

Apprendre à lire avec un implant cochléaire

PAR SOPHIE BOUTON

Actuellement chercheuse post-doctorante au Laboratoire de Neurosciences Cognitives (ENS-INSERM), Sophie Bouton présente ici les travaux menés au cours de sa thèse au Laboratoire de Psychologie Cognitive (U.M.R. 7290).

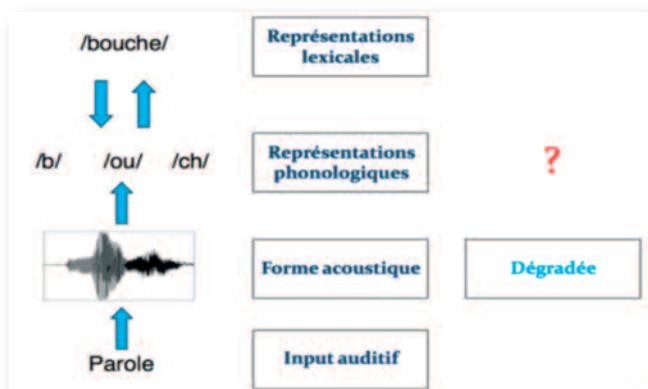
L'apprentissage de la lecture est une étape importante à franchir chez tous les enfants; qu'en est-il chez l'enfant sourd muni d'un implant cochléaire?

Alors que les enfants normo-entendants apprennent à lire et à reconnaître les mots écrits lorsqu'ils maîtrisent déjà le langage oral, que se passe-t-il chez les enfants munis d'un implant cochléaire, qui ont un accès dégradé à la perception auditive?

1. PERCEPTION DES TRAITES PHONÉMIQUES PAR LES ENFANTS MUNIS D'UN IMPLANT COCHLÉAIRE

Cadre théorique et enjeux

La première expérience que je vais présenter porte sur la perception des traits phonémiques. Les recherches sur la perception des sons de parole chez le normo-entendant aboutissent à un modèle à trois niveaux de traitement (auditif, phonologique et lexical). Plus précisément, l'enfant normo-entendant extrait les indices acoustiques du signal de parole pour les intégrer et les associer aux traits articulatoires qui lui permettront d'identifier les phonèmes. Les informations lexicales, présentes dans le signal de parole, influencent également l'identification des phonèmes contenus dans les mots.



Le signal auditif fourni par l'implant cochléaire est dégradé par rapport à une perception auditive ordinaire. La forme acoustique des mots qui en est issue est donc

également dégradée. La question qui se pose alors est de savoir si la qualité des représentations phonologiques des enfants munis d'un implant cochléaire est similaire ou non à celle des enfants normo-entendants.

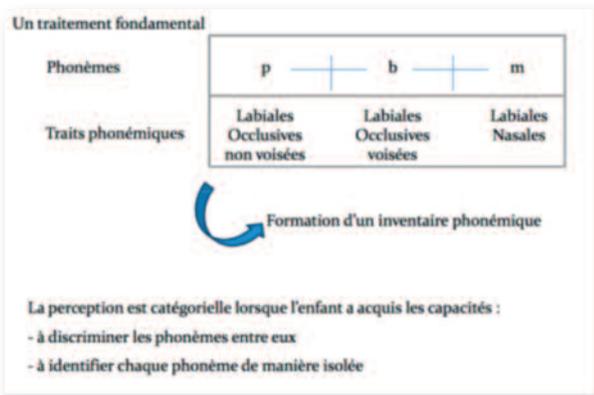
Les études menées nous ont permis d'évaluer chez les enfants implantés :

- ◆ Leurs compétences à percevoir les phonèmes,
- ◆ Leurs compétences à reconnaître les mots écrits,
- ◆ Avec pour objectif de mettre en relation les compétences en lecture et en perception de la parole.

Pourquoi est-il aussi important d'évaluer les compétences de perception des sons de parole, ou autrement dit, des phonèmes, chez les enfants implantés ?

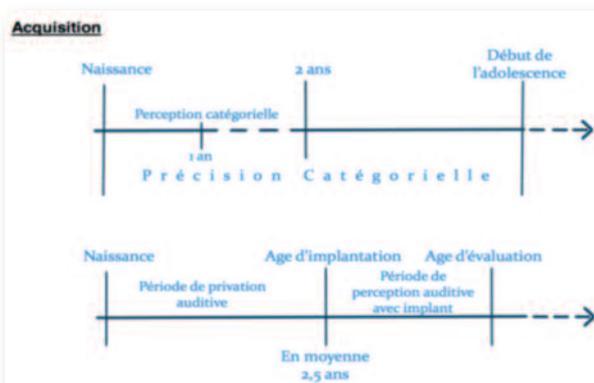
La perception catégorielle est un traitement fondamental du développement langagier.

Des études fondamentales sur la perception de la parole (Liberman, Harris, Hoffman & Griffiths, 1957) ont établi que les différences acoustiques entre variants d'une même catégorie phonémique (deux variants de /pa/ par exemple) ne sont généralement pas perceptibles, tandis que des différences de même amplitude acoustique entre des sons appartenant à des catégories différentes (/pa/ et /ba/) sont perceptibles. Ce phénomène est connu sous le nom de perception catégorielle (Liberman, Cooper, Shankweiler, & Studdert-Kennedy, 1967). La perception catégorielle est définie par le fait que l'auditeur perçoit plus facilement les différences entre deux sons lorsqu'ils appartiennent à deux catégories phonémiques différentes, plutôt que lorsqu'ils font partie d'une même catégorie. Expérimentalement, on considère que la perception est catégorielle lorsque l'enfant a acquis les capacités à discriminer les phonèmes entre eux et à identifier chaque phonème de manière isolée.



L'âge d'implantation et la période de privation auditive vont influencer la capacité de l'enfant à former des catégories phonémiques.

Un problème de base dans l'étude du développement de la parole est de comprendre le déroulement développemental de l'acquisition de la perception catégorielle. Plusieurs études ont mis en lumière une tendance développementale des compétences de perception catégorielle et de précision catégorielle (Medina, Hoonhorst, Bogliotti, & Serniclaes, 2010; Hoonhorst, Medina, Colin, Markessis, Radeau, Deltenre & Serniclaes, 2011). Les compétences de perception catégorielle seraient acquises avant l'âge de 2 ans alors que les compétences de précision catégorielle semblent se développer jusqu'à l'âge adulte.

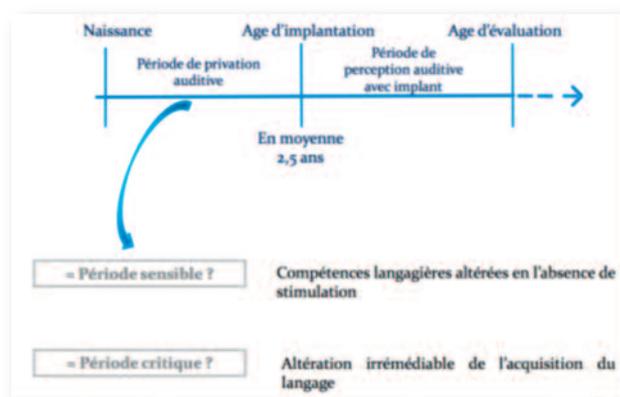


Age d'implantation & Période de privation auditive

Les enfants qui ont participé à ce travail sont atteints de surdité profonde et congénitale, et ont été implantés en moyenne à l'âge de 2 ans 1/2. Ils présentent donc une période de privation auditive qui s'étend de la naissance à l'âge d'implantation. Puisque cette période de privation auditive correspond à la période pendant laquelle les enfants normo-entendant acquièrent les

compétences de perception catégorielle, on peut supposer que les enfants munis d'un implant cochléaire présenteront des difficultés de catégorisation des phonèmes. Pour la précision catégorielle, qui s'acquiert jusqu'à l'âge adulte, on peut penser qu'elle sera moins déficitaire parce que les enfants implantés pourraient acquérir cette compétence pendant la période de perception auditive avec implant.

Age d'implantation et développement langagiers : les hypothèses développementales



L'émergence du langage nécessiterait que l'individu soit soumis à une stimulation spécifique pendant une période sensible, voire critique. L'expérience influence profondément le développement du cerveau et donc celui du comportement. Knudsen (2004) définit les notions de période sensible et de période critique. La **période sensible** peut être définie comme le laps de temps pendant lequel les effets de l'expérience sur la structuration cérébrale sont majeurs.

Le développement des compétences qui devraient être acquises pendant cette période pourrait donc être altéré en l'absence de stimulation. La **période critique** correspond à la période pendant laquelle un certain type d'expérience est requis pour permettre à l'individu de se développer normalement; l'absence de stimulation altère irrémédiablement la suite du développement.

Puisque les enfants qui participent à ce travail sont atteints de surdité profonde et congénitale, ils présentent une période de privation auditive qui s'étend de la naissance à l'âge d'implantation (en moyenne 2 ans 1/2). Si cette période de privation auditive correspond à une période sensible voire critique du développement langagier, l'acquisition du langage oral pourrait se révéler déficitaire.

Première expérience

Participants : 25 enfants munis d'un implant cochléaire ont participé à notre étude. Tous les enfants étaient sourds profonds congénitaux, utilisaient leur implant depuis au moins 5 années, et ont été implantés avant l'âge de 3 ans et demi.

Les performances de chaque enfant implanté ont été comparées à celle d'un enfant normo-entendant de même âge audio-perceptif (l'âge audio perceptif est défini en terme d'âge ou de maturité dans la perception auditive depuis que l'enfant a accès aux sons *via* l'implant cochléaire. Un enfant qui a 6 ans et qui a reçu un implant à l'âge de 3 ans 1/2 peut présenter des compétences auditives similaires à celles d'un enfant de 2 ans 1/2 et non pas d'un enfant de 6 ans). Comme indiqué sur le tableau, les enfants normo-entendants et implantés ont le même âge audio-perceptif, mais les enfants normo-entendants ont un âge chronologique plus grand que celui des enfants implantés.

Enfin, tous les enfants étaient scolarisés entre le CE1 et le CM1 au moment de notre étude.

Tableau 1. Caractéristiques des enfants implantés et normo-entendants.

	Age Chronologique Moyenne (e-t)	Age Audio-Perceptif Moyenne (e-t)	Age d'Implantation Moyenne (e-t)
25 enfants IC	9 ans (1 an)	6,3 ans (1,1an)	2,7 ans (9mois)
25 enfants NE	6,2 ans (1,1 an)	6,2 ans (1,1an)	

Tâche Expérimentale : deux tâches ont été réalisées par les enfants, afin d'évaluer leurs compétences d'identification et de discrimination de phonèmes. Les mots utilisés dans les tâches étaient pré-enregistrés et diffusés avec un casque. Les enfants ne pouvaient donc pas utiliser la lecture labiale pour compléter leur perception auditive.

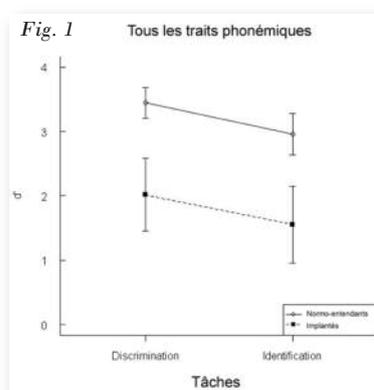
Nous avons estimé les compétences des enfants à discriminer et identifier des paires de mots qui ne varient que sur un trait phonémique. Nous avons donc évalué leurs compétences à percevoir 4 traits phonémiques caractéristiques des consonnes, que sont :

- ♦ Le lieu d'articulation (exemple: /b/ - /d/),
- ♦ Le voisement (exemple: /d/ - /t/),
- ♦ Le mode d'articulation (exemple: /p/ - /f/),
- ♦ La nasalité (exemple: /b/ - /m/).

Dans la tâche de discrimination, 2 mots de type "bouche" et "mouche" étaient diffusés. L'enfant devait indiquer si ces mots étaient pareils ou différents.

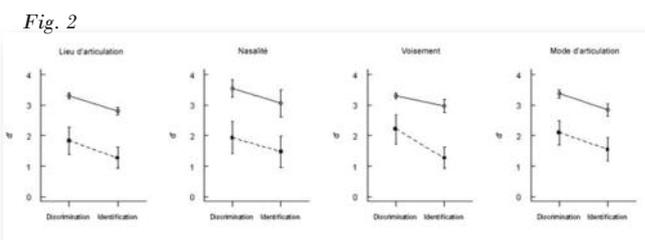
Dans la tâche d'identification, l'enfant devait associer un mot diffusé (exemple, le mot "bouton") à une image.

Il devait choisir entre deux images dont le nom ne varie que sur un trait phonémique (exemple: les images "bouton" et "mouton").



Résultats : Figure 1. Scores aux tâches d'identification et de discrimination des enfants implantés et normo-entendants (tous traits phonémiques confondus).

Figure 2. Scores aux tâches d'identification et de discrimination des enfants implantés et normo-entendants (chaque trait consonantique).



Vous avez en ordonnée, un score de sensibilité, le d'. C'est un score qui tient compte de la détection correcte de la cible lorsqu'elle est présente, mais également de l'absence de détection de la cible lorsqu'elle est absente. La Figure 1 présente les scores de discrimination et d'identification pour chaque groupe et tous les traits phonémiques confondus. La Figure 2 présente les scores de discrimination et d'identification pour chaque trait phonémique caractéristique des consonnes en français.

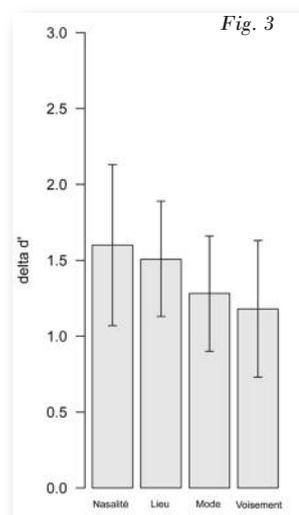
On observe que pour chaque trait phonémique, les scores des enfants implantés sont inférieurs à ceux des enfants normo-entendants, que ce soit pour la tâche de discrimination ou d'identification. Ce qui nous intéresse également, c'est la relation existant entre les tâches de discrimination et d'identification. On observe que cette relation est similaire entre les enfants normo-entendants et les enfants implantés puisqu'il n'y a pas d'effet d'interaction Tâche x Groupe, quel que soit le trait phonémique considéré.

Par conséquent, ces résultats mettent en évidence que **les enfants implantés présentent des difficultés de précision catégorielle mais pas de perception catégorielle**. Pour rappel, nos hypothèses n'allaient pas dans ce sens.

Si nous considérons le développement des compétences de perception et de précision catégorielles, nous pensions qu'il y aurait de plus grandes difficultés de perception catégorielle par rapport à la précision catégorielle.

Nous avons donc essayé de comprendre ces résultats, et nous nous sommes intéressés aux compétences des enfants implantés à percevoir chaque trait phonémique.

Figure 3. Différences des scores moyens de d' (identification et discrimination) entre les enfants normo-entendants et implantés, pour chaque trait consonantique.



La figure 3 présente les différences des scores moyens sur les tâches d'identification et de discrimination entre enfants implantés et normo-entendants. Cette figure se lit de la façon suivante : plus la différence entre les scores de enfants implantés et ceux des enfants normo-entendants est importante, plus la difficulté pour percevoir le trait phonémique est grande. On observe que les traits de mode et de voisement sont plus facilement

perçus par les enfants implantés que les traits de lieu et de nasalité.

Nous pouvons interpréter ces résultats de la manière suivante : le voisement et le mode d'articulation sont des traits dont les corrélats acoustiques sont majoritairement temporels, alors que le lieu d'articulation et la nasalité sont des traits qui sont majoritairement représentés par des caractéristiques spectrales. Étant donné que l'implant cochléaire transmet les informations temporelles avec une meilleure qualité que les informations spectrales, nous pouvons penser que les difficultés observées dans les compétences de précision catégorielle peuvent s'expliquer par les caractéristiques techniques de transmission des informations acoustiques par l'implant cochléaire et non par des caractéristiques développementales.

Ces résultats ainsi que d'autres que je ne présenterai pas ici, mais qui ont été publiés dans une revue à comité de lecture, semblent montrer **qu'il n'y aurait pas de période critique pour le développement langagier de la perception catégorielle et de la précision catégorielle**. De manière générale, la capacité à discriminer de

manière catégorielle les sons de parole s'acquiert par exposition au langage avant l'âge d'un an chez l'enfant normo-entendant (Kuhl, 2004). Cette période pourrait donc correspondre à une phase critique ou sensible du développement langagier. Cependant, nos résultats indiquent que les enfants sourds profonds congénitaux et implantés entre 1-6 et 3-6 ans ont acquis des capacités à percevoir les sons de parole de manière catégorielle.

Par conséquent, **l'émergence du traitement catégoriel des sons de parole ne nécessiterait pas que l'individu soit soumis à une stimulation spécifique à un âge relativement précis**. La première année de vie pourrait ne pas correspondre à une période critique de l'acquisition du processus de perception catégorielle des phonèmes et ce traitement pourrait donc s'acquérir **plus tard**, lorsque l'enfant sourd est soumis à une stimulation auditive.

Par ailleurs, les analyses des scores de discrimination et d'identification ont montré que les enfants implantés ne perçoivent pas les phonèmes avec la même précision que les enfants normo-entendants. Ces difficultés pourraient s'expliquer par la présence d'une période de privation auditive, et/ou par la transmission dégradée des signaux acoustiques par l'implant cochléaire. Alors que la période de privation auditive pourrait ne pas correspondre à une période sensible pour l'acquisition du processus de **perception** catégorielle, elle pourrait correspondre à une période sensible de la **précision** catégorielle. Subir une période de privation auditive durant les premiers mois de vie semble donc influencer la capacité à développer des représentations phonémiques précises. Néanmoins, les difficultés à percevoir précisément les phonèmes pourraient également provenir du fait que les indices acoustiques caractérisant les traits phonémiques sont dégradés par la transmission avec l'implant cochléaire par rapport à une transmission par l'oreille ordinaire.

Il est nécessaire de compléter ces résultats par d'autres preuves scientifiques mais ils ouvrent de nouvelles pistes de réflexions.

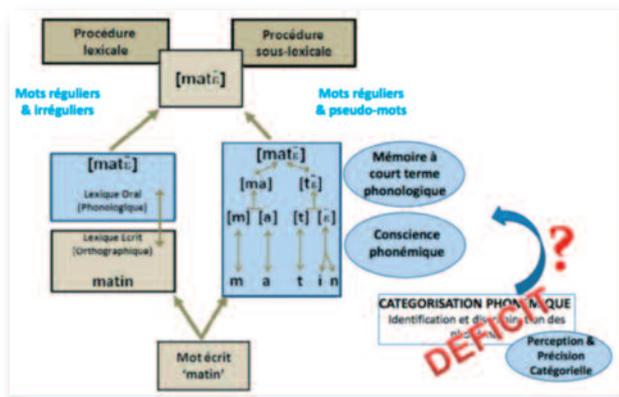
2. APPRENDRE À LIRE AVEC UN IMPLANT COCHLÉAIRE : PREUVE DU RÔLE DES REPRÉSENTATIONS PHONOLOGIQUES

Cadre théorique et enjeux

Confronté à une écriture alphabétique, l'apprenti-lecteur doit d'abord comprendre le principe alphabétique qui fait correspondre une unité de l'oral, le phonème, à une

unité graphique qui équivaut à la lettre ou au graphème. Par exemple, les enfants doivent comprendre que la forme écrite du mot parlé /matin/ (composée de quatre phonèmes) est matin (composée de cinq lettres). L'enfant apprend à décoder les mots écrits et à utiliser la procédure sous-lexicale pour lire les mots (utilisation des correspondances lettre-son). Afin de devenir un lecteur expert, l'enfant doit développer des compétences de reconnaissance des mots écrits précises, automatiques et rapides. Ainsi, l'enfant développera la procédure lexicale de lecture qui procède par appariement direct de la configuration orthographique du mot écrit avec sa représentation phonologique en mémoire et permet de reconnaître des mots familiers.

La procédure sous-lexicale permet de lire des mots réguliers et des pseudo-mots alors que la procédure lexicale permet de reconnaître des mots réguliers et irréguliers.



Pour développer ces deux procédures de lecture, et donc apprendre à décoder les mots écrits, étape primordiale à l'apprentissage de la lecture, l'enfant doit disposer de représentations phonémiques spécifiées. L'étude précédente a mis en évidence des difficultés à catégoriser précisément les phonèmes. La question qui se pose alors est si les compétences de reconnaissance des mots écrits des enfants implantés sont similaires à celles des enfants normo-entendants.

Deuxième expérience

Participants : les participants implantés sont les même que dans l'étude précédente (25 enfants implantés). Les compétences des enfants implantés étaient comparées à celles d'enfants normo-entendants de même niveau de lecture ou de même âge chronologique.

Tableau 2. Moyennes (et écart-type entre parenthèses) des enfants implantés (IC) et des enfants normo-entendants appariés sur l'âge de lecture (NE-NL) et sur l'âge chronologique (NE-AC).

		NE-NL	CI	NE-AC
Chronological Age	(years;months)	7.6 (0,6)	9.1 (1;1)	9.1 (0,9)
Listening Age	(years;months)	7.6 (0,6)	6.6 (1;1)	9.1 (0,9)
Reading Age	(years;months)	7.6 (0,9)	7.6 (0,8)	9.1 (1)

Tâche Expérimentale : la tâche des enfants était de lire à haute voix une liste de 30 mots irréguliers (exemple : oignon), et une liste de 30 pseudo-mots (exemple : pitode). Nous avons évalué les pourcentages de réponses correctes et les temps de latence des enfants implantés et normo-entendants.

Résultats : Figure 4a. Pourcentages de réponses correctes de lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots.

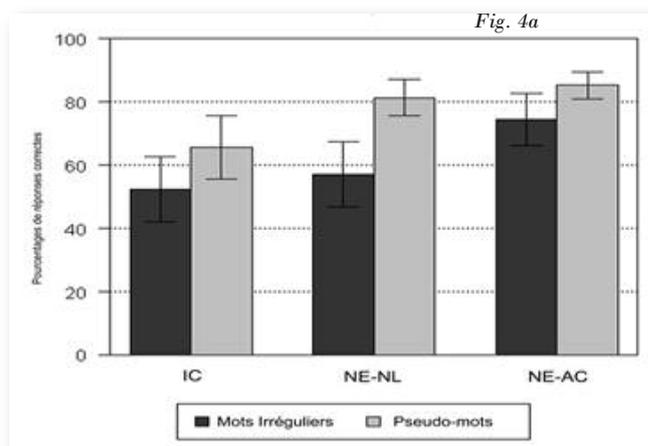
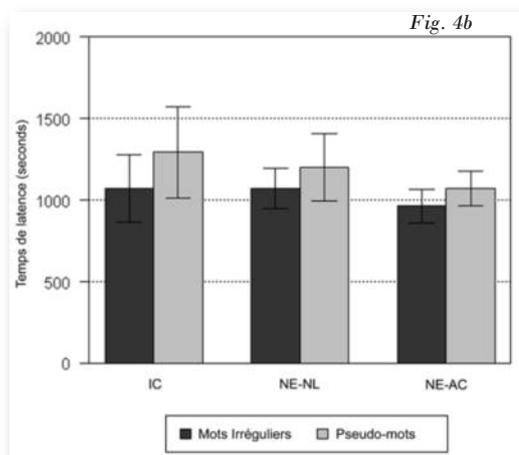


Figure 4b. Temps de latence en lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots.



Les mots irréguliers sont en noir, les pseudo-mots en gris. De gauche à droite, on observe les scores des enfants implantés, des enfants normo-entendants appariés sur le niveau de lecture et des enfants normo-entendants appariés sur l'âge chronologique.

On observe que les scores de lecture de pseudo-mots et de mots irréguliers des enfants implantés sont inférieurs à ceux des enfants normo-entendants. On observe également un effet de lexicalité pour tous les groupes : les mots irréguliers sont plus difficile à reconnaître que les pseudo-mots.

Enfin, on observe que cet effet de lexicalité est similaire entre les enfants implantés et les enfants normo-entendants de même âge chronologique.

Au niveau de la rapidité de lecture, on observe que les enfants implantés lisent les pseudo-mots et les mots irréguliers avec la même rapidité que les enfants normo-entendants. Comme pour la précision de lecture, on observe un effet de lexicalité pour tous les groupes : les mots irréguliers sont lus plus rapidement que les pseudo-mots. Et enfin, on observe que cet effet de lexicalité est similaire pour tous les groupes.

Conclusions

Est-ce que les compétences en lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots des enfants implantés sont similaires à celles des enfants normo-entendants appariés sur le niveau de lecture et l'âge chronologique ?

Sur les tâches de **lecture à haute voix** :

♦ En **précision** : les compétences en lecture des enfants implantés sont moins précises que celles des enfants contrôles normo-entendants. Il y a donc un **déficit** de précision de lecture de pseudo-mots et de mots irréguliers.

♦ En **rapidité** : la lecture des enfants implantés est aussi rapide que celles des groupes contrôles : la rapidité de lecture est **normale** pour les pseudo-mots et les mots irréguliers.

Est-ce que les **procédures de lecture** utilisées par les enfants IC et NE sont similaires ?

L'effet de lexicalité est similaire entre les enfants IC et NE-AC. Les enfants IC utilisent la procédure sublexicale pour lire des pseudo-mots et la procédure lexicale pour lire des mots irréguliers, comme le font les enfants NE : il y a une **utilisation normale** des procédures de lecture.

Par conséquent, la seule difficulté mise en évidence est une difficulté de **précision** de lecture. On peut se deman-

der si le déficit de précision de lecture des pseudo-mots et des mots irréguliers peut être mis en relation avec les difficultés de perception des sons de parole mis en évidence dans la première expérience.

Il est important de déterminer la cause des difficultés à décoder précisément les mots écrits. Les déficits mis en évidence dans cette seconde expérience pourraient être expliqués par des représentations phonologiques sous-spécifiées.

3. LA LPC (LANGUE PARLÉE COMPLÉTÉE), UNE SOLUTION POUR CES DIFFICULTÉS ?

Cadre théorique et enjeux

Le déficit de précision de lecture constaté pourrait être dû aux difficultés de perception des sons de parole : en effet, la première étude présentée ici a permis de montrer que les enfants implantés présentent des représentations phonologiques sous-spécifiées. Nous n'avons pas testé directement les liens entre perception des sons de parole et lecture mais nous avons évalué l'influence de la LPC sur l'apprentissage de la lecture. La LPC pourrait être une solution pour remédier aux difficultés de perception des sons de parole et de lecture des enfants implantés. Cette méthode permet de transmettre visuellement la totalité du message oral à un rythme naturel de parole. Des clés manuelles viennent compléter le signal de parole et permettent de désambiguïser les signaux labiaux qui sont parfois identiques. La LPC permet une meilleure définition des représentations phonologiques. Cela a été mis en évidence chez les enfants sourds utilisant une aide auditive conventionnelle. Il est donc possible que la LPC soit un outils utile à la perception de la parole chez les enfants munis d'un implant cochléaire, et donc à l'amélioration de leurs compétences en lecture.

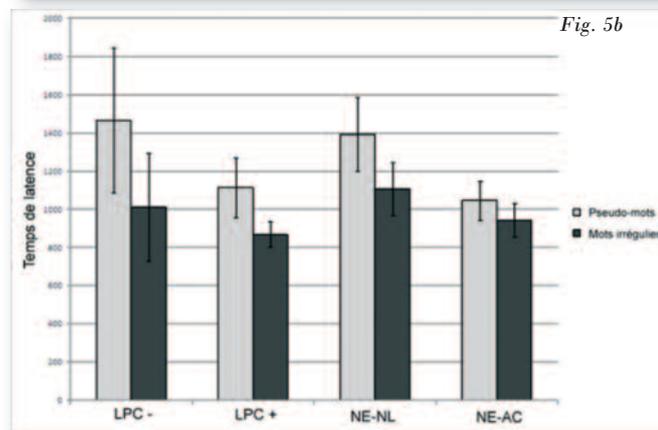
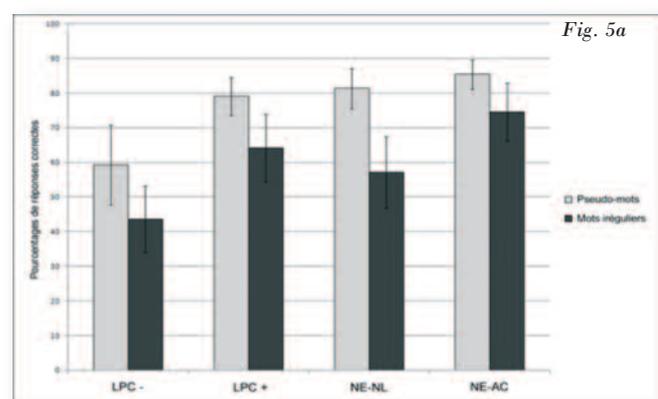
Troisième expérience

Participants : nous avons comparé les performances et les scores en lecture de neufs enfants implantés qui utilisaient la LPC de manière précoce (avant l'âge de 2 ans et demi) et intensive (avec l'orthophoniste, à l'école, et à la maison) à celles d'enfants n'ayant jamais été exposés au LPC. Nous avons également comparé leurs performances à celles d'enfants normo-entendants appariés sur le niveau de lecture et sur l'âge chronologique.

Résultats : sur la même tâche que dans l'étude 2 (reconnaissance de pseudo-mots et de mots irréguliers), on

observe que les scores de précision et de rapidité de lecture des enfants implantés jamais exposés à la LPC sont inférieurs à ceux des 3 autres groupes (enfants implantés exposés à la LPC, contrôle en niveau lecture, contrôle en âge chronologique). De plus, les scores des enfants exposés à la LPC sont similaires à ceux des deux groupes contrôles. Néanmoins, on observe que tous les groupes présentent un effet de lexicalité.

Figure 5a. Pourcentages de réponses correctes de lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots. Figure 5b.



Temps de latence en lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots.

La LPC, dont on connaît l'influence sur l'amélioration de la qualité des représentations phonémiques, permettrait aux enfants implantés d'améliorer leurs performances de reconnaissance des mots écrits. Plus précisément, grâce à la LPC, les enfants implantés ne présentent pas de déficit de lecture, que ce soit en précision, en rapidité ou sur les traitements impliqués au cours de la lecture.

CONCLUSIONS

La LPC (exposition **précoce** et **intensive**) augmente la **qualité des représentations phonémiques**, et augmente la **précision du traitement phonologique** des mots écrits chez les enfants munis d'un implant cochléaire. Les difficultés principalement observées chez les enfants implantés pourraient donc être atténuées en proposant une aide à la structuration de leurs représentations phonémiques, telle que l'utilisation précoce et intensive de la LPC. ❖

Sophie BOUTON, Chercheuse au Laboratoire de Neurosciences Cognitives, Ecole Normale Supérieure, Paris

A noter...

♦ La dernière conférence du colloque ACFOS 9 fut celle du Dr Sandrine MARLIN, Généticienne à l'Hôpital d'Enfants A. Trousseau sur le thème : **“Thérapie génétique, cellules souches : ces traitements pourraient-ils constituer des alternatives à l'implant cochléaire et dans quels délais ?”**.

Cette intervention ne vous sera pas proposée dans notre revue car les éléments principaux de cette communication sont disponibles gratuitement sur Internet sous la forme d'un article publié dans la revue Médecine Sciences (N°26, 2010) et écrit par le Pr Christine PETIT et le Dr Aziz EL-AMRAOUI : **“Thérapie cellulaire dans l'oreille interne. Nouveaux développements et perspectives”**.

Cet article est téléchargeable sur les sites suivants :

♦ www.medecinesciences.org

♦ www.acfos.org, rubrique *Se documenter* > Base documentaire > Médecine, Sciences et Techniques

♦ La présentation de Mme Chris ROCCA, orthophoniste à Nottingham (UK) sur le thème **“Place de la musique dans la prise en charge des enfants implantés cochléaires”** ne peut vous être proposée sous forme d'article. En effet, cette intervention très interactive était essentiellement basée sur des vidéos présentant diverses situations d'éducation musicale et auditive et ne saurait faire l'objet d'un compte-rendu écrit. Il vous est possible de rentrer en contact avec Mme Rocca si vous souhaitez faire des échanges de pratique avec elle : c.rocca@maryhare.org.uk ❖