néonatal systématique de la surdité permanente bilatérale*. Récupéré du site de l'HAS: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport__evaluation_du_depistage_neonatal_systematique_de_la_surdite_permanente_bilaterale.pdf

Haute Autorité de Santé. (2012). *Bon usage des technologies médicales. Le traitement de la surdité par implantations cohléaires ou du tronc cérébral.* Récupéré du site de l'HAS : http://www.has sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/fiche_bon_usage_implants _cochleaires.pdf

Hayes, H., Geers, A. E., Treiman, R., & Moog, J. S. (2009). Receptive vocabulary development in deaf children with cochlear implants: Achievement in an intensive auditory-oral educational setting. *Ear and Hearing*, *30*(1), 128–135.

Hodges, A. V., Dolan-Ash, M., Balkany, T. J., Schloffman, J. J., & Butts, S. L. (1999). Speech perception results in children with cochlear implants: Contributing factors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *121*(1), 31–34.

Holman, M. A., Carlson, M. L., Driscoll, C. L. W., Grim, K. J., Petersson, R. S., Sladen, D. P., & Flick, R. P. (2013). Cochlear Implantation in Children 12 Months of Age and Younger. *Otology & Neurotology*, *34*(2), 251–258.

Holt, R. F., Beer, J., Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., & Lalonde, K. (2012). Contribution of family environment to pediatric cochlear implant users' speech and language outcomes: Some preliminary findings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*(3), 848–864.

Holt, R. F., & Svirsky, M. A. (2008). An exploratory look at pediatric cochlear implantation: Is earliest always best? *Ear and Hearing*, *29*(4), 492–511.

Holt, R. F., 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.

Horn, D. L., Davis, R. A. O., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2004). Visual attention, behavioral inhibition and speech/language outcomes in deaf children with cochlear implants. *International Congress Series*, *1273*, 332–335.

Horn, D. L., Davis, R. A. O., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2005). Behavioral inhibition and clinical outcomes in children with cochlear implants. *The Laryngoscope*, *115*(4), 595–600.

Horn, D. L., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2006). Divergence of fine and gross motor skills in prelingually deaf children: Implications for cochlear implantation. *The Laryngoscope*, *116*(8), 1500–1506.

Horn, D. L., Pisoni, D. B., Sanders, M., & Miyamoto, R. T. (2005). Behavioral assessment of prelingually deaf children before cochlear implantation. *The Laryngoscope*, *115*(9), 1603–1611.

Houston, D. M., Beer, J., Bergeson, T. R., Chin, S. B., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2012). The ear is connected to the brain: Some new directions in the study of children with cochlear implants at Indiana University. *Journal of the American Academy of Audiology*, *23*(6), 446–463.

Houston, D. M., & Miyamoto, R. T. (2010). Effects of early auditory experience on word learning and speech perception in deaf children with cochlear implants: Implications for sensitive periods of language development. *Otology & Neurotology*, *31*(8), 1248–1253.

Huotilainen, M., & Näätänen, R. (2010). *Auditory perception and early brain development*. *Encyclopedia on early childhood development*. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, (Eds), Encyclopedia on Early Childhood Development [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2010:1-5. Retrieved from: http://www.child-encyclopedia.com/documents/Huotilainen-NaatanenANGxp.pdf.

I

Inverso, Y. (2008). *Cochlear implant-mediated perception of nonlinguistic sounds.* Unpublished doctoral dissertation, Gallaudet University, Washington, D.C.

Inverso, Y. (2009). Pediatric assessment of nonlinguistic sound perception: A look back and a look ahead to a pediatric nonlinguistic sounds test. *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders in Childhood*, *19*(1), 43–50.

Inverso, Y., & Limb, C. J. (2010). Cochlear implant-mediated perception of nonlinguistic sounds. *Ear and Hearing*, *31*(4), 505–514.

Izzo, C. V., Weissbert, R. P., Kasprow, W. J., & Fendrich, M. (1999). A longitudinal assessment of teacher perceptions of parent involvement in children's education and school performance. *American Journal of Community Psychology*, *27*(6), 817–839.

J

Jahn, A. F., & Santos-Sacchi, J. (2001). *Physiology of the ear* (2nd ed.). San Diego: Singular Publishing Group Inc.

James, A. L., & Papsin, B. C. (2004). Cochlear implant surgery at 12 months of age or younger. *The Laryngoscope*, *114*(12), 2191–2195.

James, D., Rajput, K., Brinton, J., & Goswami, U. (2007). Phonological awareness, vocabulary, and word reading in children who use cochlear implants: Does age of implantation explain individual variability in performance outcomes and growth? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *13*(1), 117–137.

Jenkins, J. J. (1985). Acoustic information for objects, places, and events. In W. H. Warren & R. E. Shaw (Eds.), *Persistence and change* (pp. 115–138). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Jeynes, W. H. (2005). A meta-analysis of the relation of parental involvement to urban elementary school student academic achievement. *Urban Education*, *40*(3), 237–269.

Jones, C. P., & Adamson, L. B. (1987). Language use in mother-child and mother-child-sibling interactions. *Child Development*, *58*, 356–366.

Josse, D. (1997). *Brunet-Lézine Révisé. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance*. Paris : EAP.

Josse, D., Gandon-Crétois, E., & Le Maner-Idrissi, G. (1997). Processus de révision, développement et standardisation. In D. Josse (Ed.), *Brunet-Lézine Révisé. Echelle de développement psychomoteur de la première enfance.* (pp. 55–86). Paris : EAP.

Juarez, A., & Monfort, M. (2003). *Savoir Dire : Un Savoir-Faire*. Madrid: Entha Ediciones.

K

Kail, M., & Fayol, M. (2000). *L'acquisition du langage, tome 1: Le langage en émergence. De la naissance à trois ans*. Paris : Presses Universitaires de France.

Karmiloff, K., & Karmiloff-Smith, A. (2003). *Comment les enfants entrent dans le langage*. Paris: Retz.

Karmiloff-Smith, A. (2014, April). Challenging the use of adult neuropsychological models for explaining neurodevelopmental disorders: Developed versus developing brains. Communication at the International Conference "Atypical developments: What contributions for developmental psychology? ", Rennes, France.

Khanna, S. M., & Tonndorf, J. (1972). Tympanic membrane vibrations in cats studied by time-averaged holography. The *Journal of the Acoustical Society of America*, *51*(6B), 1904–1920.

Khomsi, A. (1987). *Épreuve d'évaluation des stratégies de compréhension en situation orale : 052*. Paris: ECPA.

Kirk, K. I., & Choi, S. (2009). Clinical Investigations of Cochlear Implant Performance. In J. K. Niparko (Ed.), *Cochlear Implants: Principles & Practices* (2nd ed., pp. 191–222). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C., Ying, E. A., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.*, *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. *The Volta Review*, *102*, 127–144.

Kirk, K. I., Pisoni, D. B., & Osberger, M. J. (1995). Lexical effects on spoken word recognition by pediatric cochlear implant users. *Ear and Hearing*, *16*(5), 470–481.

Kirk, K. I., Prusick, L., French, B., Gotch, C., Eisenberg, L. S., & Young, N. M. (2012). Assessing spoken word recognition in children who are deaf or hard of hearing: A translational approach. *Journal of the American Academy of Audiology*, *23*(6), 464–475.

Kirk, K. I., Sehgal, S. T., & Hay-McCutcheon, M. J. (2000). Comparison of children's familiarity with tokens on the PBK, LNT, and MLNT. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 63–64.

Koopmans-van Beinum, F. J., Clement, C. J., & van den Dikkenberg-Pot, I. (2001). Babbling and the lack of auditory speech perception: A matter of coordination? *Developmental Science*, *4*, 61–70.

Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (1997). NEPSY: Bilan neuropsychologique de l'enfant. (Adaptation française : 2003). Paris : ECPA.

Kos, M. I. (2010). *The electrical stimulation of the internal ear at the University Hospitals of Geneva*. Thèse de privat-docent. Université de Genève, Genève.

Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., Henning, S. C., & Colson, B. G. (2013). Executive functioning skills in long-term users of cochlear implants: A case control study. *Journal of Pediatric Psychologyediatric Psychology*, *38*(8), 902–914.

Kutz, W., Wright, C., Krull, K. R., & Manolidis, S. (2003). Neuropsychological testing in the screening for cochlear implant candidacy. *The Laryngoscope*, *113*(4), 763–6.

L

Le Capitaine, J.-Y. (2006). L'intégration : une inclusion en trompe-l'oeil (Jean-Yves Le Capitaine). *Liaisons*, *1*. Retrieved from http://dcalin.fr/publications/le_capitaine.html

Le Capitaine, J.-Y. (2014). *Des pratiques intégratives aux politiques inclusives. Psychologie, éducation & enseignement spécialisé*. Retrieved from http://dcalin.fr/publications/le_capitaine11.html

Le Driant, B., Vandromme, L., Kolski, C., & Strunski, V. (2006). Dépistage de la surdité néonatale permanente : quelles conséquences sur la mise en place des interactions

précoces mère–bébé ? *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, *54*(5), 315–320.

Le Maner-Idrissi, G., Barbu, S., Bescond, G., & Godey, B. (2008). Some aspects of cognitive and social development in children with cochlear implant. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *50*(10), 796–797.

Le Maner-Idrissi, G., Dardier, V., Pajon, C., Tan-Bescond, G., David, K., Deleau, M., & Godey, B. (2010). Development of implanted deaf children's conversational skills. *European Journal of Psychology of Education*, *25*(3), 265–279.

Le Maner-Idrissi, G., Pajon, C., Gavornikova-Baligand, Z., Dardier, V., Deleau, M., Tan-Bescond, G., & Godey, B. (2008). Implant cochléaire et développement des échanges conversationnels. *Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, *40*(2), 120–127.

Le Maner-Idrissi, G., Rouxel, G., Pajon, C., Dardier, V., Gavornikova-Baligand, Z., Tan-Bescond, G., & Godey, B. (2009). Cochlear implant and lexical diversity development in deaf children: Intra- and interindividual differences. *Current Psychology Letters*, 25.

Le Normand, M.-T. (2004). Evaluation du lexique de production chez des enfants sourds profonds munis d'un implant cochléaire sur un suivi de trois ans. *Rééducation Orthophonique*, *217*, 127–142.

Le Normand, M.-T. (2005). Production du lexique chez des enfants sourds profonds munis d'un implant cochléaire sur un suivi de quatre ans. *Handicap-Revue de Sciences Humaines et Sociales*, *105-106*, 21–31.

Le Normand, M.-T., & Moreno-Torres, I. (2014). The role of linguistic and environmental factors on grammatical development in French children with cochlear implants. *Lingua*, *139*, 26–38.

Lecanuet, J. P., & Schaal, B. (1996). Fetal sensory competencies. *European Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology*, *68*(1-2), 1–23.

Lecocq, P. (1996). *L'E.CO.S.SE une épreuve de compréhension syntaxico-sémantique (Manuel et épreuve),* Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires Septentrion.

Lederberg, A. R., & Everhart, V. S. (2000). Conversations between deaf children and their hearing mothers: Pragmatic and dialogic characteristics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*(4), 330–345.

Leigh, J. R., Dettman, S. J., Dowell, R. C., & Briggs, R. J. S. (2013). Communication development in children who receive a cochlear implant by 12 months of age. *Otology & Neurotology*, *34*(3), 443–450.

Lepot-Froment, C. (2000). L'acquisition d'une langue des signes : données empiriques et questions apparentées. In M. Kail & M. Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage : Le langage en émergence de la naissance à trois ans* (pp. 193–229). Paris : PUF.

Lepot-Froment, C., & Clerebaut, N. (1996). *L'enfant sourd. Communication et langage.* Bruxelles: De Boeck Université.

Lewis, V., Boucher, J., Lupton, L., & Watson, S. (2000). Relationships between symbolic play, functional play, verbal and non-verbal ability in young children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *35*, 117–127.

Leybaert, J. (2005). Quelles compétences visuelles pour construire la phonologie avec le LPC ? *Connaissances Surdités*, *12*, 6–10.

Leybaert, J., & Alegria, J. (2003). The role of cued speech in language development of deaf children. In M. Marschark & P. E. Spencer (Eds.), *Handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 261–274). New York: Oxford University Press.

Leybaert, J., Alegria, J., Hage, C., & Charlier, B. (1998). The effect of exposure to phonetically augmented lipspeech in the prelingual deaf. In R. Campbell, B. Dodd, & D. K. Burnham (Eds.), *Hearing by Eye II: Advances in the Psychology of Speechreading and Auditory-Visual Speech*. Hove, UK: Psychology Press Ltd, Publishers.

Leybaert, J., & Colin, C. (2007). Le rôle des informations visuelles dans le développement du langage de l'enfant sourd muni d'un implant cochléaire. *Enfance*, *59*(3), 245–253.

Leybaert, J., & LaSasso, C. J. (2010). Cued speech for enhancing speech perception and first language development of children with cochlear implants. *Trends in Amplification*, *14*(2), 96–112.

Leybaert, J., Schepers, F., Renglet, T., Simon, P., Serniclaes, W., Deltenre, P., … Ligny, C. (2005). Effet de l'implant cochléaire sur le développement du langage et l'architecture cognitive de l'enfant sourd. In C. Transler, J. Leybaert, & J.-E. Gombert (Eds.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp. 173–193). Marseille : Solal.

Lézine, I., & Stambak, M. (1959). Quelques problèmes d'adaptation du jeune enfant en fonction de son type moteur et du régime éducatif. *Enfance*, *12*(2), 95–115.

Li, Y., Bain, L., & Steinberg, A. G. (2004). Parental decision-making in considering cochlear implant technology for a deaf child. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *68*(8), 1027–38.

Lieberman, L. J., Volding, L., & Winnick, J. P. (2004). Comparing motor development of deaf children of deaf parents and deaf children of hearing parents. *American Annals of the Deaf*, *149*(3), 281–289.

Litovsky, R. Y., & Ashmead, D. H. (1995). Development of binaural and spatial hearing in infants and children. In R. H. Gilkey & T. R. Anderson (Eds.), *Binaural and spatial hearing in real and virtual environments* (pp. 571–592). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Liu, S.-Y. (2011). A family-oriented sound recognition training program and its outcomes on children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *75*, 12–15.

Liu, S.-Y., Liu, T.-C., Teng, Y.-L., Lee, L.-A., Lai, T.-J., & Wu, C.-M. (2013). Environmental sounds recognition in children with cochlear implants. *PloS One*, *8*(6), e66100.

Locatelli, A., Andreani, M., Pizzardi, A., Paterlini, G., Stoppa, P., & Ghidini, A. (2010). Antenatal variables associated with severe adverse neurodevelopmental outcome among neonates born at less than 32 weeks. *European Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology*, *152*(2), 143–147.

Locke, J. L. (1993). *The child's path to spoken language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Loebach, J. L., & Pisoni, D. B. (2008). Perceptual learning of spectrally degraded speech and environmental sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *123*(2), 1126–1139.

Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users' guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189–239). San Diego (CA): Academic Press.

Loundon, N., & Busquet, D. (2009). *Implantation cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique. Comment adapter les pratiques ?* Paris : Flammarion.

Loundon, N., Busquet, D., Denoyelle, F., Roger, G., & Garabédian, E. N. (2003). L'implant cochléaire chez l'enfant : résultats et perspectives. *Archives de Pédiatrie*, *10*, 161–163.

Loy, B., Warner-Czyz, A. D., Tong, L., Tobey, E. A., & Roland, P. S. (2010). The children speak: An examination of the quality of life of pediatric cochlear implant users. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 142*(2), 247–53.

Lupi, A.-L. (1998). Essai d'adaptation à la langue française d'un test d'intelligibilité américain, le "Phonetic Balanced Kindergarten word lists" ou PBK 50, Haskins 1949. Mémoire de fin d'études d'Orthophonie, Ecole d'Orthophonie de Montpellier, Montpellier.

M

Marcell, M. M., Borella, D., Greene, M., Kerr, E., & Rogers, S. (2000). Confrontation naming of environmental sounds. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, *22*(6), 830–864.

Marchman, V., & Thal, D. J. (2005). Words and Grammar. In M. Tomasello & D. I. Slobin (Eds.), *Beyond Nature-Nurture: Essays in Honor of Elizabeth Bates* (pp. 141–164). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Marcon, R. A. (1999). Positive relationships between parent school involvement and public school inner-city preschoolers' development and academic performance. *School Psychology Review*, *28*(3), 395–412.

Markman, T. M., Quittner, A. L., Eisenberg, L. S., Tobey, E. A., Thal, D. J., Niparko, J. K., & Wang, N.-Y. (2011). Language development after cochlear implantation: An epigenetic model. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *3*(4), 388–404.

Martines, F., Martines, E., Ballacchino, A., & Salvago, P. (2013). Speech perception outcomes after cochlear implantation in prelingually deaf infants: The Western Sicily experience. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *77*(5), 707–713.

McConkey Robbins, A., Koch, D. B., Osberger, M. J., Zimmerman-Phillips, S., & Kishon-Rabin, L. (2004). Effect of age at cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, *130*(5), 570–574.

McPherson, B. (2012). Newborn hearing screening in developing countries: Needs & new directions. *The Indian Journal of Medical Research*, *135*, 152–153.

Mellier, D. (1992). *Le bébé bâtisseur de son devenir : les compositions sensori-motrices en développement chez le bébé normal et chez le bébé handicapé.* Paris V.

Mellier, D., & Deleau, M. (1991). Handicap sensoriel précoce et communication. Problèmes et perspectives. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *4*, 99–122.

Meyer, T. A., & Pisoni, D. B. (1999). Some computational analyses of the PBK test: Effects of frequency and lexical density on spoken word recognition. *Ear and Hearing*, *20*(4), 363–371.

Meyer, T. A., Svirsky, M. A., Kirk, K. I., & Miyamoto, R. T. (1998). Improvements in speech perception by children with profound prelingual hearing loss: Effects of device, communication mode, and chronological age. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *41*, 846–858.

Miller, C. (2000). Regards sur la phonologie des langues signées. *Recherches Linguistiques de Vincennes*, *29*, 101–120.

Mitchel, T., & Quittner, A. L. (1996). Multimethod study of attention and behavior problems in hearing-impaired children. *Journal of Clinical Child Psychology*, *25*, 83–96.

Miyamoto, R. T., Hay-McCutcheon, M. J., Kirk, K. I., Houston, D. M., & Bergeson-Dana, T. (2008). Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: A preliminary study. *Acta Oto-Laryngologica*, *128*(4), 373–7.

Miyamoto, R. T., & Kirk, K. I. (2002). Cochlear implants in children. In C. D. Bluestone & S. E. Stool (Eds.), *Pediatric Otolaryngology* (4th Ed., pp. 808–816). Philadelphia: Saunders.

Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Robbins, A. M., Todd, S., & Riley, A. (1996). Speech perception and speech production skills of children with multichannel cochlear implants. *Acta Oto-Laryngologica*, *116*(2), 240–243.

Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Sehgal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Oto-Laryngologica*, *119*(2), 219–224.

Miyamoto, R. T., Osberger, M. J., Robbins, A. M., Myres, W. A., Kessler, K., & Pope, M. L. (1991). Comparison of speech perception abilities in deaf children with hearing aids or cochlear implants. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *104*(1), 42–46.

Moeller, M. P. (2000). Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*, *106*(3), E43.

Moeller, M. P. (2007). Current state of knowledge: psychosocial development in children with hearing impairment. *Ear and Hearing*, *28*(6), 729–739.

Mondain, M., Blanchet, C., Venail, F., & Vieu, A. (2005). Classification et traitement des surdités de l'enfant. *EMC - Oto-Rhino-Laryngologie*, *2*(3), 301–319.

Moore, J. A., & Bass-Ringdahl, S. M. (2002). Role of infant vocal development in candidacy for and efficacy of cochlear implantation. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, *111*, 52–55.

Morissette, P., Ricard, M., & Gouin-Décarie, T. (1995). Joint visual attention and pointing in infancy: A longitudinal study of comprehension. *British Journal of Developmental Psychology*, *13*(2), 163–175.

Morton, C. C., & Nance, W. E. (2006). Newborn Hearing Screening: A Silent Revolution. *The New England Journal of Medicine*, *354*, 2151–2164.

Morzaria, S., Westerberg, B. D., & Kozak, F. K. (2004). Systematic review of the etiology of bilateral sensorineural hearing loss in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *68*(9), 1193–1198.

Moyle, M. J., Weismer, S. E., Evans, J. L., & Lindstrom, M. J. (2007). Longitudinal relationships between lexical and grammatical development in typical and late-talking children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(2), 508–528.

Muir, D., & Field, J. (1979). Newborn infants orient to sounds. *Child Development*, *50*(2), 431–436.

N

Nadel, J. (1986). *Imitation et communication entre jeunes enfants*. Paris : PUF.

Newport, E., & Meier, R. (1985). The acquisition of American Sign Language. In D. Slobin (Ed.), *The Cross-linguistic Study of Language Acquisition, Vol.1*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates.

Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2003). Hearing Status, Language Modality, and Young Children's Communicative and Linguistic Behavior. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *8*(4), 422–437.

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*(4), 1048–1062.

Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2013). Spoken language benefits of extending cochlear implant candidacy below 12 months of age. *Otology & Neurotology, 34*(3), 532–538.

Nienhuys, T. G., & Tikotin, J. A. (1983). Pre-speech communication in hearing and hearing-impaired children. *Journal of British Association of Teachers of the Deaf*, *7*, 182–194.

Nikolopoulos, T. P., Archbold, S. M., & O'Donoghue, G. M. (2006). Does cause of deafness influence outcome after cochlear implantation in children? *Pediatrics*, *118*(4), 1350–1356.

Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S. M., & O'Donoghue, G. M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology, Head & Neck Surgery*, *130*(5), 629–633.

Nikolopoulos, T. P., Gibbin, K. P., & Dyar, D. (2004). Predicting speech perception outcomes following cochlear implantation using Nottingham children's implant profile (NChIP). *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *68*(2), 137–41.

Nikolopoulos, T. P., O'Donoghue, G. M., & Archbold, S. M. (1999). Age at implantation: Its importance in pediatric cochlear implantation. *The Laryngoscope*, *109*(4), 595–599.

Nikolopoulos, T. P., Wells, P., & Archbold, S. M. (2000). Using Listening Progress Profile (LIP) to assess early functional auditory performance in young implanted children. *Speech, Language and Hearing*, *2*(3), 142–151.

Ninio, A. (2006). *Language and the learning curve: A new theory of syntactic development.* Oxford: Oxford University Press.

Nittrouer, S., Caldwell-tarr, A., & Lowenstein, J. H. (2013). Working memory in children with cochlear implants: Problems are in storage, not processing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *77*(11), 1886–1898.

O

O'Donoghue, G. M., Nikolopoulos, T. P., & Archbold, S. M. (2000). Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. *Lancet*, *356*, 466–468.

O'Donoghue, G. M., Nikolopoulos, T. P., Archbold, S. M., & Tait, M. (1998). Speech Discrimination in Children after Cochlear Implantation. *The American Journal of Otology*, *19*, 762–767.

Oller, D. K. (2006). Vocal language development in deaf infants: New challenges. In P. E. Spencer & M. Marschak (Eds.), *Advances in the Spoken-Language Development of Deaf and Hard-of-Hearing Children* (pp. 22–41). New York: Oxford University Press.

Oller, D. K., & Bull, D. (1984, April). *Vocalizations of deaf infants*. Presented as a Poster at the International Conference on Infant Studies, New York, NY.

Oller, D. K., & Eilers, R. E. (1988). The role of audition in infant babbling. *Child Development*, *59*(2), 441–449.

Organisation Internationale du Travail (2008). *Classification Internationale Type des Professions*. Retrieved from http://www.ilo.org/public/french/bureau/stat/isco/isco08/index.htm

Osberger, M. J., & Fisher, L. (2000). Preoperative predictors of postoperative implant performance in children. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 44–46.

Osberger, M. J., Maso, M., & Sam, L. K. (1993). Speech Intelligibility of Children with Cochlear Implants, Tactile Aids or Hearing Aids. *Journal of Speech and Hearing Research*, *36*, 186–203.

P

Paatsch, L. E., Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Martin, L. F., & Bow, C. P. (2004). Separating contributions of hearing, lexical knowledge, and speech production to speech-perception scores in children with hearing impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *47*(4), 738–750.

Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (2000). How children build their morphosyntax: The case of French. *Journal of Child Language*, *27*(2), 267–292.

Peperkamp, S. (2003). Phonological acquisition: Recent attainments and new challenges, *Language and Speech*, *46*, 87–113.

Peskova, O., Srinivasan, N. K., Shin, S., Sundarrajan, M., & Tobey, E. A. (2013, July). Influence of Cochlear Implantation on Speech Intelligibility and Sentence Duration. Presented as a Poster *16th Conference on Implantable Auditory Prostheses*. Lac Tahoe, USA.

Peterson, N. R., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2010). Cochlear implants and spoken language processing abilities: Review and assessment of the literature. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *28*(2), 237–250.

Petitto, L. A., & Marentette, P. F. (1991). Babbling in the manual mode: Evidence for the ontogeny of language. *Science*, *251*(5000), 1493–1496.

Pierrehumbert, J. (2004, juin). Fréquence et structure. Communication lors du *Colloque du Réseau Français de Phonologie*, Orléans.

Pipp-Siegel, S., Sedey, A. L., VanLeeuwen, A. M., & Yoshinaga-Itano, C. (2003). Mastery motivation and expressive language in young children with hearing loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *8*(2), 133–145.

Pisoni, D. B. (2000). Cognitive factors and cochlear implants: Some thoughts on perception, learning, and memory in speech perception. *Ear and Hearing*, *21*(1), 70–78.

Pisoni, D. B., & Cleary, M. (2003). Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *24*, 106–120.

Pisoni, D. B., Cleary, M., Geers, A. E., & Tobey, E. A. (1999). Individual differences in effectiveness of cochlear implants in children who are prelingually deaf: New process measures of performance. *The Volta Review*, *101*(3), 111–164.

Pisoni, D. B., Conway, C. M., Kronenberger, W. G., Henning, S. C., & Anaya, E. M. (2010). Executive function and cognitive control in deaf children with cochlear implants. In M. Marschark (Ed.), *Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education (2nd Ed.,* pp. 439–457). New York: Oxford University Press.

Pisoni, D. B., Conway, C. M., Kronenberger, W. G., Horn, D. L., Karpicke, J., & Henning, S. C. (2008). Efficacy and effectiveness of cochlear implants in deaf children. In M. Marschark & P. Hauser (Eds.), *Deaf cognition: Foundations and outcomes*. New York: Oxford University Press.

Pisoni, D. B., & Geers, A. E. (2000). Working memory in deaf children with cochlear implants: Correlations between digit span and measures of spoken language processing. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 92–93.

Pisoni, D. B., Kronenberger, W. G., Roman, A. S., & Geers, A. E. (2011). Measures of digit span and verbal rehearsal speed in deaf children after more than 10 years of cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *32*, 60–74.

Poeppel, D., & Monahan, P. J. (2008). Speech Perception: Cognitive foundations and cortical implementation. *Current Directions in Psychological Science*, *17*(2), 80–85.

Prezbindowski, A. K., Adamson, L. B., & Lederberg, A. R. (1998). Joint attention in deaf and hearing 22 month-old children and their hearing mothers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *19*(3), 377–387.

Proops, D. W., Donaldson, I., Cooper, H. R., Thomas, J. F., Burrell, S. P., Stoddart, R. L., … Cheshire, I. M. (1999). Outcomes from adult implantation, the first 100 patients. *The Journal of Laryngology and Otology*, *24*, 5–13.

Ptok, M. (2011). Early detection of hearing impairment in newborns and infants. *Deutsches Ärzteblatt International*, *108*(25), 426–431.

Punch, R., & Hyde, M. B. (2011). Communication, psychosocial, and educational outcomes of children with cochlear implants and challenges remaining for professionals and parents. *International Journal of Otolaryngology*, *doi:10.1155/2011/573280*.

Pyman, B., Blamey, P. J., Lacy, P., Clark, G. M., & Dowell, R. C. (2000). The development of speech perception in children using cochlear implants: Effects of etiologic factors and delayed milestones. *The American Journal of Otology*, *21*(1), 57–61.

Q

Quaranta, N., Giagnotti, F., Bartoli, R., D'Elia, A., & Quaranta, A. (2011). C124 Environmental sounds identification in children with cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *75*, 56.

Quittner, A. L., Cruz, I., Barker, D. H., Tobey, E. A., Eisenberg, L. S., & Niparko, J. K. (2013). Effects of maternal sensitivity and cognitive and linguistic stimulation on cochlear implant users' language development over four years. *The Journal of Pediatrics*, *162*(2), 343–358.

Quittner, A. L., Leibach, P., & Marciel, K. (2004). The impact of cochlear implants on young deaf children: New methods to assess cognitive and behavioral development. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, *130*(5), 547–554.

R

Rajendran, V., & Roy, F. G. (2011). An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. *Italian Journal of Pediatrics*, *37*, 33.

Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2012). Postural control, motor skills, and health-related quality of life in children with hearing impairment: A systematic review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *269*(4), 1063–1071.

Ramsdell, D. A. (1978). The psychology of the hard-of-hearing and the deafened adult. In H. David & S. R. Silverman (Eds.), *Hearing and deafness*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Ramsden, J. D., Papsin, B. C., Leung, R., James, A. L., & Gordon, K. A. (2009). Bilateral simultaneous cochlear implantation in children: Our first 50 cases. *The Laryngoscope*, *119*(12), 2444–2448.

Reed, C. M., & Delhorne, L. A. (2005). Reception of environmental sounds through cochlear implants. *Ear and Hearing*, *26*(1), 48–61.

Rine, R. M., Cornwall, G., Gan, K., LoCascio, C., O'Hare, T., Robinson, E., & Rice, M. (2000). Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Perceptual and Motor Skills*, *90*(3 Pt 2), 1101–1112.

Robbins, A. M., Osberger, M. J., Miyamoto, R. T., Renshaw, J. J., & Carney, A. E. (1988). Longitudinal study of speech perception by children with cochlear implants and tactile aids. Progress report. *Journal of Rehabilitation Audiology*, *21*, 11–28.

Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Berry, S. W. (1991). Evaluating Meaningful Auditory Integration in profoundly hearing-impaired children. *The American Journal of Otology*, *12*, 144–150.

Ruben, R. J., & Schwartz, R. (1999). Necessity versus sufficiency: the role of input in language acquisition. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *47*(2), 137–140.

Ruffin, C. V, Kronenberger, W. G., Colson, B. G., Henning, S. C., & Pisoni, D. B. (2013). Long-term speech and language outcomes in prelingually deaf children, adolescents and young adults who received cochlear implants in childhood. *Audiology & Neuro-Otology*, *18*(5), 289–296.

S

Sanchez, J., Medina, V., Senpéré, M., & Bounot, A. (2006). *Suivi longitudinal sur 10 ans d'enfants sourds pré-lingaux implantés : synthèse*. Paris: CTNERHI.

Sanchez, J., Sanpéré, M., Medina, V., & Ansel, V. (2005). La famille et le développement des enfants sourds implantés. Dans *L'expansion scientifique, les entretiens de Bichat, entretiens d'orthophonie* (pp. 67–79).

Sansavini, A., Bertoncini, J., & Giovanelli, G. (1997). Newborns discriminate the rhythm of multisyllabic stressed words. *Developmental Psychology*, *33*(1), 3–11.

Sarant, J. Z., Blamey, P. J., Dowell, R. C., Clark, G. M., & Gibson, W. P. R. (2001). Variation in speech perception scores among children with cochlear implants, *22*, 18–28.

Sauvage, J. (2005). *L'oral à l'école maternelle*. Paris : L'Harmattan.

Savelsbergh, G. J., Netelenbos, J. B., & Whiting, H. T. (1991). Auditory perception and the control of spatially coordinated action of deaf and hearing children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *32*(3), 489–500.

Scaife, M., & Bruner, J. (1975). The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, *253*(5489), 265–266.

Daemers, K., De Beukelaer, C., & Govaerts, P. J. (2004). Cochlear implantation between 5 and 20 months of age: the onset of babbling and the audiologic outcome. *Otology & Neurotology : 25*(3), 263–270.

Schelstraete, M.-A., Maillart, C., & Jamart, A.-C. (2004). Les troubles phonologiques : cadre théorique, diagnostic et traitement. In M.-A. Schelstraete & M. P. Noel (Eds.), *Les troubles du langage et du calcul chez l'enfant.* (pp. 81–112). Editions EME. Intercommunication.

Schlumberger, E., Narbona, J., & Manrique, M. (2004). Non-verbal development of children with deafness with and without cochlear implants. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *46*(9), 599–606.

Schramm, B., Bohnert, A., & Keilmann, A. (2010). Auditory, speech and language development in young children with cochlear implants compared with children with normal hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *74*(7), 812–819.

Selz, P. A., Girardi, M., Konrad, H. R., & Hughes, L. F. (1996). Vestibular deficits in deaf children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 115*(1), 70–77.

Semenov, Y. R., Yeh, S. T., Seshamani, M., Wang, N.-Y., Tobey, E. A., Eisenberg, L. S., … Niparko, J. K. (2013). Age-dependent cost-utility of pediatric cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *34*(4), 402–412.

Shafiro, V. (2008). Identification of environmental sounds with varying spectral resolution. *Ear and Hearing*, *29*(3), 401–420.

Shafiro, V., Gygi, B., Cheng, M.-Y., Vachhani, J., & Mulvey, M. (2009). Factors in the perception of environmental sounds by patients with cochlear implants. *Audiology Online*, *22*.

Shafiro, V., Gygi, B., Cheng, M.-Y., Vachhani, J., & Mulvey, M. (2011). Perception of environmental sounds by experienced cochlear implant patients. *Ear and Hearing*, *32*(4), 511–523.

Shafiro, V., Sheft, S., Gygi, B., & Ho, K. T. N. (2012). The influence of environmental sound training on the perception of spectrally degraded speech and environmental sounds. *Trends in Amplification*, *16*(2), 83–101.

Sharma, A., & Campbell, J. (2011). A sensitive period for cochlear implantation in deaf children. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, *24*(S1), 151–153.

Sharma, A., & Dorman, M. F. (2006). Central auditory development in children with cochlear implants: Clinical implications. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, *64*, 66–88.

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*(6), 532–539.

Sharma, A., Nash, A. A., & Dorman, M. F. (2009). Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, *42*(4), 272–279.

Siegel, L. S., Saigal, S., Rosenbaum, P., Morton, R. A., Young, A., Berenbaum, S., & Stoskopf, B. (1982). Predictors of development in preterm and full-term infants: A model for detecting the at risk child. *Journal of Pediatric Psychology*, *7*(2), 135–148.

Smith, B. K. (1995). PsiExp: An environment for psychoacoustic experimentation using the IRCAM musical workstation. In D. Wessel (Ed.), *Society for Music Perception and Cognition conference* (pp. 83–84). Berkeley, CA: University of California Press.

Snedeker, J., & Gleitman, L. (2004). Why it is hard to label our concepts. In G. Hall & S. Waxman (Eds.), *Weaving a Lexicon* (MIT Press., pp. 257–294). Cambridge, MA.

Sorkin, D. L., & Zwolan, T. A. (2004). Trends in educational services for children with cochlear implants. *International Congress Series, 1273,* 417–421.

Spahr, A. J., Dorman, M. F., & Loiselle, L. H. (2007). Performance of patients using different cochlear implant systems: effects of input dynamic range. *Ear and Hearing*, *28*(2), 260–275.

Sparrow, S., Balla, D., & Cicchetti, D. (1984). *Vineland Adaptative Behavioral Scales*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.

Spencer, L. J., & Tomblin, J. B. (2006). Speech production and spoken language development of children using "Total Communication". In P. E. Spencer & M. Marschark (Eds.),

Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children (pp. 166–192). Oxford: Oxford University Press.

Spencer, P. E. (2000). Looking without listening: Is audition a prerequisite for normal development of visual attention during infancy? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*(4), 291–302.

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*(4), 395–412.

Spencer, P. E., Bodner-Johnson, B. A., & Gutfreund, M. (1992). Interacting with infants with a hearing loss: What can we learn from mothers who are deaf? *Journal of Early Intervention*, *16*(1), 64–78.

Spencer, P. E., & Marschark, M. (2003). Cochlear Implants: Issues and Implications. In M. Marschark & P. E. Spencer (Eds.), *Deaf studies, Language and Education* (pp. 434–450). New York: Oxford University Press.

Storch, S. A., & Whitehurst, G. J. (2001). The role of family and home in the literacy development of children from low-income backgrounds. *New Directions for Child and Adolescent Development*, (92), 53–71.

Surowiecki, V. N., Sarant, J. Z., Maruff, P., Blamey, P. J., Busby, P. A., & Clark, G. M. (2002). Cognitive processing in children using cochlear implants: the relationship between visual memory, attention, and executive functions and developing language skills. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *111*, 119–126.

Svirsky, M. A. (2000). Language development in children with profound and prelingual hearing loss, without cochlear implants. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, *185*, 99–100.

Svirsky, M. A., Robbins, A. M., Kirk, K. I., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological Science*, *11*(2), 153–158.

Swisher, M. V. (2000). Learning to converse: How deaf mothers support the development of attention and conversational skills in their young children. In P. E. Spencer, C. J. Erting, & M. Marschark (Eds.), *The deaf child in the family and at school, Essays in honor of Kathryn P. Meadow-Orlans*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Szagun, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants: A developmental psycholinguistic approach. *Audiology & Neuro-Otology*, *5*(1), 39–47.

Szagun, G. (2008). The Younger the Better? Variability in Language Development of Young German-speaking Children with Cochlear Implants. In T. Marinis, A. Papangeli, & V. Stojanovik (Eds.), *Proceedings of the Child Language Seminar 2007 – 30th Aniversary* (pp. 183–194). University of Reading.
http://www.reading.ac.uk:80/cls/about/news/cls-2007-proceedings.asp

T

Tait, M. (1993). Video analysis: A method of assessing changes in preverbal and early linguistic communication after cochlear implantation. *Ear and Hearing*, *14*(6), 378–389.

Tait, M., De Raeve, L., & Nikolopoulos, T. P. (2007). Deaf children with cochlear implants before the age of 1 year: Comparison of preverbal communication with normally hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *71*(10), 1605–1611.

Tait, M., Lutman, M., & Robinson, K. (2000). Preimplant measures of preverbal communicative behavior as predictors of cochlear implant outcomes in children. *Ear and Hearing*, *21*(1), 18–24.

Tait, M., Nikolopoulos, T. P., De Raeve, L., Johnson, S., Datta, G., Karltorp, E., … Frijns, J. H. M. (2010). Bilateral versus unilateral cochlear implantation in young children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *74*(2), 206–211.

Tait, M., Nikolopoulos, T. P., & Lutman, M. (2007). Age at implantation and development of vocal and auditory preverbal skills in implanted deaf children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *71*(4), 603–610.

Taitelbaum-Swead, R., Kishon-Rabin, L., Kaplan-Neeman, R., Muchnik, C., Kronenberg, J., & Hildesheimer, M. (2005). Speech perception of children using Nucleus, Clarion or Med-El cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *69*(12), 1675–1683.

Tasker, S. L., Nowakowski, M. E., & Schmidt, L. A. (2010). Joint Attention and Social Competence in Deaf Children with Cochlear Implants. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, *22*(5), 509–532.

The Ear Foundation. (2004). Nottingham Early Assessment Package (NEAP). Nottingham.

Tien, H.-C., & Linthicum, F. H. (2002). Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 127*(4), 260–264.

Tobey, E. A. (2010, February 16). *The changing landscape of pediatric cochlear implantation: Outcomes influence eligibility criteria. The ASHA Leader*.

Tobey, E. A., Geers, A. E., Brenner, C., Altuna, D., & Gabbert, G. (2003). Factors associated with development of speech production skills in children implanted by age five. *Ear and Hearing*, *24*, 36–45.

Tobey, E. A., Geers, A. E., Sundarrajan, M., & Lane, J. (2011). Factors Influencing Elementary and High-School Aged Cochlear Implant Users. *Ear & Hearing*, *32*(1), 27S–38S.

Tobey, E. A., Rekart, D., Buckley, K., & Geers, A. E. (2004). Mode of communication and classroom placement impact on speech intelligibility. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, *130*(5), 639–643.

Tobey, E. A., Thal, D. J., Niparko, J. K., Eisenberg, L. S., Quittner, A. L., & Wang, N.-Y. (2013). Influence of implantation age on school-age language performance in pediatric cochlear implant users. *International Journal of Audiology*, *52*(4), 219–229.

Tomasello, M., & Farrar, M. J. (1986). Joint attention and early language. *Child Development*, *57*, 1454–1463.

Tomblin, J. B., Barker, B. A., & Hubbs, S. (2007). Developmental constraints on language development in children with cochlear implants. *International Journal of Audiology*, *46*(9), 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*(4), 853–867.

Tourrette, C. (1994). Compétence cognitive et compétence sociale dans la petite enfance : Qu'en est-il des différences individuelles ? *European Review of Applied Psychology*, *44*(4), 289–298.

Tourrette, C. (1997). La psychologie du développement: une discipline dynamique. In D. Josse (Ed.), *Brunet-Lézine Révisé, Manuel* (pp. 11–42). Paris : EAP.

Truy, E., & Lina, G. (2003). Implantation cochléaire de l'enfant. Technologie, bilan médical et sélection des candidats, réhabilitation. *Archives de Pédiatrie*, *10*, 554–564.

Tucker, B. P. (1998). Deaf culture, cochlear implants, and elective disability. *The Hastings Center Report*, *28*(4), 6–14.

Turnbull, A. P., Turbiville, V., & Turnbull, H. R. (2000). Evolution of Family-Professional Partnerships: Collective Empowerment as the Model for the Early Twenty-First Century. In J. . Shonkoff & M. S.L. (Eds.), *The handbook of early childhood intervention* (2nd ed., pp. 630–650). New York: Cambridge University Press.

Tyler, R. S., Fryauf-Bertschy, H., Kelsay, D. M. R., Gantz, B. J., Woodworth, G. G., & Parkinson, A. (1997). Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, *117*(3), 180–187.

U

Uziel, A., Dejean, Y., Reuillard-Artieres, F., Mondain, M., Sillon, M., & Vieu, A. (1992). Implantation cochléaire chez l'enfant sourd. *Bulletin d'Audiophonologie*, *9*, 401–412.

Uziel, A., Sillon, M., Vieu, A., Artières, F., Piron, J.-P., Daures, J.-P., & Mondain, M. (2007). Ten-year follow-up of a consecutive series of children with multichannel cochlear implants. *Otology & Neurotology*, *28*(5), 615–628.

V

Valle, A. (2010). Environmental Sound Synthesis, Processing, and Retrieval. *EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing*, *2010*, 1–3.

Vasseur, R. (2000). Importance des aspects biomécaniques et des points d'appui posturaux dans la genèse de l'axe corporel. *Enfance*, *53*(3), 221–233.

Veneziano, E. (2000). Interaction, conversation et acquisition du langage dans les trois premières années. In M. Kail & M. Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage: Le langage en émergence de la naissance à trois ans* (1ère éd., pp. 232–265). Paris : PUF.

Virole. (2004). Le bilinguisme aujourd'hui et demain. In A. Gorouben & B. Virole (Eds.), *Actes de la journée d'études et de recherches sur la surdité du 23 novembre 2003, Groupe d'étude et de recherche sur la surdité*. Paris: CTNERHI.

W

Waltzman, S. B., Cohen, N. L., Gomolin, R. H., Green, J. E., Shapiro, W., Hoffman, R. A., & Roland, J. T. (1997). Open-set speech perception in congenitally deaf children using cochlear implants. *The American Journal of Otology*, *18*(3), 342–349.

Waltzman, S. B., Cohen, N. L., Green, J., & Roland, J. T. (2002). Long-term effects of cochlear implants in children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, *126*(5), 505–511.

Waltzman, S. B., & Roland, J. T. (2005). Cochlear implantation in children younger than 12 months. *Pediatrics*, *116*(4), e487–493.

Watkin, P., McCann, D., Law, C., Mullee, M., Petrou, S., Stevenson, J., … Kennedy, C. (2007). Language ability in children with permanent hearing impairment: the influence of early management and family participation. *Pediatrics*, *120*(3), e694–701.

Wauquier, S. (2006). Du son au sens : acquérir ou apprendre la phonologie ? *Recherches Linguistiques de Vincennes*, *35*, 5–30.

Werner, H., & Kaplan, B. (1963). *Symbol formation*. New York: Wiley.

Wilson, B. S., & Dorman, M. F. (2008a). Cochlear implants: A remarkable past and a brilliant future. *Hearing Research*, *242*(1-2), 3–21.

Wilson, B. S., & Dorman, M. F. (2008b). Cochlear implants: Current designs and future possibilities. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, *45*(5), 695–730.

Wilson, S. M., Saygin, A. P., Sereno, M. I., & Iacoboni, M. (2004). Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nature Neuroscience*, *7*(7), 701–702.

Wittmann, H. (1991). Classification linguistique des langues signées non vocalement. *Revue Québécoise de Linguistique Théorique et Appliquée*, *10*(1), 215–288.

Wolfe, J., Schafer, E. C., John, A., & Hudson, M. (2011). The effect of front-end processing on cochlear implant performance of children. *Otology & Neurotology*, *32*(4), 533–538.

Woodward, S. C., & Guidozzi, F. (1992). Intrauterine rhythm and blues? *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, *99*(10), 787–790.

Y

Yoshinaga-Itano, C. (2002). Cochlear implantation below 12 months of age: Challenges and considerations. *Antwerp Papers in Linguistics*, *102*, 61–76.

Yoshinaga-Itano, C. (2003). From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *8*(1), 11–30.

Yoshinaga-Itano, C. (2006). Early identification, communication modality, and the development of speech and spoken language skills: patterns and considerations. In P. E.

Spencer & M. Marschark (Eds.), *Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children* (pp. 298–327). Oxford: Oxford University Press.

Yoshinaga-Itano, C., Sedey, A. L., Coulter, D. K., & Mehl, A. L. (1998). Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*, *102*(5), 1161–1171.

Young, G. A., & Killen, D. H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, *111*(9), 802–810.

Young, N. M. (2002). Infant cochlear implantation and anesthetic risk. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *189*, 49–51.

Z

Zekveld, A. A., Deijen, J. B., Goverts, S. T., & Kramer, S. E. (2007). The relationship between nonverbal cognitive functions and hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(1), 74–82.

Zimmerman-Phillips, S., Robbins, A. M., & Osberger, M. J. (2000). Assessing cochlear implant benefit in very young children. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *185*, 42–43.

Zwolan, T. A., Zimmerman-Phillips, S., Ashbaugh, C. J., Hieber, S. J., Kileny, P. R., & Telian, S. A. (1997). Cochlear Implantation of Children with Minimal Open-Set Speech Recognition Skills. *Ear and Hearing*, *18*(3), 240–251.

Table des figures

FIGURES Chapitre 1

Figure 1. L'oreille humaine. 23
Figure 2. Arbre décisionnel pour la classification des surdités, issu de Mondain et al. (2005). 25
Figure 3. Partie externe de l'implant cochléaire. 27
Figure 4. Schéma adapté de Gates et Miyamoto (2003). 28

FIGURES Chapitre 2

Figure 5. Scores au CAP obtenus dans l'étude de De Raeve (2010) à gauche, et dans l'étude de Martines et al. (2013). Graphiques extraits des articles correspondants. 54
Figure 6. Structure développementale de l'ECSP (issu de Guidetti & Tourrette, 2009). 87
Figure 7. Participant lors des pré-tests. 90
Figure 8. Consigne indiquée sur l'écran d'ordinateur. 90
Figure 9. Echelle de type Likert pour juger de la familiarité des sons. 91
Figure 10. Interface expérimentale pour la tâche de jugement de typicalité programmée avec PsiExp (Smith, 1995). 91
Figure 11. Pièce à l'UPIC où se sont déroulées les observations: tapis et petite table. 93
Figure 12. Exemple de jouets issus du matériel du Brunet-Lézine Révisé (Josse, 1997). 94
Figure 13. Situation d'interaction avec un objet social. 95
Figure 14. Pièce Sonore. 96
Figure 15. Evolution des âges de développement global des enfants de notre cohorte obtenus au BL-R, en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation 110
Figure 16. Corrélation entre l'âge à l'activation et le QDG obtenu par les enfants 3 mois post-activation. 111
Figure 17. Evolution des âges de développement postural des enfants de notre cohorte obtenus au BL-R, en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. 113
Figure 18. Evolution du retard postural présenté par les enfants de notre cohorte en fonction du temps. 114
Figure 19. Evolution des âges de développement pour la coordination oculo-manuelle (obtenus au BL-R) des enfants de notre cohorte en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. 116

Figure 20. Evolution des âges de développement langagier des enfants en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. 118
Figure 21. Evolution du langage oral pour chaque enfant au cours du temps. 120
Figure 22. Evolution des âges de développement social des enfants de notre cohorte en comparaison avec la norme, du bilan pré-implant à 12 mois post-activation. 125
Figure 23. Corrélation entre l'âge à l'activation de l'implant et le nombre de sons détectés à 12 mois post-activation. 147
Figure 24. Pourcentage de sons détectés en fonction de deux paramètres. 152
Figure 25. Pourcentage de sons détectés par les enfants de notre échantillon à chaque temps 152
Figure 26. Pourcentage de sons détectés par les enfants de par catégorie sémantique a priori 153

Figure 27. Corrélation entre l'amélioration du langage observée entre T1 et T5 et le score de participation familiale obtenu à T1. 160

FIGURES Chapitre 3

Figure 28. Matériel utilisé pour évaluer les fonction cognitives issu de la NEPSY (Korkman et al., 2003). 222
Figure 29. Deux planches extraites de l'EVIP (Dunn & al., 1993). 227
Figure 30. Pourcentage d'identification global par son, en distinguant les identifications correctes (justes) des identifications partielles. 238
Figure 31. Répartition par type d'identifications par catégories a priori de sons : non identifiés, confondus, identifiés de manière partielle. 238
Figure 32. Scores de langage en réception exprimés en termes de retard par rapport à l'âge chronologique des enfants. 240
Figure 33. Scores de langage en réception (lexique et syntaxe) pour chaque participant, exprimés en termes d'avance et de retard, en fonction de l'âge de passation. 240
Figure 34. Résultats moyens obtenus aux différentes tâches cognitives pour les enfants sourds de notre population (n=26). 243
Figure 35. Profils médians des enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves planification, attention visuelle et mémoire visuell. 244
Figure 36. Résultats (en Notes Standard, NS) pour les épreuves de planification, de mémoire visuelle et d'attention visuelle, pour les deux sous-groupes. 245
Figure 37. Profils des enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves mémoire auditivo-visuelle et mémoire narrative 246
Figure 38. Matrice de corrélations entre les variables prises en compte dans notre étude. 248
Figure 39. Relations entre capacités cognitives non verbales et résultats post-implantation. 253

Table des Tableaux

TABLEAUX Chapitre 1

Pas de tableau dans ce chapitre

TABLEAUX Chapitre 2

Tableau 1. Grandes étapes du développement postural et moteur 47
Tableau 2. Echelle du CAP-score 53
Tableau 3. Grandes étapes de l'acquisition du langage oral 57
Tableau 4. Pourcentages d'enfants de la population d'étalonnage ayant réussi, pour chaque âge, les items d'autonomie issus du Brunet-Lézine Révisé 69
Tableau 5. Evaluations longitudinales réalisées au cours du recueil de données 71
Tableau 6. Âges des participants à chaque temps de la longitudinale 73
Tableau 7. Catégories socio-professionnelles (CITP-08) 74
Tableau 8. Nbre maximum de personnes à la maison 76
Tableau 9. Scolarisation des enfants à chacun des temps 77
Tableau 10. Modes de communication employés par les familles 77
Tableau 11. Données démographiques : tableau récapitulatif descriptif 79
Tableau 12. Données anamnestiques 82
Tableau 13. Données anamnestiques 83
Tableau 14. Données démographiques pour le groupe contrôle 84
Tableau 15. Correspondance entre les niveaux développementaux proposés dans l'ECSP et les âges attendus de leur développement 87
Tableau 16. Catégories a priori 89
Tableau 17. Sons non-linguistiques choisis pour la « Pièce Sonore » 92
Tableau 18. Suivi de la cohorte d'enfants sourds 97
Tableau 19. Organisation des inclusions pour les enfants du groupe contrôle 98
Tableau 20. Valeurs des Kappas de Cohen items de l'ECSP 106
Tableau 21. QDG obtenus par les enfants de notre échantillon en langue orale seule 111

Tableau 22. QDC oculo-manuelle des enfants de notre échantillon 116
Tableau 23. QD L obtenus par les enfants de notre échantillon 121
Tableau 24. Proportion d'amélioration du langage oral 122
Tableau 25. Amélioration des compétences langagières en nombre de mois gagnés 123
Tableau 26. Développement langagier de la population d'étalonnage du BL-R 123
Tableau 27. Corrélations de Spearman entre les QDS et les QDL 128
Tableau 28. Niveau théorique attendu pour chaque tranche d'âge à l'ECSP et niveaux moyens obtenus par la population d'étalonnage 129
Tableau 29. Niveaux moyens obtenus par les enfants de notre cohorte à chaque temps 130
Tableau 30. Niveaux obtenus par les enfants pour la série RIS 132
Tableau 31. Niveaux obtenus par les enfants pour la série IIS 132
Tableau 32. Niveaux obtenus par les enfants pour la série MIS 133
Tableau 33. Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle d'IS 133
Tableau 34. Niveaux obtenus par les enfants pour la série RAC 136
Tableau 35. Niveaux obtenus par les enfants pour la série IAC 137
Tableau 36. Niveaux obtenus par les enfants pour la série MAC 137
Tableau 37. Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle d'AC 137
Tableau 38. Niveaux d'AC obtenus par les enfants de notre cohorte à T2, ainsi que par la population d'étalonnage et norme théorique 138
Tableau 39. Niveaux obtenus par les enfants pour la série RRC 140
Tableau 40. Niveaux obtenus par les enfants pour la série IRC 140
Tableau 41. Niveaux optimal et moyen obtenus par chaque enfant pour l'échelle de RC 140
Tableau 42. Moyenne des niveaux obtenus par les 7 enfants de notre cohorte 142
Tableau 43. Moyennes (et écarts-types) de sons détectés et localisés pour le groupe contrôle 143
Tableau 44. Corrélation par rangs de Spearman entre l'âge réel des enfants et le nombre de sons détectés et localisés 144
Tableau 45. Nombre de sons du quotidien détectés et localisés par les enfants entendants de notre groupe contrôle 145
Tableau 46. Nombre de sujets ayant détecté et localisé chaque son 145
Tableau 47. Nombre moyen (et écart-type) de sons détectés et localisés, en fonction de leur catégorie sémantique d'appartenance 146
Tableau 48. Nombre de sons du quotidien détectés et localisés par les enfants implantés 148
Tableau 49. Comparaison du nombre de sons perçus à chaque temps 148
Tableau 50. Tps d'observation où chaque son a été détecté pour la première fois 149
Tableau 51. Nombre de sujets ayant détecté et localisé chacun des 18 sons à chaque temps 150
Tableau 52. Paramètres acoustiques des sons 151

Tableau 53. Nombre moyen (et écart-type) de sons détectés par les enfants entendants du groupe contrôle et les enfants sourds implantés de notre échantillon, et comparaison des deux scores à chaque temps 154
Tableau 54. Nombre de réactions émotionnelles aux sons, notées par temps et par enfant 155
Tableau 55. Récapitulatif des valeurs de significativité obtenues au test de Wilcoxon réalisé sur les AD du BL-R, les niveaux moyens à l'ECSP et le nombre d'occurrences de sons détectés et localisés à la Pièce Sonore 156
Tableau 56. Matrice de corrélations par rangs de Spearman entre les échelles de chaque test à T1 157
Tableau 57. Matrice de corrélations par rangs de Spearman entre les échelles de chaque test à T5 158
Tableau 58. Scores obtenus par les familles des enfants de notre cohorte à l'échelle de participation familiale 160

TABLEAUX Chapitre 3

Tableau 59. Pourcentage d'enfants sourds implantés par type d'intelligibilité obtenus à la SIR 200
Tableau 60. Modes de communication avant et après implantation 211
Tableau 61. Statistiques descriptives de notre population 212
Tableau 62. Types de processeurs utilisés par les sujets de notre population 213
Tableau 63. Données démographiques: tableau de fréquences récapitulatif 214
Tableau 64. Données anamnestiques: tableau de fréquences récapitulatif 215
Tableau 65. Données anamnestiques: statistiques descriptives 216
Tableau 66. Stimuli proposés à l'écoute aux participants selon les catégories a priori 219
Tableau 67. Echelle de la SIR 221
Tableau 68. Grille de codage des productions des participants lors de la dénomination des sons 231
Tableax 69. Exemples d'identifications acceptées comme justes, « son proche » et confusions 233
Tableau 70. Résultats obtenus aux épreuves perceptives par les enfants de notre échantillon 236
Tableau 71. Scores de langage en réception d'enfants implantés âgés de 6 à 10 ans 239
Tableau 72. Notes médianes obtenues aux tests cognitifs 242
Tableau 73. Résultats médians (en Notes Standard, NS) pour les épreuves cognitives verbales 246
Tableau 74. Corrélations significatives entre les variables cognitives verbales et les scores obtenus par les enfants de notre échantillon 250
Tableau 75. Notes médianes obtenues par les enfants de notre échantillon divisé en deux sous-groupes, pour les épreuves Planification,

Attention Visuelle et Mémoire Visuelle (Méthode de Ward) *252*
Tableau 76. Scores médians significativement différents en fonction de l'âge à l'activation *255*
Tableau 77. Scores médians significativement différents en fonction du genre *256*
Tableau 78. Scores médians et intervalles interquartile pour les épreuves perceptives et langagières significativement différentes en fonction du mode de communication familial pré-implant *257*
Tableau 79. Corrélations entre la variable participation familiale et les scores obtenus par les enfants *258*
Tableau 80. Scores médians et intervalles interquartiles pour les épreuves perceptives et langagières en fonction du niveau de participation familiale *259*