

# Evolution de la perception des phonèmes, mots et phrases chez l'enfant avec Implant Cochléaire : un suivi de trois ans post-implant

Victoria MEDINA<sup>1,2,3</sup> & Willy SERNICLAES<sup>2</sup>

1 UFR- Linguistique, Université Paris 7, Denis Diderot, 2 Place Jussieu – 75251 Paris Cedex 5

2 Lab. Psychologie de la Perception, CNRS, Université René Descartes, Paris 5

3 CTNERHI, 75013 Paris

E-mail : medina\_vicky@yahoo.fr

## ABSTRACT

The aim of the present study was to examine the development of the perception of phonemes, words and sentences in a group of 18 children with cochlear implant (IC) from 12 to 36 months after implantation. The results show that the perceptual development of the different segments is fairly linear, that the rate of development is faster for words vs. phonemes and for sentences vs. words and that consonant perception, but not vowel perception, predicts later development of word and sentence perception.

## 1. INTRODUCTION

L'implant cochléaire (IC) est une prothèse électro-acoustique ayant pour objectif pédiatrique de permettre à l'enfant sourd profond accéder à la communication linguistique.

L'apport de l'IC pour la réhabilitation de la surdité profonde pré-linguistique est manifeste [1], mais il est également très variable. Parmi quelques facteurs responsables de la variabilité interindividuelle on relève l'âge au début de la surdité, la durée de surdité sans implant, la durée d'utilisation de l'implant, le type de processeur, le mode de communication [2] et l'âge d'implantation [3]. L'effet de ces différences sur le développement de la production et de la perception de la parole s'explique par leur incidence sur le niveau de structuration phonologique avant implantation [4].

La complexité linguistique dans les processus de communication parlée est mesurable à partir de la quantité d'information véhiculée par le signal [5]. Le locuteur ajuste tant la complexité linguistique que la qualité acoustique du signal pour que celui-ci soit correctement décodé. La théorie H&H (Hypo-and Hyper-Speech) [6] dit que le locuteur assure la quantité d'information transmise en fonction de la loi du moindre effort. En d'autres termes, le locuteur cherche à être compris, mais pas à n'importe quel prix. Si le message à transmettre est particulièrement simple, prédictible par l'auditeur, de l'Hypo-Speech

suffit au locuteur pour le faire passer. Nous savons par exemple que la contribution du contexte linguistique à l'intelligibilité des mots dépend de la dégradation acoustique [5, 7].

L'information sensorielle issue du signal acoustique active successivement différents niveaux de traitement (phonologique, lexical, syntaxique, sémantique) avec des rétroactions haut-bas ('top-down') dont la nature et l'étendue diffère selon le modèle envisagé (TRACE [8] ou MERGE [9]).

Dans le cas des enfants avec Implant Cochléaire (IC) l'intelligibilité du signal de parole s'améliore dans la mesure où l'enfant s'adapte à l'IC. La contribution des différents niveaux de traitement au progrès des performances de communication parlée avec IC n'a cependant pas été abordée jusqu'à présent.

L'objectif de cette étude est d'examiner l'évolution de la perception des phonèmes, mots et phrases entre 12 et 36 mois chez des enfants sourds appareillés avec IC. Les questions suivantes ont fait l'objet d'une attention particulière : (1) Le développement de la perception de ces différents segments de parole est-il linéaire? (2) Le rythme de développement est-il indépendant de la complexité du segment ? (3) Le développement des segments de niveau supérieur (phrases ou mots) est-il prédictible à partir de celui des segments de niveau inférieur (mots ou phonèmes) ?

## 2. MÉTHODE

### 2.1. Sujets

Un groupe de dix huit enfants sourds congénitaux avec IC (5 garçons et 13 filles). Les enfants ont été testés à 12, 24 et 36 mois post-IC. Leur âge chronologique s'étalait entre 3 ans et 7 ans (D.S. : 1,5) avec une moyenne de 4 ans 8 mois (D.S. : 1,4) d'implantation à 12 mois post-IC. Six enfants ont été implanté avant 3 ans (âge moyen : 2 ans 4 mois) ; six enfants ont été implantés entre 3 et 4 ans (âge moyen : 3 ans 4 mois) et six enfants ont été implantés après 4 ans (âge moyen : 5 ans 6 mois).

Ces enfants font partie d'un suivi longitudinal [10] et ils ont été suivis dans 4 CHU (Lyon- Eduard Herriot, Montpellier- Saint Charles, Paris- Trousseau, Toulouse- Purpan).

Nous n'avons pas utilisé de critères d'exclusion en relation avec le type de l'implant cochléaire.

## 2.2. Procédure

Le protocole d'évaluation a été adapté du TEPP [11].

### « Identification des phonèmes. Voyelles et Consonnes »

Cette épreuve comportait deux séries, une vocalique de 16 voyelles isolées et une consonantique de 17 consonnes en contexte /a/. La tâche consistait à répéter la syllabe.

### « Identification des mots »

Identification de 12 syntagmes nominaux constitués d'un nom et d'un déterminant, avec un niveau de vocabulaire très simple et connu de l'enfant testé. La tâche consistait à désigner le mot adéquat sur une planche constituée d'images illustrant les 12 mots.

### « Identification de phrases simples »

Identification des phrases constituées de deux syntagmes, un nominal et un verbal, faciles à comprendre pour l'enfant. Chaque item présentait trois confusions possibles : sur le syntagme nominal, sur le syntagme verbal ou sur l'ensemble du message. La tâche consistait à désigner la phrase adéquate sur une planche.

### « Identification de phrases complexes »

Identification des phrases, constituées de trois syntagmes, deux nominaux et un verbal. L'enfant devait mémoriser l'ensemble de la phrase et différencier les mots phonétiquement proches, (ex. le garçon range la balle, le garçon range le bol, le garçon cache la balle, le garçon cache le bol...). La tâche consistait à désigner la phrase adéquate sur une planche.

## 2.3. Stimuli

### Voyelles

16 voyelles et glides :

[a], [i], [u], [o], [ɔ], [Y], [e], [ɛ], [ø], [œ], [ã], [ø], [Ê], [w], [j], [ʷ].

### Consonnes

17 consonnes en contexte /a/ :

[p], [b], [m], [t], [d], [n], [k], [g], [ŋ], [f], [v], [s], [z], [ʃ], [ʒ], [ʎ], [r].

### Mots

12 mots répartis en : syntagmes disyllabiques, trisyllabique et polysyllabiques.

### Phrases Simples

Une série de 10 planches ont été proposées, chaque planche était constituée de 4 images. Sur chaque planche l'enfant avait le choix entre 4 propositions du type : « la fille rit, le garçon rit, le garçon dort, le chien sort ».

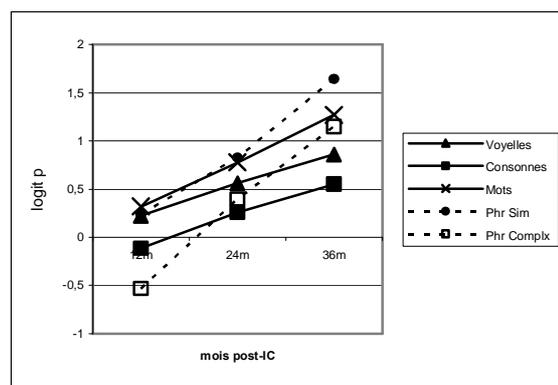
### Phrases complexes

Une série de 4 planches ont été proposées, chaque planche était constituée de 8 images illustrant des phrases construites selon le modèle complexe : syntagme nominal sujet- syntagme verbal-syntagme nominal objet.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Linéarité du développement

Afin d'examiner la linéarité du développement des performances, les scores moyens -pour l'ensemble de 18 participants- d'identification correcte (p) ont été transformés en Logit (p) =  $\text{Log}_n(p/(1-p))$ , ceci pour redresser effets « plancher » (vers 0%) et « plafond » (vers 100%). Les transformées Logit des scores de perception de phonèmes, de mots et de phrases sont présentés dans la Figure 1. Les scores ont été traités sur SPSS à l'aide d'une Régression Logistique avec l'âge IC comme variable indépendante et le score de réponses correctes pour les différents segments (5 niveaux) comme variable dépendante.



**Figure 1 :** Les transformées Logit des scores de perception de phonèmes, de mots et de phrases simples ou complexes à 12, 24 et 36 mois post-implant.

Les résultats montrent une évolution linéaire de la perception des voyelles, des consonnes, des mots et des phrases simples ou complexes. Le test de linéarité, obtenus en testant l'adéquation des fonctions de réponses correctes au modèle Logistique (test de Hosmer-Lemeshow) est non significatif pour

chacun des 5 segments ( $p=.79, .56, .87, .46, \text{ et } .18$ , respectivement pour les voyelles, consonnes, mots phrases simples et complexes). L'effet de l'âge IC, tous segments confondus, est hautement significatif ( $\Xi^2$  de Wald ( $dl=1$ )= 304,  $p<.001$ ).

### 3.2. Parallélisme du développement pour les différents segments

La Figure 1 indique que les fonctions Logit correspondant aux voyelles et consonnes sont pratiquement parallèles. Par contre, la pente de la fonction est plus raide pour les mots et encore plus raide pour les phrases. L'interaction âge IC X segment est significative ( $\Xi^2$  de Wald ( $dl=4$ )= 35,  $p<.001$ ).

L'examen des contrastes d'interaction montre que la différence de pente entre voyelles et consonnes ainsi que celle entre phrases simples et complexes ne sont pas significatives ( $\Xi^2<1$ ).

Par contre, la différence de pente entre voyelles et consonnes, prises conjointement, et mots ainsi que celle entre mots et phrases, simples et complexe prises conjointement, sont significatives (respectivement,  $\Xi^2$  de Wald ( $dl=4$ )= 3.72,  $p=.05$  ; 6.22,  $p<.05$  ).

### 3.3. Prédicibilité des performances

Nous avons effectué des analyses de corrélation entre les différents segments (phonèmes, mots et phrases) prenant en compte les différents moments de passation des tests (soit 12, 24 ou 36 mois post-IC).

Pour les phonèmes (voyelles et consonnes, figure 1), il existe un effet de corrélation positive entre les voyelles à différents moments d'évaluation, par exemple, les voyelles à 12 mois et celles à 24 mois, (table 1). Il existe également un effet de corrélation positive entre les voyelles et les consonnes (p. ex. les voyelles à 12 mois et les consonnes à 12, 24 et 36 mois, voir table 1).

Pour les autres segments, les résultats montrent que l'intelligibilité des voyelles sont corrélées avec celle des mots et des phrases sur la même période de passation. Les voyelles à 12 mois sont positivement corrélées avec les mots à 12 mois, les phrases simples à 12 mois et les phrases complexes à 12 mois post-IC (table 1). Par contre, les scores des voyelles à 12 mois ne sont pas corrélées avec celles des mots ou phrases à 24 ou 36 mois. ( $p=.10$  et  $.23$ , pour les mots à 24 et 36 mois respectivement;  $p=.23$  et  $.25$ , pour les phrases simples à 24 et 36 mois respectivement;  $p=.31$  et  $.30$ , pour les phrases complexes à 24 et 36 mois respectivement).

**Table 1:** Corrélations entre Voyelles à 12 mois post-IC et différents segments.

	R <sup>2</sup>	P
Voyelles 12M × Voyelles 24M	0.412	.004
Voyelles 12M × Consonnes 12M	0.460	.002
Voyelles 12M × Consonnes 24M	0.406	.004
Voyelles 12M × Consonnes 36M	0.331	.013
Voyelles 12M × Mots 12M	0.329	.013
Voyelles 12M × Phr. Simpl. 12M	0.263	.030
Voyelles 12M × Phr. Compl. 12M	0.384	.006

Les consonnes par contre sont corrélées avec les mots et les phrases sur les différentes périodes de passation. Nous observons une corrélation positive entre les consonnes à 12 mois et les mots à 12 mois, à 24 mois et à 36 mois (voir table 2); entre les consonnes à 12 mois et les phrases simples à 12 mois, à 24 mois et à 36 mois (table 2); et entre les consonnes à 12 mois et les phrases complexes à 12 mois, à 24 mois et à 36 mois post-IC (table 2).

**Table 2:** Corrélations entre Consonnes à 12 mois post-IC et différents segments.

	R <sup>2</sup>	P
Consonnes 12M × Mots 12M	0.300	.019
Consonnes 12M × Mots 24M	0.230	.044
Consonnes 12M × Mots 36M	0.280	.024
Consonnes 12M × Phr. Simp 12M	0.227	.046
Consonnes 12M × Phr. Simp 24M	0.291	.026
Consonnes 12M × Phr. Simp 36M	0.309	.017
Consonnes 12M × Phr. Cmpl 12M	0.377	.007
Consonnes 12M × Phr. Cmpl 24M	0.315	.019
Consonnes 12M × Phr. Cmpl 36M	0.456	.003

Les voyelles et les consonnes à 36 mois ne présentent pas de corrélation avec d'autres segments dans la même période de passation.

La perception des mots garde un lien avec la perception des phrases. Les mots à 12 mois présentent une corrélation positive avec les phrases simples à 12 mois, à 24 mois et à 36 mois (voir table 3). Les mots à 24 mois ont un effet de corrélation avec les phrases complexes à 24 mois et à 36 mois (table 3).

**Table 3:** Corrélations entre Mots à 12 et 24 mois post-IC et Phrases.

	R <sup>2</sup>	P
Mots 12M × Phr. Simp 12M	0.254	.033
Mots 12M × Phr. Simp 24M	0.234	.049
Mots 12M × Phr. Simp 36M	0.401	.005
Mots 24M × Phr. Cmpl 24M	0.339	.014
Mots 24M × Phr. Cmpl 36M	0.471	.002

L'évolution des phonèmes, des mots et des phrases est indépendante de l'âge d'implantation, la corrélation est non significative ( $p=.55, .74, .70, .06$  pour les voyelles, consonnes, mots et phrases respectivement).

#### 4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Nos résultats montrent que l'amélioration de la perception se fait de façon linéaire pour les phonèmes, mots et phrases. Ceci met en évidence la continuité du développement perceptif sur cette période lorsque l'on tient compte des effets de seuils inhérents à la progression de toute variable catégorielle.

Cependant, la progression est plus rapide pour les phrases par rapport aux mots et pour ces derniers par rapport aux phonèmes. Ceci met en évidence une vitesse de développement plus rapide pour les segments les plus complexes et suggère un effet démultiplicateur de la perception des phonèmes sur celle des mots et des phrases.

Enfin, les résultats de cette étude pilote mettent en évidence des relations entre différents segments à différentes périodes d'évaluation de la perception post-IC. Il semblerait que la perception des voyelles à 12 mois post-IC permettrait de prédire la perception des mots et des phrases sur la même année d'évaluation post-IC. Par contre, la perception des consonnes à 12 mois post-IC permettrait de prédire la perception des mots et des phrases sur les différentes années d'évaluation (12, 24 et 36 mois post-IC). Ceci suggère que l'intelligibilité des mots et les phrases garde une relation plus forte au long des années avec celle des consonnes qu'avec celle des voyelles. Il semblerait qu'une bonne perception des consonnes à 12 mois post-IC permettrait de prédire une bonne perception des mots et des phrases jusqu'à 36 mois post-IC.

En conclusion, ces résultats mettent en évidence le caractère progressif du développement de la perception de différents segments de parole avec IC et suggèrent que l'intelligibilité des phonèmes, et surtout des consonnes, affectent celle des mots et des phrases avec des effets démultiplicateurs.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] C. Allen, T. P. Nikolopoulos & G. M. O'Donoghue. Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *The American Journal of Otology*, 19, 742-746. 1998.
- [2] R.T. Miyamoto, M.J. Osberger, S.L. Todd, A.M. Robbins, B.S. Stroer, S. Zimmerman-Phillips, A.E. Carney. (1995). Variables affecting implant performance in children. *Laryngoscope*, 104, 1120-1124. 1995.
- [3] M. Svirsky, S-W. Teoh & H. Neuburger. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at cochlear implantation. *Audiology & Neuro-Otology*, 9, 224-233. 2004.
- [4] W. Serniclaes, V. Medina, F. Schepers & P. Simon. Chapitre II. Le développement de la communication parlée avec Implant Cochléaire. *Surdité et langage : Prothèses, LPC et Implant Cochléaire*. En publication.
- [5] C. Benoît & C. Abry. De l'impertinence, ou comment relier complexité linguistique et qualité acoustique. *Rapport de recherche de l'ICP*, 5, 179-189. 1995.
- [6] B. Lindblom. Adaptive variability and absolute constancy in speech signals : Two themes in the quest of phonetic invariance. *Proceedings of the XIth International Congress of Phonetic Sciences*, 3, 9-18, Tallinn, Estonia. 1987
- [7] G. A. Miller & S. Isard. Some perceptual consequences of linguistic rules. *Journal Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 2, 217-228. 1963.
- [8] J. L. McClelland & J. L. Elman. The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology*, 18, 1-86. 1986.
- [9] D. Norris, L.M. McQueen & A. Cutler. Merging information in speech perception: Feedback is never necessary. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 299-370. 2000.
- [10] J. Sanchez, A. Bounot, V. Ansel. Suivi longitudinal sur dix ans d'enfants sourds pré-linguaux implantés, *Handicap - revue de sciences humaines et sociales*, n° 98, 63-70. 2003.
- [11] A. Vieu, M. Mondain, M. Sillon, J.P. Piron et A. Uziel. Test d'Evaluation des Perceptions et Productions de la Parole (TEPPP). *Revue de Laryngologie, Otologie et Rhinologie*, 120, 219-225, 1999.