

ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT PHONOLOGIQUE DE L'ENFANT SOURD PORTEUR D'IMPLANT(S) COCHLÉAIRE(S)

Marie-Sophie Dardenne¹
en collaboration avec Brigitte Lejeune &
Christelle Maillart
Université de Liège

Résumé

Cette étude évalue la production phonologique de 15 enfants francophones porteurs d'un implant cochléaire (IC), comparés à un groupe-contrôle de 15 enfants normo-entendants (NE) de même âge auditif. Une dénomination d'images, une répétition de mots et de phrases leur sont proposées. Les résultats montrent que, malgré une bonne intelligibilité, les enfants IC obtiennent des performances inférieures à celles des enfants contrôles sans influence de l'âge. En outre, la tâche de répétition de phrases se révèle particulièrement sensible aux difficultés phonologiques des enfants IC. Enfin, les enfants IC réduisent davantage le groupe consonantique, substituent les phonèmes postérieurs et omettent plus souvent les phonèmes en position finale que le groupe-contrôle.

Mots-clés

Développement phonologique, déficience auditive, implant cochléaire, erreurs phonologiques, langue française.

¹ Ce mémoire a été présenté en juin 2017 sous la supervision de B. Lejeune et C. Maillart (U. Liège).

Introduction

Peu d'études récentes et francophones (Bouchard, Le Normand, & Cohen, 2007 ; Calmes et al., 2004 ; Montag, AuBuchon, Pisoni, & Kronenberger, 2014) portent sur la production des sons de la parole chez l'enfant implanté. Les bénéfices de l'implant cochléaire sont maintenant connus sur les plans langagier, cognitif et social, et sont d'autant plus importants lorsque l'implantation est précoce (Dettman et al., 2016). Comment l'enfant présentant une déficience auditive et implanté précocement développe-t-il alors ses représentations phonologiques ? Ses productions sont-elles semblables à celles d'un enfant entendant ou présentent-elles des spécificités ? L'objectif de cette étude, issue d'un mémoire (Dardenne, 2017) est d'apporter des données francophones au sujet de la production phonologique chez les enfants sourds porteurs d'un ou deux implants cochléaires (enfants IC) et de comparer leurs productions avec celles d'un groupe-contrôle composé d'enfants normo-entendants (enfants NE). Cette comparaison tient compte de l'âge auditif de l'enfant implanté et non pas de son âge chronologique. Ainsi, les deux groupes bénéficient de la même durée d'expérience auditive.

1. Revue de la littérature

1.1. Le versant perceptif

Bien que l'étude ne porte pas sur le versant perceptif, celui-ci intervient car nous ne pouvons pas produire (ou répéter) un phonème, un mot, une phrase que nous n'avons pas perçus. Bouchard et son équipe mettent en évidence la complexité de ce traitement, qui peut difficilement être totalement comblé par la mise en place de l'implant cochléaire. En effet, « toutes les nuances de sons perçues par les 16 000 cellules ciliées de l'oreille humaine ne peuvent être complètement remplacées par un processeur connecté à seulement quelques électrodes (maximum 22). Une certaine "qualité" de la parole est indéniablement perdue » (Bouchard, Ouellet, & Cohen, 2009, p. 4). Les études portant sur ce versant sont nombreuses alors que celles traitant de la production de la parole sont très peu présentes.

1.2. L'âge auditif

Le recours à un âge corrigé est une pratique fréquente pour affiner les comparaisons, comme par exemple, l'âge de lecture pour le langage écrit ou l'âge linguistique pour les enfants présentant un trouble développemental du langage. En surdité, la littérature s'est également penchée sur ce type de données. Ainsi, Spencer et Guo (2012) suggèrent de tenir compte de la « durée d'expérience auditive » et la calcule à partir de l'âge d'implantation plutôt que la date de naissance de l'enfant (calcul de l'âge chronologique). En 2012, ces auteurs testent les productions de 32 enfants IC anglophones, implantés avant 2;6 ans, à différents moments (de 1 an à 6 ans d'âge auditif) en évaluant les enfants sur la base d'un échantillon de langage, mais aussi à l'aide d'un test d'articulation standardisé sous forme de dénomination d'images. Les enfants IC sont alors comparés à une norme. Les résultats montrent que le répertoire consonantique s'enrichit considérablement entre 3 et 4 ans après l'implantation alors que le nombre d'erreurs d'omissions résistent. Cette résistance indique que l'enfant sourd a besoin de « plus de temps pour affiner ses représentations phonologiques » (Spencer & Guo, 2012, p. 107). La différence significative entre l'âge auditif et l'âge chronologique est présente avant 5 ans d'expérience auditive, ce qui justifie le recours à cette mesure avant « cette frontière ». Pour d'autres auteurs, l'âge d'implantation joue un rôle. Faes, Gillis et Gillis (2016) et Fulcher, Baker, Purcell et Munro (2014) défendent l'idée selon laquelle, en prenant en compte l'âge chronologique, l'enfant sourd est capable d'obtenir les mêmes résultats que l'enfant entendant pour autant que l'âge d'implantation soit précoce (avant 18 mois). Pour d'autres (Flipsen & Golvard, 2006 ; Flipsen & Parker, 2008 ; Tobey, Geers, Brenner, Altuna, & Gabbert, 2003), un décalage reste présent avant 5 ans, même en tenant compte de l'âge auditif.

1.3. Développement phonologique

La précision consonantique a fait l'objet de peu de travaux. De nombreux chercheurs (Ertmer & Goffman, 2011 ; Ertmer et al., 2012) n'étudient que le développement phonologique des jeunes enfants IC (moins de deux à trois ans d'expérience auditive) en se penchant, notamment, sur le babillage du jeune enfant

sourd implanté (Ertmer & Jung, 2011 ; Fagan, 2015 ; Moreno-Torres & Torres, 2008). D'après ces études, l'apparition du babillage canonique est retardée chez l'enfant sourd implanté avant 3 ans, en tenant compte de l'âge chronologique (Sallas-Provence, Spencer, Nicholas, & Tobey, 2014) mais similaire à l'enfant NE en tenant compte de l'âge auditif (Ertmer & Jung, 2011). Selon cette dernière étude testant 13 jeunes IC implantés entre 8 mois et 3 ans, le babillage canonique apparaît après 6 mois d'âge auditif alors que les formes plus avancées de vocalisations apparaissent après 9 mois d'âge auditif.

Pour les enfants IC plus âgés, peu d'études (en français : Montag et al., 2014 ; en anglais : Tobey et al., 2003 ; Tomblin, Peng, Spencer, & Lu, 2008) évaluent leurs productions phonologiques et celles-ci présentent des biais méthodologiques ; soit l'étude ne comporte pas de groupe-contrôle (Tomblin et al., 2008), soit l'étendue de l'âge d'implantation est trop large (Montag et al., 2014 ; Tobey et al., 2003). Il semblerait toutefois que l'intelligibilité s'améliore bien après 5 ans d'âge auditif (tant en anglais qu'en français) et que la différence d'intelligibilité entre les IC et NE peut longtemps persister même en tenant compte de l'âge auditif (Montag et al., 2014).

Plusieurs équipes mettent en avant une lenteur du développement phonologique chez l'enfant IC, même en tenant compte de l'âge auditif (Blamey, Barry, & Jacq, 2001 ; Chin, 2003 ; Spencer & Guo, 2012 ; Warner-Czyz, Davis, & Macneilage, 2010). Dans une étude longitudinale (Warner-Czyz & Davis, 2008), l'enfant NE est 3 fois plus précis dans une tâche de langage spontané que l'enfant IC à un moment *t* et 7 fois plus, 6 mois plus tard. À court terme, l'enfant normo-entendant évolue donc plus rapidement en termes de précision phonologique que l'enfant IC.

L'analyse des erreurs réalisée par Buhler, DeThomasis, Chute et DeCora (2007) à partir des productions dans une épreuve de dénomination d'images (GFTA) chez 5 enfants IC dont l'âge moyen auditif est de 4;7 ans et dont l'âge d'implantation est inférieur à 3 ans met en évidence des patterns atypiques (suppressions en position initiale, postériorisations, etc.). Toutefois les erreurs deviennent développementales (même si elles sont plus fréquentes) lorsqu'ils prennent en considération l'âge auditif. Un an plus tard, une autre étude (Flipsen & Parker, 2008) confirme ces résultats sur la base d'un échantillon de langage. Qualitativement, selon Spencer et Guo

(2012), la position du phonème dans le mot ainsi que le temps influencent les erreurs ; les enfants implantés, tout comme les enfants entendants, commettent plus d'erreurs de substitutions en position initiale alors que les omissions sont plus fréquentes en position finale, ces erreurs diminuant avec le temps.

1.4. Objectifs de l'étude

Cette étude poursuit deux objectifs ; d'une part, fournir des données francophones sur la précision phonologique des consonnes (l'intelligibilité) des enfants sourds profonds bilatéraux porteurs d'un ou deux implants cochléaires et de comparer les résultats à une population contrôle d'enfants entendants, et d'autre part, analyser des erreurs afin de voir si celles-ci varient d'un groupe à l'autre en fonction de l'âge.

2. Méthode

2.1. Population

L'étude se compose de deux groupes d'enfants (IC et NE) âgés de 2 à 11 ans, appariés, deux à deux, en tenant compte de l'âge auditif, du sexe et du statut socioéconomique de la mère (niveau d'étude). Trente enfants ont participé à l'étude : 15 enfants normo-entendants et 15 enfants sourds présentant une surdité congénitale profonde bilatérale et porteurs d'un ou deux implants cochléaires. Huit d'entre eux ont bénéficié d'une implantation avant l'âge de 2 ans et 7 autres entre 2 et 3 ans (l'âge moyen d'implantation est de 1;9 ans). Tous les enfants sourds sont suivis au Centre médical d'audiophonologie (CMAP) à Montegnée (Belgique). L'appariement des enfants a pris en compte l'âge auditif, à plus ou moins 3 mois, plutôt que l'âge réel, chronologique des enfants sourds. Le test t pour échantillons appariés montre que l'appariement est bon ($t_{\text{obs}} = -1.00$, $p = .334$). Le jour de l'activation de l'implant a été pris comme référence pour calculer l'âge de l'enfant implanté plutôt que sa date de naissance. Rappelons que ce critère est utile afin que les deux populations bénéficient de la même durée d'exposition auditive à la

langue. Les caractéristiques générales de l'échantillon sont reprises dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques générales des participants

Groupe		IC (n = 15)	NE (n = 15)
Sexe	Garçons	8	8
	Filles	7	7
Statut socioéconomique (SES)	Niveau secondaire inférieur	1	1
	Niveau secondaire supérieur	5	5
	Graduat	9	9
Âge auditif	Moyenne	6;10 ans	6;10 ans
	Écart-type	2;6 ans	2;6 ans
Âge d'implantation	Moyenne	1;9 ans	/
	Écart-type	7 mois	/

Note. IC, implants cochléaires - NE, normo-entendants.

2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour être inclus dans le groupe d'enfants avec une déficience auditive, les enfants devaient présenter une surdité congénitale bénéficiant d'un ou deux implants cochléaires et avoir le français comme langue maternelle. Ces enfants devaient communiquer oralement et ne présenter aucun trouble associé à la surdité (absence de trouble d'apprentissages, de trouble spécifique du langage et de trouble intellectuel ou moteur).

Au sein du groupe « normo-entendants », les enfants devaient parler exclusivement le français et présenter un développement normal selon les parents et les enseignants. Une audiométrie tonale a été administrée à ce groupe-contrôle afin de s'assurer de l'intégralité de leur système auditif périphérique. Seuls les enfants dont le système auditif périphérique est préservé ont été gardés dans l'échantillon. Les enfants entendants ont été recrutés en respectant les critères d'appariement avec les enfants IC. Ensuite, une lettre d'information et une demande de consentement, validées par le Comité d'éthique, ont été transmises aux parents des enfants sélectionnés.

2.3. Matériel

Pour tester le versant productif de la phonologie, l'adaptation francophone (Vaucel, 2013) de la batterie québécoise de MacLeod, Sutton, Trudeau et Thor-dardottir (2011) a été utilisée. Elle présente plusieurs avantages. Tout d'abord, elle propose les mêmes items dans différents contextes : en production spontanée, en dénomination d'images, en répétition de mots et de phrases. Les auteurs testent chaque consonne du répertoire francophone au minimum deux fois dans les trois positions syllabiques (initiale, médiane, finale). Seules les trois dernières épreuves ont été utilisées. L'épreuve est normalement conçue pour des jeunes entendants âgés de 1;6 ans à 4;4 ans. Cela ne pose pas de problème pour l'analyse étant donné qu'il s'agit d'une épreuve phonologique et non lexicale et qu'un groupe-contrôle est présent. Certaines modifications ont été apportées par une mémorante (Vaucel, 2013) par rapport au test canadien d'origine dans le but de remplacer, d'adapter les mots présentés à la population européenne. La nouvelle version respecte la méthodologie de départ, c'est-à-dire l'utilisation de mots comportant au maximum trois syllabes. 66 mots sont utilisés pour la nouvelle version en français. Toutes les consonnes sont évaluées au moins deux fois au sein de chaque position sauf les semi-consonnes, moins fréquentes dans la langue. Quelques mots comportant des doubles consonnes sont également présents dans le test.

2.4. Procédure

Toute la passation est enregistrée par un appareil performant (ZOOM H4®) et un casque audio de haute qualité (Sennheiser HD 205®) est utilisé afin d'analyser finement les productions.

Un ordre strict est respecté pour la passation des trois tâches : la dénomination d'images est proposée en premier, suivie de la répétition de mots et enfin de la répétition de phrases. Ces deux dernières sont produites par l'examineur. Ainsi, les performances ne sont pas influencées par l'ordre des tâches proposées. La cotation est la même pour les trois tâches, et basée sur la transcription phonétique des productions de l'enfant.

2.5. Analyse

Les données récoltées concernent chaque enfant pris individuellement. Pour évaluer leur production, l'indice de pourcentage de consonnes correctes a été choisi, car il s'agit de l'indice utilisé dans l'étude canadienne et il est fréquemment utilisé pour mesurer la précision consonantique. Nous appliquons la formule la plus complète afin de prendre en compte toutes les transformations. Par exemple, pour le mot « griffe », les substitutions (trif), les omissions (gif), les ajouts (grifr) ainsi que les distorsions (grif) sont calculés. Le calcul est strict et tient compte de la position du phonème au sein du mot. Si l'enfant produit /frig/ à la place de griffe, seul le phonème /r/ est correct, bien que tous les phonèmes soient présents. Différents indices existent. Nous en avons choisi un à la lumière des erreurs produites par les enfants et selon les recommandations de Shriberg, Austin, Lewis, McSweeny et Wilson (1997). Il s'agit du pourcentage de consonnes correctes ajustées (PCC-A). Cet indice distingue les distorsions fréquentes des rares. Nous avons accepté les distorsions (phonèmes produits de manière impure) / s z H j / en les considérant comme fréquentes, alors que toute autre modification est comptée comme fausse. Voici la formule du PCC-A strict :

$$\frac{\text{Nombre de consonnes (C.) correctes}}{\text{Nombre de C. correctes} + \text{C. modifiées} + \text{C. ajoutées} + \text{C. omises}}$$

Les consonnes modifiées correspondent aux substitutions et aux distorsions (autre que /s z H j /).

Les distorsions se définissent par « *le bruit faux, qui se substitue à la consonne ou à la voyelle normalement émise, n'appartenant pas au répertoire phonétique de la langue. C'est le plus souvent une maladresse motrice des organes de la phonation qui est à l'origine de ce type de trouble* » (Brin, Courier, Lederlé, & Masy, 2011, p. 81).

3. Résultats

3.1. Précision phonologique

Notre première question consiste à savoir si le pourcentage de consonnes correctes (PCC) varie d'un groupe à l'autre en fonction de l'âge. Selon nos prédictions, plus l'âge auditif augmente, plus les scores au PCC seront semblables entre les deux groupes. Cette hypothèse correspond à l'effet d'interaction du groupe et de l'âge auditif. Nicholas et Geers (2007) ont montré que les enfants IC rattrapent leur retard à 4;6 ans d'expérience auditive. Notre deuxième question consiste à savoir si les performances entre les groupes varient d'une tâche à l'autre. En d'autres termes, si la présence d'un modèle améliore différemment les productions de l'enfant IC et NE. Cette question correspond à l'effet d'interaction du groupe et des tâches. À notre connaissance, aucune étude n'a porté sur la comparaison de tâches phonologiques. Chez l'enfant entendant, l'effet des tâches est présent dans les recherches de Vance, Stackhouse et Wells en 2005 et dans la revue de la littérature de Kahmi, Catts et Davis (1984, cités par Vaucel, 2013). Les scores en dénomination sont inférieurs à ceux de la répétition de mots, les scores en répétition de phrases sont inférieurs à ceux de la répétition de mots.

Pour répondre à ces questions, l'intelligibilité des enfants, mesurée par le PCC-A, a été comparée selon le statut auditif des enfants (2 groupes IC et NE), l'âge (2-4 ans [$n = 4$], 5-7 ans [$n = 6$], 8-11 ans [$n = 5$]) et les tâches utilisées (dénomination, répétition de mots, répétition de phrases).

Même si les conditions de normalité et d'homogénéité des variances, vérifiées respectivement par le test de Shapiro-Wilk et le test de Levene, ne sont pas toujours respectées, aucun test non paramétrique n'est équivalent aux tests paramétriques nécessaires pour répondre à nos hypothèses. L'ANOVA à mesures répétées est alors utilisée : 2 groupes, 3 groupes d'âge, 3 tâches, cette dernière étant la variable intragroupe.

L'effet d'interaction entre le statut auditif, l'âge et les tâches s'avère non significatif ($F(4,48) = 0.63$, ns), ce qui indique qu'une tâche n'est pas plus difficile en

fonction du statut auditif et de l'âge ou que la différence d'intelligibilité entre les groupes ne change pas en fonction de l'âge et des tâches.

Nous émettions l'hypothèse que l'écart entre les deux groupes (IC et NE) diminuerait avec l'âge. Or, selon les résultats de l'analyse de variance, l'effet d'interaction du statut auditif et de l'âge n'est pas significatif, $F(2,24) = 0.23$, ns. Contrairement à nos prédictions, de manière globale, à travers toutes les tâches, la différence d'intelligibilité entre les groupes n'est pas influencée par l'âge. Néanmoins, la présence d'un effet principal de l'âge, $F(2,24) = 36.29$, $p < .001$ ($\eta^2_{\text{partiel}} = 0.75$), suggère que le PCC-A s'améliore avec l'âge des enfants. Le test de comparaisons de *HSD n différents* nous indique que les enfants plus jeunes (2-4 ans) sont moins intelligibles que les enfants plus âgés (5-7 ans, $p < .001$ et 8-11 ans, $p < .001$) et que les enfants de 5-7 ans sont aussi intelligibles que les enfants âgés de 8-11 ans (ns), (figure 1). Par ailleurs, les scores sont significativement différents entre le groupe IC et le groupe NE, comme nous le montre la présence de l'effet principal du statut auditif, $F(1,24) = 6.43$, $p = .018$ ($\eta^2_{\text{partiel}} = 0.21$), observé sur la figure 2. Cela signifie que l'intelligibilité des enfants IC est inférieure à celles des enfants entendants, quel que soit l'âge.

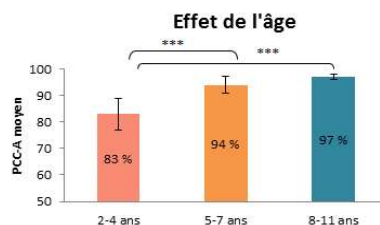


Figure 1. Moyennes des scores du pourcentage de consonnes correctes ajustées (PCC-A) en fonction de l'âge. *** $p < .001$

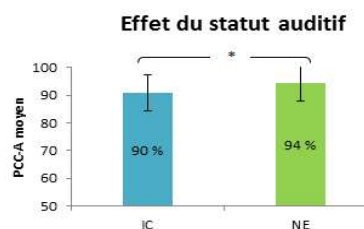


Figure 2. Moyennes des scores du pourcentage de consonnes correctes ajustées (PCC-A) en fonction du statut auditif (IC, Implants cochléaires ; NE, normo-entendants). * $p < .05$

La seconde question ciblait une éventuelle modification des scores de pourcentage de consonnes correctes ajustées (PCC-A) en fonction de la tâche choisie pour l'évaluation et du statut auditif. Les résultats de l'ANOVA confirment la présence d'une interaction significative entre le statut auditif et les tâches, $F(2,48) = 3.51$, $p = .038$ ($\eta^2_{\text{partiel}} = 0.128$). Les scores varient d'un groupe à l'autre et d'une tâche à l'autre, ce qui est montré respectivement par l'effet principal du statut auditif, $F(1,24) = 6.43$, $p = .018$ ($\eta^2_{\text{partiel}} = 0.21$) et par l'effet principal de la tâche, $F(2,48) = 9.40$, $p < .001$ ($\eta^2_{\text{partiel}} = 0.28$). Comme illustré dans la figure 3, le test HSD de Tukey nous indique que seule la répétition de phrases permet de différencier les deux groupes : les scores sont significativement moins bons en répétition de phrases au sein du groupe IC par rapport au groupe NE ($p = .02$). Alors que les performances ne sont pas différentes selon la tâche utilisée pour les enfants NE (ns), les enfants IC sont, quant à eux, moins bons en production de mots-cibles au sein d'une phrase répétée par rapport à ce même mot répété de façon isolée ($p < .001$).

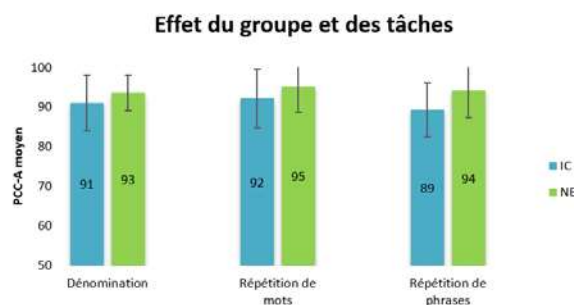


Figure 3. Moyennes des scores du pourcentage de consonnes correctes ajustées (PCC-A) en fonction du statut auditif et des tâches (IC, implants cochléaires ; NE, normo-entendants). * $p < .05$

3.2. Analyse des erreurs

Le nombre d'erreurs commis par les enfants dépend-il du statut auditif (IC vs NE) ? Quatre types d'erreurs, dont l'analyse est recommandée par Flipsen et Parker (2008), sont étudiées : les réductions du groupe consonantique, les omissions des consonnes finales, les substitutions des occlusives vélaires (erreurs de type antériorisations) et les suppressions syllabiques. Il s'agit donc d'étudier l'effet du statut

auditif pour ces quatre types d'erreurs en particulier et ainsi observer si les enfants IC commettent plus d'erreurs que les enfants NE.

Au vu de la petite taille de nos échantillons, le test non paramétrique de Wilcoxon (équivalent du test t pour échantillons appariés) est utilisé. Comme nous pouvons le constater dans la figure 2, sans tenir compte de l'âge ou de la tâche, les erreurs de type omissions en position finale ($p = .018$), de type substitutions des occlusives postérieures ($p = .018$) et les réductions du groupe consonantique ($p = .035$) sont présentes plus fréquemment chez l'enfant IC que chez l'enfant NE. Les erreurs de suppressions syllabiques ne sont pas différentes d'un groupe à l'autre étant donné l'effet plancher de ce type d'erreurs ($p = .36$).

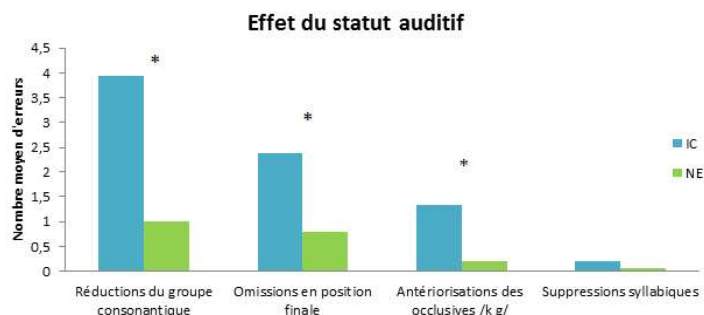


Figure 4. Effet du statut auditif sur le nombre moyen d'erreurs. * $p < .05$

4. Discussion

Cette étude s'intéressait au développement phonologique des enfants implantés (IC) précocement en comparant leurs productions phonologiques à celles d'un groupe d'enfants entendants (NE) appariés par niveau auditif, sexe et niveau socioéconomique des parents.

Nous émettions l'hypothèse que l'écart entre les deux groupes (IC et NE) diminuerait avec l'âge. Or, les résultats nous indiquent que même si les performances s'améliorent avec l'âge chez tous les enfants, les enfants IC présentent une intelligibilité inférieure à celle des enfants contrôles appariés, cette différence entre les groupes n'étant pas influencée par l'âge. Lorsque nous tenons compte de la classi-

fication de Shriberg et Kwiatkowski (1982), une différence d'intelligibilité apparaît entre les 2 groupes pour les enfants de 2 et 4 ans : les jeunes IC ont une intelligibilité moyenne avec un pourcentage de consonnes correctes (PCC) moyen de 82 % (± 6.43), alors que les jeunes enfants NE ont une bonne intelligibilité (PCC moyen de 85 % ± 5.91). Les enfants (IC et NE) plus âgés (âgés de plus de 5 ans) présentent en moyenne, une bonne intelligibilité (supérieure à 90%).

Ces résultats sont consistants en considérant des études évaluant l'intelligibilité à long terme (Montag et al., 2014). En effet, les auteurs testent des participants IC âgés de 7 à 25 ans d'âge auditif. Pour la même tranche d'âge, le pourcentage d'intelligibilité mesuré à l'aide du PCC se situe bien au-delà de 90 %, aussi bien dans leur étude que la nôtre. Dans leur étude, un tiers des participants IC présentaient un score significativement plus faible que celui des NE. Dans notre étude, l'intelligibilité des enfants IC, en tant que groupe, est plus faible que les enfants NE. Notre étude et celle de 2014 semblent montrer que l'intelligibilité s'améliore bien après 4 ans d'âge auditif. Par contre, d'autres (Flipsen & Golvard, 2006 ; Flipsen & Parker, 2008) ont montré que même en tenant compte de la durée d'expérience auditive, les enfants IC restaient moins performants que les paires entendants mais ces chercheurs n'ont pas comparé les résultats à un groupe-contrôle.

Il est intéressant de constater que les scores de pourcentage de consonnes correctes ajustées sont statistiquement différents d'un groupe à l'autre en fonction de la tâche. L'intelligibilité des enfants NE ne varie pas selon qu'elle soit mesurée par une tâche de dénomination de mots, de répétition de mots ou de répétition de phrases. Cette mesure semble donc relativement robuste à la tâche proposée dans cette population. En revanche, chez les enfants IC, la nature de la tâche proposée influence le résultat : les performances obtenues quand le mot à produire se situe en contexte de phrases sont inférieures aux productions en contexte isolé. La présence d'un effet entre les deux groupes uniquement en répétition de phrases signifie que les tâches de dénomination et de répétition de mots ne seraient pas assez sensibles aux difficultés phonologiques des enfants IC, contrairement à la répétition de phrases. Elle suggère que, pour l'évaluation des enfants IC, il est intéressant de prévoir des tâches de répétition en contexte de phrases car cette situation semble plus sensible à la mise en évidence d'éventuelles fragilités phonologiques.

La tâche est donc une variable importante quant à la précision consonantique des enfants IC. Cette observation est confirmée par une autre étude (Ertmer et al., 2012) qui a également obtenu des performances significativement inférieures en comparant la répétition de phrases d'enfants IC âgés de 2 ans (âge auditif) avec les enfants NE. La tâche de répétition de phrases est une épreuve multifactorielle très souvent utilisée chez les enfants présentant des troubles linguistiques. En effet, cette tâche est sensible à la pathologie (Klem et al., 2015).

Par ailleurs, les scores en répétition de mots ne se différencient pas significativement de ceux obtenus en dénomination, quel que soit le groupe. Il ne s'agit donc pas d'une spécificité de l'enfant IC. Aucun des deux groupes n'améliore leur intelligibilité avec la présence d'un modèle auditif. Différentes explications sont possibles. La moyenne d'âge de notre population est élevée (6;10 ans), ce qui pourrait expliquer les scores élevés dès la tâche de dénomination et ainsi l'observation d'une faible amélioration des productions suite à la présence d'un modèle. Enfin, lorsque l'enfant ne produisait pas spontanément le mot-cible en dénomination et que l'aide sémantique n'aboutissait pas à la cible correcte, nous fournissions le modèle (ce qui revient à la tâche de répétition de mots).

En suivant les recommandations de Flipsen et Parker (2008), quatre types d'erreurs sont analysés plus précisément : les réductions du groupe consonantique, les omissions des consonnes finales, les substitutions des occlusives postérieures (antériorisations portant sur le /k g/) et les suppressions syllabiques. Les erreurs d'omissions en position finale, de réductions du groupe consonantique et de substitutions des occlusives postérieures sont présentes plus fréquemment chez l'enfant IC que chez l'enfant NE, indépendamment de l'âge ou de la tâche. Notons que les erreurs de suppressions syllabiques sont peu produites par les deux groupes. Il semblerait donc que les recommandations établies en anglais soient également pertinentes pour la langue française à l'exception des erreurs de type suppressions syllabiques. Plus spécifiquement, la tendance de l'enfant IC à omettre un phonème en situation de double consonne est en lien avec l'étude de Faes et al. (2016). Selon eux, l'effet de la complexité de mots (mots complexes composés d'une double consonne VS mots simples) est plus important chez l'enfant IC que chez l'enfant NE

en tenant compte de l'âge chronologique. Notre étude indique que même en utilisant l'âge auditif, cet effet de complexité a tendance à persister.

Les enfants IC produisent également plus d'erreurs d'omissions en position finale que les enfants NE. Ce constat est cohérent avec l'étude d'Ertmer et al. (2012) qui obtient un développement consonantique en position finale des enfants IC différent de celui des enfants NE. Deux hypothèses sont envisagées. La première est perceptive (Diehl & Redford, 1999, cités par Ertmer et al., 2012), liée au fait que les consonnes en position finale sont moins bien identifiées que les consonnes en position initiale et renvoie alors aux limites perceptives de l'implant cochléaire évoquées par Bouchard et al. (2009). Cependant, ce type d'erreurs n'apparaît pas spécifiquement dans les épreuves de répétition, tâche impliquant le versant perceptif. La deuxième hypothèse émise par les auteurs semble donc plus plausible pour notre échantillon, à savoir la simplification de la structure syllabique. En effet, en omettant la consonne en position finale, les enfants en reviennent à une structure universelle de type consonnes-voyelles (CV), présente dans plus de 55 % des cas en français (Beland, 2001). Il en est de même lorsque les enfants omettent un phonème en situation de double consonne. En ce qui concerne la production des phonèmes postérieurs, des auteurs (Chin, 2003 ; Ertmer et al., 2012 ; Grandon, Vilan, Loevenbruck, Schmerber, & Truy, 2017) ont montré leur maîtrise plus tardive d'un point de vue développemental. Enfin, une dernière analyse a porté sur la suppression syllabique et révèle un effet plancher signifiant que ce type d'erreurs est peu produit au sein des deux groupes. Ces résultats peuvent être mis en lien avec la langue. En langue française, il n'y a pas d'accent tonique fort et les syllabes initiales sont plus saillantes en français qu'en anglais (Parisse & Maillart, 2004). Les suppressions syllabiques peuvent donc apparaître davantage en langue anglaise qu'en langue française, comme le soulèvent des auteurs anglophones (Buhler et al., 2007 ; Flipsen & Parker, 2008).

5. Limites et perspectives

Nos résultats sont à prendre avec précaution. Il faudrait répliquer cette analyse avec un plus grand échantillon d'enfants (notamment âgés de 2 à 4 ans) constitué d'un nombre homogène d'enfants par tranches d'âge et combler les faibles effectifs de certaines tranches d'âge. En effet, l'absence de différence significative entre les deux groupes d'enfants, de moins de 4 ans, peut s'expliquer par un biais de l'échantillon. D'une part, l'effectif des participants « jeunes » (moins de 4 ans) est très peu élevé et d'autre part, la variabilité des résultats chez les enfants IC est extrêmement importante. Les jeunes enfants IC qui, rappelons-le, bénéficient d'une prise en charge logopédique précoce, ne reflètent peut-être pas l'ensemble des compétences productives de cette population (en tenant compte des critères retenus). Il en est de même pour le groupe d'enfants NE qui peuvent eux aussi présenter une variabilité des résultats, d'autant plus chez les jeunes enfants (MacLeod et al., 2011).

Bien que les épreuves nous permettent de tester chaque phonème de la langue dans toutes les positions syllabiques, un effet plafond est toutefois présent. Le test comprend des mots fréquents (afin que l'enfant puisse accéder au mot dans la tâche de dénomination) pour les enfants âgés de moins de 4 ans. Il comporte également un nombre limité de mots longs et complexes. Or, ces variables psycholinguistiques interviennent tant dans le développement typique qu'atypique (Faes et al., 2016). Ces auteurs belges néerlandophones prennent en compte la longueur et la complexité des mots chez 9 enfants IC dont l'âge auditif moyen est de 3;11 ans. Ils remarquent que ces paramètres influencent statistiquement la précision des phonèmes. Même si ces effets sont présents chez l'enfant entendant, ils le sont davantage chez l'enfant IC et ce, même après 5 ans d'expérience auditive. Il serait donc intéressant de contrôler ces variables afin de voir si celles-ci influencent l'intelligibilité des enfants IC francophones. Ces analyses permettront de mieux comprendre le développement phonologique de l'enfant sourd, de l'évaluer, et par la suite, d'assurer une prise en charge adaptée aux besoins de l'enfant IC.

Conclusion

Le développement phonologique de l'enfant porteur de l'implant cochléaire a suscité très peu d'intérêt de la part des auteurs francophones. Bien que de nombreuses études aient été menées en anglais sur ce sujet, peu d'entre elles étudient les productions phonologiques à long terme ou comportent un groupe-contrôle, pour comparer les résultats obtenus. L'objectif de ce travail vise avant tout l'apport de données francophones concernant la production phonologique des enfants porteurs d'un implant cochléaire (IC) posé avant l'âge de 3 ans. Notre objectif concerne deux aspects de la production phonologique, à savoir l'intelligibilité et le type d'erreurs commis par les enfants IC. La précision phonologique est calculée sur la base d'un pourcentage de consonnes correctes, alors que l'analyse des erreurs vise à comparer les données d'auteurs anglophones avec les nôtres. Les performances des enfants IC sont comparées à un groupe-contrôle composé d'enfants normo-entendants (NE) appariés en fonction de l'âge auditif, du sexe et du statut socioéconomique de la maman. Nos résultats montrent que les enfants IC, monolingues, sans troubles associés, bénéficiant d'un implant cochléaire avant l'âge de 3 ans et pris en charge précocement, sont capables d'avoir une bonne intelligibilité. En accord avec beaucoup d'auteurs, les performances s'améliorent avec l'âge. Toutefois, selon nos résultats préliminaires, en tenant compte des erreurs de type distorsions, substitutions, ajouts et omissions dans notre indice de PCC, les enfants IC, en tant que groupe, sont significativement moins intelligibles que les enfants NE, et ce, uniquement en répétition de phrases, tâche multifactorielle, sensible aux troubles linguistiques.

Enfin, nous avons suivi les recommandations de Flipsen et Parker (2008) en analysant quatre types d'erreurs (réductions du groupe consonantique, omissions en position finale, antériorisations des phonèmes / k g / et réductions syllabiques). Les trois premières d'entre elles sont significativement plus présentes chez les enfants IC en comparaison au groupe-contrôle, alors que les réductions syllabiques sont très peu produites par les deux groupes. Certaines erreurs se retrouvent donc tant en langue anglaise qu'en langue française. Nos résultats préliminaires devront être confirmés par d'autres analyses comportant un échantillon plus important.

Biographie

J'ai commencé par un bachelier à la Haute École de la Province de Liège puis j'ai voulu me spécialiser dans le domaine de la surdité, et plus largement, du handicap, en poursuivant mes études à l'Université de Liège.

À la fin de mes études, j'ai exercé dans des écoles spécialisées et depuis cette année, je travaille au Centre médical d'audiophonologie (CMAP) de Montegnée (Liège), un centre multidisciplinaire accueillant des patients présentant une surdité. Ce domaine me passionne particulièrement ainsi que le travail en équipe, qui est d'une grande richesse. Je continue à m'informer et à me former pour en apprendre toujours davantage.

marie-sophie.dardenne@hotmail.com

Références bibliographiques

- Beland, R. (2001). Évaluation de la composante phonologique dans les troubles acquis du langage. In G. Aubin, C. Belin, D. David & M. de Partz (Eds.), *Actualités en pathologie du langage et de la communication* (pp. 39-55). Marseille : Éditions Solal.
- Blamey, P., Barry, J., & Jacq, P. (2001). Phonetic Inventory Development in Young Cochlear Implant Users 6 Years Postoperation. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 73-79.
- Bouchard, M.E., Le Normand, M., & Cohen, H. (2007). Production of consonants by prelinguistically deaf children with cochlear implants. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21, 875-884. doi:10.1080/02699200701653634
- Bouchard, M.E., Ouellet, C., & Cohen, H. (2009). Speech Development in Prelingually Deaf Children with Cochlear Implants. *Language and Linguistics Compass*, 3, 1-18. doi:10.1111/j.1749-818x.2008.00079
- Brin F., Courrier C., Lederlé E., & Masy V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie* (3^e édition). Isbergues, France : Ortho-Édition.
- Buhler, H., DeThomasis, B., Chute, P., & DeCora, A. (2007). An analysis of phonological process use in young children with cochlear implants. *The Volta Review*, 107, 55-74.
- Calmels, M., 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, 347-351. doi:10.1016/j.ijporl.2003.11.006
- Chin, S. (2003). Children's Consonant Inventories after Extended Cochlear Implant Use. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 46, 849-862.
- Dardenne, M.S. (2017). *Étude du développement phonologique de l'enfant sourd porteur d'implant(s) cochléaire(s) : analyse de la précision phonologique et des erreurs* (Mémoire de master). Université de Liège, Liège.
- Dettman, S., Dowell, R., Choo, D., Arnott, W., Abrahams, Y., Davis, A., & Briggs, R. (2016). Long-term Communication Outcomes for Children Receiving Cochlear Implants Younger Than 12 Months. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 51, 1353-1358. doi:10.1097/mao.0000000000000915
- Ertmer, D. & Goffman, L. (2011). Speech Production Accuracy and Variability in Young Cochlear Implant Recipients: Comparisons With Typically Developing Age-Peers. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 54, 177-189. doi:10.1044/1092-4388(2010/09-0165)

- Ertmer, D. & 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, 116-132. doi:10.1093/deafed/enr021
- Ertmer, D., Kloiber, D., Jung, J., Kirleis, K., & Bradford, D. (2012). Consonant Production Accuracy in Young Cochlear Implant Recipients: Developmental Sound Classes and Word Position Effects. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 21, 342-353. doi:10.1044/1058-0360(2012/11-0118)
- Faes, J., Gillis, J., & Gillis, S. (2016). The phonemic accuracy development in children with cochlear implants up to five years of age by using Levenshtein distance. *Journal of Communication Disorders*, 59, 40-58. doi:10.1016/j.jcomdis.2015.09.004
- Fagan, M. (2015). Why repetition? Repetitive babbling, auditory feedback, and cochlear implantation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 137, 125-136. doi: 10.1016/j.jecp.2015.04.005
- Flipsen, P. & Colvard, L. (2006). Intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, 39, 93-108. doi: 10.1016/j.jcomdis.2005.11.001
- Flipsen, P. & Parker, R. (2008). Phonological patterns in the conversational speech of children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, 41, 337-357.
- Fulcher, A., Baker, E., Purcell, A., & Munro, N. (2014). Typical consonant cluster acquisition in auditory-verbal children with early-identified severe/profound hearing loss. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 16, 69-81. doi: 10.3109/17549507.2013.808698
- Grandon, B., Vilain, A., Loevenbruck, H., Schmerber, S., & Truy, E. (2017). Realisation of voicing by French-speaking CI children after long-term implant use: An acoustic study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(7-9), 598-611. doi: 10.1080/02699206.2017.1302511
- Klem, M., Melby-Lervåg, M., Hagtvet, B., Lyster, S., Gustafsson, J., & Hulme, C. (2014). Sentence repetition is a measure of children's language skills rather than working memory limitations. *Developmental Science*, 18(1), 146-154. doi:10.1111/desc.12202
- MacLeod, A., Sutton, A., Trudeau, N., & Thordardottir, E. (2011). The acquisition of consonants in Québécois French: A cross-sectional study of pre-school aged children. *International Journal of Speech Language Pathology*, 13, 93-109. doi: 10.3109/17549507.2011.487543

- Montag, J., Aubuchon, A., Pisoni, D., & Kronenberger, W. (2014). Speech Intelligibility in Deaf Children After Long-Term Cochlear Implant Use. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 57(6), 2332-2343. doi:10.1044/2014_jslhr-h-14-0190
- Moreno-Torres, I. & Torres, S. (2008). From 1-word to 2-words with cochlear implant and cued speech: A case study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22, 491-508. doi: 10.1080/02699200801899145
- Nicholas, J. & Geers, A. (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. doi:10.1044/1092-4388(2007/073)
- Parisse, C. & Maillart, C. (2004). Les déficits phonologiques des enfants francophones ayant des troubles spécifiques de développement du langage. *Glossa*, 84, 34-47.
- Salas-Provance, M., Spencer, L., Nicholas, J., & Tobey, E. (2014). Emergence of speech sounds between 7 and 24 months of cochlear implant use. *Cochlear Implants International*, 15, 222-229. doi:10.1179/1754762813y.0000000046
- Shriberg, L., Austin, D., Lewis, B., Mcsweeny, J., & Wilson, D. (1997). The Percentage of Consonants Correct (PCC) Metric. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 40(4), 708-712. doi:10.1044/jslhr.4004.708
- Spencer, L. & Guo, L.Y. (2012). Consonant Development in Pediatric Cochlear Implant Users Who Were Implanted Before 30 Months of Age. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18, 93-109. doi:10.1093/deafed/ens038
- Tobey, E., Geers, A., 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(1 Suppl), 36S-45S. doi:10.1097/01.aud.0000051688.48224.a6
- Tomblin, J., Peng, S.C., Spencer, L., & Lu, N. (2008). Long-Term Trajectories of the Development of Speech Sound Production in Pediatric Cochlear Implant Recipients. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 51, 13-53.
- Vaucel, C. (2013). *Étude du développement phonologique de l'enfant francophone : émergence et variabilité des consonnes* (Mémoire de master). Université de Liège, Liège.
- Warner-Czyz, A. & Davis, B. (2008). The emergence of segmental accuracy in young cochlear implant recipients. *Cochlear Implants International Cochlear Implants Int.*, 9, 143-166. doi:10.1002/cii.364

Warner-Czyz, A., Davis, B., & Macneilage, P. (2010). Accuracy of Consonant-Vowel Syllables in Young Cochlear Implant Recipients and Hearing Children in the Single-Word Period. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 2-17. doi:10.1044/1092-4388(2009/0163)