



HAL
open science

Les capacités verbales et visuo-spatiales en mémoire de travail d'enfants sourds munis d'un implant cochléaire comparés à leurs pairs entendants

Stéphanie Pouyat-Houée, Christine Gaux, Annick Weil-Barais

► To cite this version:

Stéphanie Pouyat-Houée, Christine Gaux, Annick Weil-Barais. Les capacités verbales et visuo-spatiales en mémoire de travail d'enfants sourds munis d'un implant cochléaire comparés à leurs pairs entendants. A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2014, 132-133, pp.545-554. hal-03355786

HAL Id: hal-03355786

<https://univ-angers.hal.science/hal-03355786>

Submitted on 27 Sep 2021

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.

Les capacités verbales et visuo-spatiales en mémoire de travail d'enfants sourds munis d'un implant cochléaire comparés à leurs pairs entendants

S. POUYAT-HOUÉE*, C. GAUX**, A. WEIL-BARAIS***

* Professeure spécialisée auprès d'enfants sourds, Centre Charlotte-Blouin à Angers et doctorante en psychologie, Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire, Université d'Angers, UNAM.

Email : stephanie.pouyat-houee@mfam49-53.fr

** MCU en psychologie du développement cognitif de l'enfant, Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire, Université d'Angers, UNAM.

*** Professeure émérite en psychologie, Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire, Université d'Angers, UNAM.

RÉSUMÉ : *Les capacités verbales et visuo-spatiales en mémoire de travail d'enfants sourds munis d'un implant cochléaire comparés à leurs pairs entendants*

Cette recherche a pour objectif d'étudier la mémoire de travail verbale et visuo-spatiale des enfants sourds munis d'un implant cochléaire. Des enfants sourds avec IC et entendants devaient mémoriser des images ou l'emplacement de points dans une grille présentés dans différentes conditions : seuls, avec du son et/ou de la LPC. Pour les deux groupes, le rappel immédiat dans la modalité visuo-spatiale est supérieur à celui dans la modalité verbale. De manière inattendue, l'apport de la LPC, et plus spécifiquement dans la modalité verbale, ne conduit pas à une augmentation des performances des enfants sourds. Les performances individuelles des enfants sourds montrent différents profils.

Mots clés : *Implant cochléaire – Mémoire de travail verbale et visuo-spatiale – Langue parlée complétée – Enfants sourds et entendants.*

SUMMARY: *Verbal and visuo-spatial working memory capacities of deaf children with a cochlear implant compared with their hearing children*

This research aims to study the verbal and visuo-spatial working memory of deaf children with IC. Deaf children with cochlear implant (CI) and hearing children had to memorize pictures (verbal modality) or locations of points in a grid (visuo-spatial modality) presented in various conditions: alone, with sound and / or Cued Speech. For the two groups, recall in visuo-spatial modality is higher than in verbal modality.

Surprisingly, Cued Speech, and more especially in the verbal modality- doesn't give any help to improve the deaf children performances. Individual performances of deaf children show diverse patterns.

Key words: *Cochlear Implant – Verbal and visuo-spatial working memory – Cued Speech – Deaf and hearing children.*

RESUMEN: *Las capacidades verbales y visual-espaciales en memoria de trabajo de niños sordos con un implante coclear comparados con sus compañeros oyentes*

El objetivo de este estudio es evaluar la memoria de trabajo verbal y visual-espacial de los niños sordos con implante coclear. Tanto los niños sordos con IC como los oyentes debían memorizar unas imágenes en las que se presentaban unos puntos dispuestos sobre una cuadrícula bajo diferentes condiciones: solas, con sonido y/o palabra complementada (LPC). En ambos grupos de niños el recuerdo inmediato en la modalidad visual-espacial es superior al de la modalidad verbal. Sorprendentemente, cuando se añade la LPC, y de forma más específica en la modalidad verbal, no mejoran los resultados obtenidos con los niños sordos. Los resultados individuales de los niños sordos muestran diferentes perfiles.

Palabras clave: *Implante coclear – Memoria de trabajo verbal y visual-espacial – Palabra complementada (LPC) – Niños sordos y oyentes.*

INTRODUCTION

De nombreuses recherches attestent du rôle positif de la pose d'implants cochléaires (IC) sur l'acquisition et le développement du langage oral et écrit. Cependant, la pose d'un IC ne permet pas pour autant d'accéder instantanément au langage oral. En effet, le flux sonore apporté par l'IC est moins riche que le flux sonore naturel et ne restaure pas l'intelligibilité de la parole d'autrui de façon complète (Pisoni, 2000). La pose d'un implant implique donc un accompagnement spécifique qui aide à l'intégration des modalités sonores et visuelles de la parole et ne dispense pas forcément d'utiliser des procédés d'enrichissement du message visuel. Les études tendent à prouver que l'ajout d'informations visuelles, notamment grâce à l'usage de la LPC (codage manuel des sons de la langue française), permettrait à l'enfant sourd de développer des représentations riches, précises et multimodales de la parole (Alegria, Charlier & Mattys, 1999 ; Leybaert & Colin, 2007). Elles montrent également que la précocité de l'utilisation de la LPC prépare mieux à bénéficier de l'implant (Leybaert, Schepers, Renglet, Simon, Serniclaes, Deltenre, Marquet, Mansbach, Périer & Ligny, 2005).

Si l'incidence de l'IC et de la multimodalité de la parole sur le développement du langage sont fréquemment étudiés, peu nombreux sont les travaux examinant leur impact sur la mémorisation à court terme des informations (MCT). Ce manque est d'autant plus dommageable que la MCT joue un rôle important dans le fonctionnement des processus cognitifs complexes (apprentissage, raisonnement). Il est donc capital de s'interroger sur l'incidence de l'implantation sur la nature des représentations utilisées pour mémoriser temporairement une information. Plus précisément, on peut se demander si l'enfant sourd muni d'un IC utilise une représentation phonologique du langage oral ou s'il continue à privilégier une représentation visuelle comme il le faisait lors de l'utilisation de la LPC ou de la LSF (langue des signes française). On peut se demander également si le fait de recourir à plusieurs codages de l'information – phonologique et LPC – peut perturber l'attention ou susciter des difficultés de mémorisation en augmentant la charge cognitive. Sur ces questions les avis divergent. Burkholder et Pisoni (2006) considèrent que les signes manuels comme la LSF ou les clés de la LPC détournent l'attention portée aux lèvres et aux sons, ce qui a pour conséquence que la parole est moins bien perçue. Bertoncini et Busquet (2011) avancent l'idée que les enfants implantés précocement ne fonctionnent plus comme des enfants sourds congénitaux sans IC et que, de ce fait, il est nécessaire de rechercher une complémentarité entre les voies visuelle et auditive.

En s'appuyant sur le modèle de Baddeley (1990) qui distingue deux composantes hypothétiques de la mémoire de travail dédiées pour l'une aux informations verbales et, pour l'autre, aux informations visuo-spatiales, l'équipe de Pisoni à Indianapolis a mené une série d'études sur le fonctionnement de la mémoire de travail phonologique des enfants sourds implantés. Les empan de mémoire

d'enfants sourds avec IC et d'enfants entendants ont été comparés dans une tâche de rétention de séquences d'apparition de pastilles lumineuses présentées dans deux conditions : visuelle uniquement ou accompagnée de la dénomination de des couleurs des pastilles. Il s'avère que les enfants sourds, avec IC, âgés de 8 à 9 ans, utilisent un encodage visuo-spatial dans des situations où les entendants utilisent un encodage phonologique (Cleary, Pisoni & Geers, 2001). Les auteurs attribuent la limitation de l'usage de l'encodage phonologique des enfants avec IC au fait que ceux-ci n'ont profité de l'IC qu'après l'âge de 2 ans. Sachant que le développement du langage oral ne dépend pas uniquement de l'audition mais aussi de la réception d'une information précise et juste, que la période sensible pour un développement optimal du langage de l'enfant se situe avant 2 ans (Leybaert & Colin, 2007), il est possible que l'enfant IC ne recoure pas spontanément aux représentations phonologiques pour mémoriser une information suite à l'implantation et qu'il continue à privilégier une représentation visuelle comme il le faisait au préalable.

Afin d'étudier l'incidence de l'IC sur la mémorisation, nous avons comparé les capacités de maintien en mémoire, chez des enfants sourds avec IC et des enfants entendants, d'informations verbales (suite d'images dont il faut rappeler verbalement le nom) et visuo-spatiales (suite de points dans une grille dont il faut rappeler la localisation en pointant successivement, sur une grille vide, les cases où ils sont apparus). Par ailleurs, dans le but d'examiner si l'apport visuel de la LPC permet à l'enfant implanté d'améliorer la rétention d'informations, nous avons proposé différentes situations de mémorisation à court terme : les items à mémoriser sont accompagnés soit de la dénomination des objets ou localisation des points, soit de leur codage LPC, soit des deux.

Compte tenu des résultats des études antérieures, nos hypothèses sont les suivantes :

- nous nous attendons à ce que, globalement, les performances de rappel des enfants sourds soient inférieures à celles des enfants entendants (Hanson, 1982 ; Alégria, Charlier & Mattys, 1999 ; Waters & Doehring, 1990) ;
- si l'implantation permet aux enfants sourds avec IC d'utiliser leur mémoire aussi efficacement que les enfants entendants, les enfants sourds devraient obtenir des scores de rappel comparables à ceux des enfants entendants quand ils ne disposent pas de codage LPC ;
- l'expérience du traitement et de la mémorisation d'informations visuelles, telles que la LPC, devrait permettre aux enfants sourds avec IC d'obtenir des scores de rappel supérieurs à ceux des enfants entendants quand l'information présentée est de nature visuo-spatiale ;
- compte-tenu de la privation initiale de perception auditive et l'entraînement à mémoriser des informations visuo-spatiales (Leybaert, 2005), les enfants sourds devraient obtenir des scores de rappel supérieurs lorsque l'information présentée est de nature visuo-spatiale que lorsqu'elle est de nature verbale ;
- s'il existe un effet bénéfique de la LPC sur la perception du langage oral (Leybaert, Schepers, Ren-

glet, Simon, Serniclaes, Deltenre, Marquet, Mansbach, Périer, & Ligny, 2005), les rappels des enfants sourds dans les conditions avec la LPC devraient être plus élevés que ceux sans la LPC. Par contre, pour les enfants entendants, la présence de la LPC pourrait constituer un élément perturbateur et devrait conduire à des rappels inférieurs.

MÉTHODE

Participants

L'étude a été réalisée auprès de 11 enfants sourds profonds implantés et 20 enfants entendants. Les familles et les enfants étaient tous coopérants.

Les enfants sourds profonds implantés, 4 garçons et 7 filles, sont âgés de 7 à 9 ans (âge chronologique moyen : 8 ; 1 mois). Leur langue maternelle est le français. Ils ont été implantés entre 18 mois et 6 ans 5 mois (âge moyen d'implantation : 3 ; 1 mois). Les critères d'inclusion étaient les suivants : pas de troubles associés, exposition à la LPC mais plus forcément utilisateur, scolarisation en CE1 (7) ou CE2 (4), avec un mode de communication plutôt oral et parfois utilisateurs de la LSF (tableau 1).

Les enfants entendants, 11 filles et 9 garçons âgés de 7 à 8 ans (âge chronologique moyen 7 ; 8 mois ; de 86 mois à 97 mois) sont scolarisés en classe de CE1 dans une école rurale.

Tableau 1. Caractéristiques des enfants sourds.

Enfant	Sexe	Âge chronologique (mois)	Âge dépistage surdité (mois)	Âge de l'implantation (mois)	Classe	LPC classe	NNAT /38	Intelligibilité	TERMO	Période de l'implant et communication
1	M	96	6	26	CE1	oui	24	5	B=C	IP-CO
2	M	95	0	19	CE1	oui	24	4	B<C	IP+CO
5	F	104	36	61	CE2	non	21	5	B=C	ITCO
6	F	84	0	18	CE1	non	16	5	B=C	IP+CO
7	F	88	9	23	CE1	oui	22	5	B<C	IP+CO
8	F	104	0	32	CE2	oui	23	5	B<C	IP-CO
9	M	107	26	36	CE2	oui	25	3	B<C	ITCO
11	F	100	0	64	CE1	oui	15	2	B>C	ITCT
12	F	102	0	54	CE1	oui	17	2	B=C	ITCT
13	F	93	0	30	CE1	oui	20	5	B=C	IP-CO
15	M	102	48	77	CE2	oui	21	5	B<C	ITCO
moyenne		94,47	8,33	37,27						
�cart type		8,77	15,47	18,46						

Période de l'implantation et communication : IP+CO : implant très précoce (avant 2 ans) et communication orale ; IP-CO : implant précoce (avant 3 ans) et communication orale ; ITCT : implant tardif (après 3 ans) et communication totale ; ITCO : implant tardif et communication orale.

Intelligibilité - échelle de Nottingham : Niveau 1 : absence d'intelligibilité, Niveau 2 : quelques mots sont intelligibles, Niveau 3 : l'enfant est intelligible pour un auditeur qui prête attention et qui utilise la lecture labiale, Niveau 4 : l'enfant est intelligible en contexte par des personnes averties, Niveau 5 : l'enfant est intelligible par tous.

TERMO (Test d'évaluation de la Réception du Message Oral) : modalité B = Auditif et Lecture Labiale (son +LL) ; modalité C = Auditif, lecture labiale et LPC (son+ LL+ LPC).

NNAT : test d'aptitude non-verbale de Naglieri.

 valuation de la mémoire de travail

La méthode utilisée pour évaluer la mémoire de travail est adaptée de la procédure utilisée par Cleary, Pisoni et Geers (2001) et reprend le principe des tâches classiques d'empan. La tâche consiste à présenter des suites d'items à mémoriser dont la longueur augmente progressivement (2 à 4 items) et à demander un rappel immédiat dans l'ordre. Pour chacune de ces suites, trois essais sont proposés. Le nombre maximum de suites correctement rappelées est de 27 pour une condition. Ces items sont constitués soit d'une image dont il faut se rappeler le nom de l'objet représenté (modalité verbale) soit d'un point placé dans la case d'une grille 3x3 (modalité visuo-spatiale). Ils apparaissent sur l'écran d'un ordinateur dans quatre conditions de présentation.

1. Items seuls à l'écran.
2. Items à l'écran et, selon la modalité, dénomination de l'objet représenté ou indication de l'emplacement du point cod e à l'aide de chiffres de 1 à 9 – ce que, dans la suite du texte, nous désignons par condition « son ».
3. Items à l'écran, son et codage LPC.
4. Son et codage LPC.

Le codage LPC apparaît sous un format vidéo dans une fenêtre à droite de l'image ou de la grille dans laquelle est situé le point. La LPC et le son ont été enregistrés par le premier auteur. La durée d'affichage à l'écran de l'image ou du point est de 4 secondes du fait des conditions de présentation avec le codage LPC. Nous avons fait ce

choix pour que l'enfant ait le temps de voir l'image ou le point dans la grille et le codage LPC du mot. De plus, l'utilisation de la LPC ralentit légèrement le débit de la parole.

La consigne est donnée oralement avec ou sans la LPC selon les besoins de l'enfant et, si nécessaire, elle était traduite en LSF par l'expérimentatrice. L'enfant devait restituer la suite oralement et était autorisé à utiliser la LPC ou la LSF, à sa convenance. À chaque nouvelle condition, les modalités de présentation étaient précisées à l'enfant (l'image peut être accompagnée ou non de son ou de la LPC). L'épreuve était arrêtée au bout de trois échecs dans une suite donnée. Pour chaque suite, le nombre d'items correctement restitués dans l'ordre était relevé. Tous les enfants ont bénéficié d'une phase d'entraînement préalable (3 items par condition).

Description du matériel de la modalité verbale

Dans la modalité verbale, la séquence d'images dénommables est proposée dans quatre conditions (voir *tableau 1*).

Sur l'ensemble de toutes les conditions, un mot est répété au maximum 2 fois. Pour réaliser les différentes suites (3x2, 3x3, 3x4), nous avons utilisé la base de données *Manulex* pour le choix des mots et la base de données *Cannard* pour les images. Chaque mot est constitué de deux syllabes écrites ou codées avec un indice standard de fréquence dans *Manulex* supérieur à 53,5 niveau CP. Avant le début de la tâche, nous avons vérifié que les images étaient connues et que l'enfant pouvait les dénommer.

La consigne était la suivante : « *Regarde attentivement chaque image pour essayer de t'en souvenir. Quand je te le demande, tu me redonnes les images dont tu te souviens, dans le même ordre que celui où tu les as vues et à l'oral (avec ou sans la LPC) ou en LSF. On va commencer par deux images et tu verras que le nombre d'images à mémoriser en une seule fois va augmenter. Attention, tu ne verras les images qu'une seule fois.* »

Description du matériel de la modalité visuo-spatiale

Les conditions sont les mêmes que précédemment mais l'information à mémoriser sollicite un traitement visuo-spatial. La tâche reprend le principe du test des Planches de Corsi (*block tapping test*) et a été adaptée à une présentation par ordinateur. Dans le test de Corsi, une planche sur laquelle sont fixés des blocs de bois est présentée. L'examineur touche deux blocs successivement et l'enfant doit répéter cette séquence dans le même ordre. Le nombre de blocs touchés augmente progressivement. Dans notre tâche, les points apparaissent successivement dans des cases d'une grille (3x3) présente à l'écran de l'ordinateur. Ensuite l'enfant doit reproduire la suite des points qu'il a vus en pointant des cases sur une grille similaire dessinée sur une planche plastifiée. Chaque suite de points est unique.

La suite de points à mémoriser de façon ordonnée est proposée dans quatre conditions (voir *tableau 1*). Pour chaque condition, nous avons présenté des séries de 2, 3 ou 4 points apparaissant successivement dans les cases. Pour les deux conditions avec du son et de la LPC, les

cases ont été codées à l'aide de chiffres de 1 à 9, en suivant le sens de l'écriture (horizontalement, de la gauche vers la droite et de haut en bas) afin de pouvoir exprimer facilement à l'oral la position spatiale du point. Le codage des cases de la grille avec les chiffres de 1 à 9 n'est pas indiqué à l'enfant, à l'exception de la dernière condition 'Point+Son' dans laquelle la grille n'apparaît pas.

La consigne est la suivante : « *Regarde attentivement chaque point dans la grille pour essayer de t'en souvenir. Quand je te le demande, sur la grille plastifiée, tu me montres où sont placés les points, dans le même ordre que celui où tu les as vus. On va commencer par deux points et tu verras que le nombre de points à mémoriser en une seule fois va augmenter. Attention, tu ne verras les points qu'une seule fois.* »

Procédure

Les tâches de mémoire de travail ont été présentées de façon individuelle aux enfants durant deux sessions de 25 minutes environ, la première consacrée à la modalité verbale, la seconde à la modalité visuo-spatiale. L'ordre des conditions de présentation des items était fixe : il suit l'ordre de présentation des conditions présentées dans la *figure 2*.

Les rencontres avec les enfants ont eu lieu dans des écoles ou dans les instituts spécialisés. Une pièce a été mise à notre disposition sur les différents lieux où nous avons rencontré les enfants.

Lors du traitement des données, l'anonymat des enfants a été préservé.

RÉSULTATS

Dans un premier temps, les scores de rappel des suites d'items dans l'ordre ont été comparés en prenant en compte les caractéristiques des enfants (enfants sourds avec IC versus entendants) et des épreuves (modalité verbale versus visuo-spatiale et conditions de présentation : item seul, item avec son, item avec son+LPC, son+LPC). Dans un second temps, nous sommes intéressées aux profils individuels des enfants sourds.

Analyse sur l'ensemble des enfants

Une analyse de variance a été réalisée avec le logiciel Statistica selon le plan $S < G2 > * M2 * C4$, où G représente les groupes (entendants versus sourds) M représente les modalités (verbale versus visuo-spatiale) et C les conditions de présentation (I/P, I/P+S, I/P+S+P ou S+P).

De façon globale, le nombre moyen de suites correctement rappelées dans l'ordre par les enfants sourds est sensiblement équivalent à celui des enfants entendants (21,66 versus 22,97). La différence entre ces deux groupes n'est pas significative [$F(1,29) = 1,52$, ns]. Le nombre moyen de suites correctement rappelées dans la modalité verbale (19,77) est significativement inférieur celui dans la modalité visuo-spatiale (24,86) [$F(1,29) = 60,88$; $p < .001$]. L'effet de la condition n'est pas significatif [$F(3,87) = 2,56$; ns]. Par contre, l'effet d'interaction double « Groupe *

Tableau 2. Exemples d'items dans les 4 conditions en modalité verbale et en modalité visuo-spatiale.

Modalité verbale	Modalité visuo-spatiale
<p>Condition « images » : I (ours)</p>	<p>Condition « points » : P (neuf)</p>
<p>Condition « images avec mots énoncés » : I+S (fleur)</p>	<p>Condition « points avec emplacements énoncés » : P+S (quatre)</p>
<p>Condition « images avec mots énoncés et code LPC » : I+S+LPC (fille)</p>	<p>Condition « points avec emplacements énoncés et code LPC » : P+S+LPC (sept)</p>
<p>Condition « mots énoncés et code LPC » : S+LPC (citron)</p>	<p>Condition « emplacements énoncés et code LPC » : S+LPC (huit)</p>

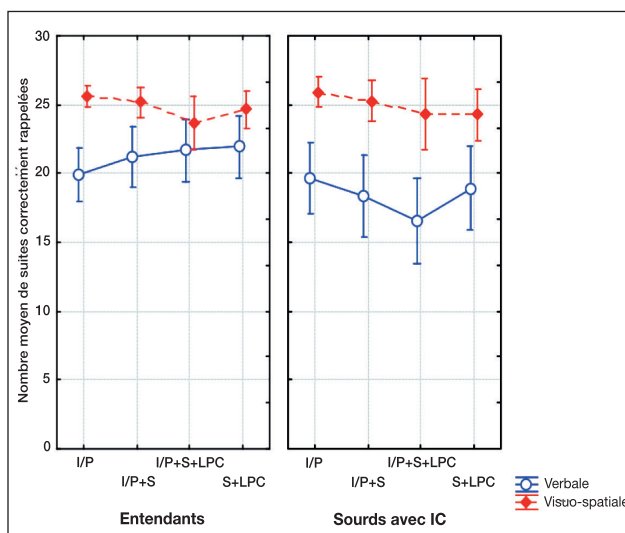
I : image ; P : Point ; S : Son ; LPC : codage manuel des sons de la langue française

Modalité * Condition » est significatif [$F(3,87) = 2,77$; $p < .05$], ce qui signifie que les modalités et conditions de présentation influencent le rappel de façon différente chez les enfants entendants et les enfants sourds, ce qui sera détaillé ci-après. La *figure 1* présente le nombre moyen de suites correctement rappelées par les enfants sourds et entendants dans chacune des quatre conditions de présentation et les deux modalités.

Comparaisons des enfants sourds aux enfants entendants selon les conditions et les modalités

Dans la modalité verbale, toutes suites confondues, les enfants sourds obtiennent en moyenne un nombre de suites correctement rappelées plus bas (18,36/27) que celui des enfants entendants (21,18/27), mais cette différence n'est pas significative [$F(1,29) = 3,28$, ns]. Cette différence entre enfants sourds (ES) et entendants (EE) est non significative dans la condition de présentation de l'information la plus simple, qui correspond à la condition Image seule (ES 19,64 vs EE 19,9), ainsi que dans les conditions Image+Son (ES 18,36 vs EE 21,15) et Son+LPC (ES 18,91 vs EE 21,95), mais est significative dans la

Figure 1. Nombre moyen de suites correctement rappelées dans l'ordre sur 27 par les enfants sourds et les enfants entendants en fonction des modalités verbales et visuo-spatiales et des conditions (I : Images, P : Points ; S : son-dénomination, LPC : codage LPC).



condition I+Son+LPC dans laquelle la performance moyenne des enfants sourds est particulièrement basse (ES 16,55 vs EE 21,7 ; $F(1,29) = 7,58, p < .05$).

Dans la modalité visuo-spatiale, la différence entre les enfants sourds (24,95/27) et les enfants entendants (24,78/27) n'est pas non plus significative [$F < 1$]. L'écart entre les deux groupes est faible et non significatif pour chacune des conditions : pour P ES 25,91 vs EE 25,6 ; pour P+S ES 25,27 vs EE 25,2 ; pour P+S+LPC ES 24,36 vs EE 23,65 et pour S+LPC ES 24,27 vs 24,65.

Analyses pour chacun des groupes

Effet de la modalité

Pour les enfants sourds, le nombre moyen de suites correctement rappelées est significativement plus élevé en modalité visuo-spatiale (24,95/27) qu'en modalité verbale (18,36/27) ($F(1,10) = 20,85, p < .01$). Les enfants sourds réussissent mieux à mémoriser les suites de points que des suites de mots (images). Pour chacune des conditions, les rappels en modalité visuo-spatiale sont significativement supérieurs à ceux en modalité verbale (à $p < .01$).

Il en est de même **pour les enfants entendants** : le rappel est plus élevé dans la modalité visuo-spatiale (24,77/27) que dans la modalité verbale (21,18/27) [$F(1,19) = 40,39, p < .001$]. Pour chacune des conditions, les rappels en modalité visuo-spatiale sont significativement supérieurs à ceux en modalité verbale (I/P et I/P+S à $p < .001$; I/P+S+LPC tendanciel $p = .053$; S+LPC à $p < .01$).

Effet de la condition par modalité

Pour les enfants sourds, en modalité verbale la condition la plus favorable est l'image seule alors que la condition la moins favorable est celle où l'on présente une image avec sa dénomination et la LPC. Les comparaisons deux à deux des nombres moyens de séries correctement rappelées montrent deux différences significatives : entre les conditions Images et Images+Son+LPC [$F(1,10) = 6,80, p < .01$] et entre les conditions Images+Son et Images+Son+LPC [$F(1,10) = 5,76, p < .05$].

En modalité visuo-spatiale, la condition de mémorisation qui semble la plus favorable est celle dans laquelle les points apparaissent dans la grille sans aide complémentaire (P) alors que la condition la moins favorable est celle où sont énoncés les emplacements des points avec la LPC sans la grille. Toutefois, les différences entre ces conditions ne sont pas significatives. Les enfants sourds réussissent donc à mémoriser la localisation des points dans la grille sans être perturbés par l'information verbale et/ou la LPC de façon comparable à la condition dans laquelle les points seuls apparaissent (P).

Pour les enfants entendants, l'influence de la condition de présentation sur les scores de rappel diffère selon la modalité de l'information (effet d'interaction Modalité * Condition significatif [$F(3,57) = 5,26, p < .01$]). En modalité verbale, la condition de mémorisation la moins favorable est celle dans laquelle l'image apparaît seule. Les deux conditions qui se révèlent les plus favorables sont celles comportant le son et le LPC. Les comparaisons deux à deux des nombres moyens d'items correctement rappelés montrent que les rappels sont significativement plus élevés dans les conditions Images avec Son+LPC et Son+LPC

par rapport à la condition Images seules ($F(1,19) = 4,19, p < .05$ et $F(1,19) = 4,19, p < .05$).

En modalité visuo-spatiale, la condition la moins favorable est celle dans laquelle la présentation des points est accompagnée d'un codage verbal et de la LPC. Les comparaisons deux à deux montrent une différence significative entre les conditions Points et Points+Son+LPC [$F(1,19) = 5,46, p < .05$] et entre les conditions P+S et P+S+LPC [$F(1,19) = 5,62, p < .05$]. La condition la plus favorable pour mémoriser une information visuo-spatiale est celle où la grille est présentée seule avec les points.

Profils des performances des enfants sourds

Le groupe des enfants sourds implantés étant très hétérogène du point de vue de l'âge où l'intervention a eu lieu et de l'usage de la LPC et/ou du LSF, il nous a semblé intéressant d'étudier les scores individuels de rappel afin d'examiner les profils de rappel en tenant compte des caractéristiques du matériel à mémoriser.

À cet effet, les scores individuels de chaque enfant sourd ont été comparés aux scores moyens du groupe d'enfants entendants de CE1. Un score inférieur à 'la moyenne -1,65 écart-type' a été considéré comme signalant une difficulté dans la mémorisation de l'information. Un score correspondant à la 'moyenne + 1 écart-type' a été considéré comme révélant une bonne capacité de mémorisation de l'information. Pour cette étude de profils, nous avons gardé uniquement les enfants dont la surdité profonde est congénitale et prélinguale. En effet, lorsque la surdité est survenue plus tardivement, l'enfant a déjà entendu et d'autres paramètres seraient à prendre en compte.

Les analyses réalisées sur la moyenne des suites correctement rappelées dans la modalité verbale puis dans la modalité visuo-spatiale mettent en évidence trois profils (voir *tableau 3*). Le premier profil appelé 'Difficultés de mémorisation' comporte 4 enfants sourds dont le score de rappel dans la modalité verbale se situe au-dessous de la moyenne des enfants entendants moins 1,65 écart-type. Parmi ceux-ci, 1 enfant (le 11) présente aussi une difficulté à mémoriser l'information visuo-spatiale. On peut noter que cet enfant a un mode de communication totale (Orale + LSF) et un âge d'implantation tardif. Dans le deuxième profil appelé 'Dans la norme' sont regroupés 3 enfants sourds qui obtiennent des scores dans la moyenne par rapport aux enfants entendants. Enfin, le troisième profil, nommé 'En avance', regroupe 2 enfants qui ont un bon score en verbal ou visuo-spatial, score qui se situe au-dessus de la moyenne des enfants entendants plus 1 écart-type.

La classification réalisée sur les scores individuels obtenus dans chacune des conditions des modalités verbale et visuo-spatiale ne permet pas de montrer un effet différentiel de l'ajout du son ou de la LPC (voir *tableau 4*). Parmi les 4 enfants sourds du groupe 'Difficultés de mémorisation' aucun enfant ne bénéficie de l'ajout du son et/ou de la LPC dans la modalité verbale. En effet, lorsque le score de rappel se situe au-dessous du seuil retenu (la moyenne des enfants entendants moins 1,65 écart-type)

Tableau 3. Caractéristiques des enfants sourds et classification des performances individuelles moyennes dans chaque modalité selon le profil type (cellule en gris clair score de rappel au-dessous Moy - 1,65 écart-type et cellule en gris foncé score de rappel au-dessus de Moy + 1 écart-type).

Enfant	Sexe	Classe	Âge en mois	Groupe	Intelligibilité	TERMO	MoyV	MoVs
<i>Moy</i>							<i>21,18</i>	<i>24,78</i>
Moy -1,65SD							16,19	21,67
Moy +1SD							24,2	26,7
Difficultés de mémorisation								
1	M	CE1	96	IP-CO	5	B=C	10,3	23,3
2	M	CE1	95	IP+CO	4	B<C	15	26
9	M	CE2	107	ITCO	3	B<C	12	26,5
11	F	CE1	100	ITCT	2	B>C	12,3	17
Dans la norme								
7	F	CE1	88	IP+CO	5	B<C	21	25,3
8	F	CE2	104	IP-CO	5	B<C	17,3	25,8
12	F	CE1	102	ITCT	2	B=C	18,5	25
En avance								
6	F	CE1	84	IP+CO	5	B=C	27	26,5
13	F	CE1	93	IP-CO	5	B=C	24	26,8

Groupes : IP+CO : implant très précoce (avant 2 ans) et communication orale ; IP-CO : implant précoce (avant 3 ans) et communication orale ; ITCT : implant tardif (après 3 ans) et communication totale ; ITCO : implantation tardif et communication orale.

Intelligibilité – Échelle de Nottingham : Niveau 1 : absence d'intelligibilité, Niveau 2 : quelques mots sont intelligibles, Niveau 3 : l'enfant est intelligible pour un auditeur qui prête attention et qui utilise la lecture labiale, Niveau 4 : l'enfant est intelligible en contexte par des personnes averties, Niveau 5 : l'enfant est intelligible par tous.

TERMO - Réception du message oral : modalité B = Auditif et Lecture Labiale (son +LL) ; modalité C = Auditif, lecture labiale et LPC (son+ LL+ LPC).

pour la condition Image, le score reste sous ce seuil dans les modalités avec son et/ou de la LPC. Bien que tous ces enfants bénéficient de la LPC en classe, ils n'y ont pas été exposés de la même façon. De plus, les résultats des tests du TERMO (Descourtieux, 2006) indiquent que la perception de la langue orale n'est pas forcément meilleure avec la LPC pour 2 enfants de ce groupe. Dans notre tâche de mémorisation, la présentation avec la LPC oblige l'enfant à déplacer son regard de l'image vers la vidéo comportant le codage LPC, ce qui exige une attention visuelle plus importante dans ces conditions où plusieurs informations apparaissent simultanément. Pour ce qui concerne ces 4 enfants, on constate effectivement une diminution plus grande des scores dans cette condition (I+S+LPC) quand le nombre d'items à mémoriser augmente.

On peut noter que les enfants du groupe 'Difficultés de mémorisation' pour la modalité verbale ne le sont pas en modalité visuo-spatiale. La différence entre les deux modalités a tendance à être plus importante quand l'enfant ne réussit pas bien la partie verbale. Seul l'enfant ayant un mode de communication totale et une implantation tardive (11), se trouve en réelle difficulté pour la condition P+S+LPC.

Il est difficile d'évaluer l'impact de la LPC pour la modalité visuo-spatiale car les scores sont très élevés dans toutes les conditions (l'épreuve proposée ne discrimine pas suffisamment les compétences en mémoire visuo-spatiale). Il semble toutefois que pour certains enfants, la LPC ne rentre pas en conflit avec la présentation d'une information

visuo-spatiale (ce qui est le cas chez les enfants entendants). Cette observation d'un effet non perturbateur de la LPC apparaît chez 2 enfants du groupe 'Difficultés de mémorisation', 2 du groupe 'Dans la norme' et 1 enfant du groupe 'En avance'.

Par ailleurs, ce qui caractérise les 2 enfants de ce dernier groupe est leur bonne performance dans la modalité verbale et plus précisément dans la condition la plus simple Image et dans la condition avec son. Ces 2 enfants n'ont pas été éduqués de la même façon à la LPC. L'enfant le plus exposé à la LPC (école + maison) et de façon très précoce paraît être perturbé par l'ajout de la LPC lors de la mémorisation de listes de mots. Nous pouvons supposer que, pour cet enfant, la LPC apporte du sens à la réception du message oral et son attention visuelle est plus sollicitée dans cette condition, ce qui l'oblige à gérer plusieurs informations en même temps.

DISCUSSION

Les comparaisons entre les deux groupes montrent, d'une part, que le nombre moyen de séries correctement rappelées par les enfants sourds, toutes modalités et conditions confondues, n'est pas significativement différent de celui des enfants entendants. Elles indiquent d'autre part que dans la modalité verbale comme dans la modalité visuo-spatiale, la différence entre enfants sourds et entendants n'apparaît pas dans la condition de présentation de l'information la plus simple (I et P).

Tableau 4. Classification des performances individuelles des enfants sourds dans chacune des conditions selon le profil type (cellule en gris clair score de rappel au-dessous Moy - 1,65 écart-type et cellule en gris foncé score de rappel au-dessus de Moy + 1 écart-type).

	Verbale				Visuo-spatiale			
Enfant	I	I+S	I+S+LPC	S+LPC	P	P+S	P+S+LPC	S+LPC
Moy	19,9	21,15	21,7	21,95	25,6	25,2	23,65	24,65
Moy -1,65SD	13,98	15,31	15,04	15,9	22,92	21,52	18,42	19,37
Moy +1SD	23,5	24,7	25,74	25,62	27,2	27,43	26,82	27,85
Difficultés de mémorisation								
1	12	9	7	13	26	22	25	20
2	17	13	14	16	27	26	27	24
9	13	11	11	13	26	26	27	27
11	20	12	11	6	21	19	8	20
Dans la norme								
7	17	24	18	25	27	25	23	26
8	18	16	12	23	27	27	27	22
12	20	19	16	19	24	26	26	24
En avance								
6	27	27	27	27	27	27	27	25
13	25	25	20	26	27	27	26	27

L'influence des conditions de présentation et de la modalité diffère selon le groupe d'enfants. Pour les enfants sourds, dans la modalité verbale, les informations ajoutées à l'image (son et/ou LPC) ne permettent pas d'améliorer la mémorisation.

On pouvait penser, d'une part, que la mémorisation serait facilitée lorsque l'image était accompagnée de la dénomination orale de l'objet représenté. En fait, le rappel diminue même si la différence entre les conditions Images seules et Images avec son n'est pas significative. Ceci confirme les résultats de Cleary *et al.* (2001). Les enfants sourds ne semblent pas bénéficier de la dénomination des images. Pour Cleary *et al.* (2001), les enfants avec IC privilégieraient un encodage visuo-spatial, même lors d'une tâche verbale et ceci quelles que soient les conditions. Ils encoderaient l'information visuelle et n'utiliseraient pas spontanément un codage phonologique. On pouvait penser, d'autre part, que la LPC apporterait une information phonologique complémentaire à la lecture labiale susceptible de favoriser l'utilisation de la boucle phonologique. Or, l'apport bénéfique de la LPC n'apparaît pas dans notre étude. Le rappel dans la condition Images avec son et LPC est moins bon par rapport à la condition image seule. Plusieurs explications peuvent être avancées. Soulignons tout d'abord que tous les enfants sourds rencontrés n'ont pas été exposés de la même façon à la LPC. La plupart d'entre eux l'utilisent en classe depuis la maternelle mais pas obligatoirement chez eux. Ceci peut expliquer que certains enfants sourds privilégient l'image. En outre, dans notre tâche la prise en compte de la LPC nécessite un déplacement oculaire de l'image vers le codage LPC (présenté en vidéo). Il est possible que les informations présentées aient été trop nombreuses à traiter et que la LPC soit intervenue comme un élément perturbateur dans la tâche de mémorisation comme le proposent

Burkholer et Pisoni (2006). Dans ce cas, l'image et le code apportent des informations qui ne sont pas complémentaires mais concurrentes. Si l'enfant se centre sur la lecture labiale et la LPC, son attention visuelle peut être détournée par l'image proposée. Si l'enfant regarde l'image, il peut ensuite rencontrer des difficultés à guider son déplacement visuel de l'image vers la séquence vidéo. De fait, le score de rappel est légèrement plus élevé dans la condition Son+LPC dans laquelle il n'a pas à déplacer son regard, par rapport à la condition Image.

Dans la modalité visuo-spatiale, l'ajout du son et/ou du codage LPC à la visualisation des points ne permet pas d'améliorer les rappels. Les informations supplémentaires apparaissant à l'écran ne perturbent pas significativement la mémorisation. Précisons toutefois que le rappel est légèrement plus faible lorsque les points n'apparaissent plus (condition Son+LPC). Dans cette condition, les enfants sont obligés de faire appel à une autre stratégie de maintien temporaire de la position des points qui n'apparaissent plus visuellement devant lui. Ils peuvent mentalement se représenter les points dans la grille à partir des positions énoncées et codées en LPC et/ou se répéter les chiffres correspondant aux cases dans lesquelles se trouvent les points. Ce codage ne conduit cependant pas à un bénéfice, sans doute parce que la tâche devient double. Il est possible également que le codage de position des points utilisé, c'est-à-dire la numérotation des cases par ligne de gauche à droite, ait suscité des difficultés de codage de la position.

Dans la modalité visuo-spatiale, les enfants entendants ont, comme les enfants sourds, obtenu des rappels plus élevés que dans la modalité verbale. Par ailleurs, comme pour les enfants sourds, l'ajout de la dénomination de la position du point dans la grille ou de la LPC n'a pas d'effet bénéfique pour ces enfants entendants. Leur stratégie

de mémorisation semble essentiellement correspondre à un encodage visuo-spatial. Les écarts entre les conditions ont pu être cependant limités par les performances élevées, plusieurs enfants ayant un score plafond. Toutefois, il est possible d'observer que par rapport à la condition Point seul, le score moyen de rappel est plus bas dans la modalité avec la grille, le son et la LPC (P+S+LPC). Il semble que les enfants aient été perturbés par l'apparition du codage LPC. Cet effet disparaissant dans la condition S+LPC, qui est la deuxième condition dans laquelle le codage LPC est présent, les enfants ont pu se familiariser avec cette présentation. Il n'apparaît pas non plus dans la modalité verbale I+S+LPC.

Par ailleurs, les comparaisons entre les enfants sourds et les enfants entendants montrent que les enfants sourds ne bénéficient pas de la LPC dans les deux modalités (visuo-spatiale et verbale) puisque leurs scores dans les deux conditions avec la LPC ne sont pas supérieurs à ceux des enfants entendants. Les enfants sourds obtiennent même des scores inférieurs à ceux des enfants entendants pour les conditions avec la LPC (bien que la différence entre les deux groupes ne soit significative que pour la condition I+Son+LPC), alors que leurs scores sont comparables aux enfants entendants pour la condition Image seule. Ainsi, dans la modalité verbale, les enfants sourds obtiennent de plus faibles performances de rappel dans les conditions de présentation comportant plusieurs modalités de présentation de l'information. La multiplicité des sources d'information semble constituer une difficulté lorsqu'il s'agit de mémoriser des images (le nom des objets qu'elles représentent). Cette multiplicité des sources ne semble en revanche pas susciter de dégradation des performances chez les enfants entendants et au contraire constituer une aide à la mémorisation. Compte-tenu de l'ordre de présentation fixe des quatre conditions, il est possible aussi d'interpréter la supériorité des performances des enfants entendants comme résultant de l'effet d'un apprentissage de la situation de mémorisation. Cependant, cet effet n'apparaît pas dans la modalité visuo-spatiale.

L'examen des profils des enfants sourds et de leurs caractéristiques individuelles ne permet pas de supposer l'existence d'un lien entre le mode de communication privilégié dans le contexte de vie des enfants et les performances de rappel. Nous pouvions supposer que les performances mnésiques dans les modalités verbale et visuo-spatiale seraient meilleures pour les enfants implantés très précocement (avant 2 ans) et précocement (avant 3 ans) avec un mode de communication orale que pour les enfants implantés plus tardivement (après 3 ans) avec un mode de communication totale. En effet, comme ont pu l'observer Svirsky *et al.* (2000), les enfants implantés avant 2 ans ont une meilleure perception de la parole et un meilleur niveau d'apprentissage du vocabulaire que les enfants implantés plus tardivement. De même, O'Donoghue *et al.* (2000) soulignent l'importance du mode de communication orale dans la perception de la parole. Les données obtenues ne permettent pas de valider l'effet de ces paramètres sur la réussite aux tâches mnésiques en modalité verbale ce qui peut être attribuable

au nombre restreint d'enfants correspondant à chaque profil ainsi qu'à la variabilité des scores de rappel. On retrouve dans les groupes 'Difficultés de mémorisation' et 'Dans la norme' des enfants implantés tardivement et avec un mode de communication totale ou orale (ITCT). La réussite dans les conditions de mémorisation en modalité visuo-spatiale ne semble pas dépendre de l'âge de l'implantation ni du mode de communication. Il est intéressant de relever que 3 enfants sur 4 du groupe 'Difficultés de mémorisation' n'ont pas une parole très intelligible contrairement à ceux du groupe 'En avance', ce qui attesterait du rôle de la maîtrise de l'expression orale dans la réussite aux tâches mnésiques. On peut supposer que la boucle audiophonatoire est altérée quand l'intelligibilité est mauvaise, ce qui pourrait également avoir des effets sur la mémorisation en modalité verbale.

Concernant l'utilisation de la LPC, tous les enfants rencontrés n'ont pas été exposés de la même façon à la LPC. Ils l'utilisent en classe depuis la maternelle mais pas systématiquement et pas ou plus obligatoirement chez eux. Rappelons que la précocité de l'exposition à la LPC ainsi que l'utilisation régulière à la maison sont des données importantes pour le traitement de l'information phonologique (Alegria, Charlier & Mattys, 1999). Le test du TERMO indique que 4 enfants rencontrés ont une meilleure réception du message oral avec la LPC, 3 une réception du message oral avec la LPC égale à celle du message oral sans la LPC et seulement 1 (le sujet 11) pour qui la réception orale est moins bonne avec la LPC. Pour ce type d'enfant, l'ajout de la LPC semble pertinent.

Pour l'examen des profils des enfants, nous n'avons pas tenu compte de l'âge et du niveau scolaire des enfants alors que ces variables peuvent également exercer une influence sur le développement de la mémoire (Fayol, & Gaonac'h, 2007). Ceci serait à prendre en compte dans une étude plus extensive.

En résumé, cette étude a permis de constater que l'apport de la LPC, et plus particulièrement dans la modalité verbale, ne favorise pas l'augmentation des performances de mémorisation chez les enfants sourds rencontrés. Le rappel est moins bon dans les conditions 'Image et son' et 'Image son et LPC' que dans la condition 'Image seule'. L'aide visuelle à la lecture labiale offerte par la LPC, qui est supposée permettre à l'enfant sourd implanté d'affiner sa perception du langage oral, n'a pas permis une amélioration des performances mnésiques dans les tâches proposées. Il se pourrait que le déplacement des yeux nécessaire à la perception du codage LPC perturbe la mémorisation, et joue comme un distracteur. Cette interprétation s'appuie sur le fait que le score de rappel est plus bas dans la condition 'Image son et LPC' que dans la condition 'Image seule'. En toute rigueur, il aurait fallu, cependant, comparer la condition 'Son et LPC' avec une condition 'Son seul sans image', ce qui aurait permis de tester l'effet spécifique de la LPC en l'absence de l'information apportée par l'image nécessitant un déplacement visuel. Cette condition n'a pas été présentée aux enfants du fait de la longueur des épreuves et de la difficulté d'écoute 'seule' pour certains enfants IC. Contrairement aux enfants sourds, les enfants entendants qui ne

connaissent pas la LPC n'ont pas été perturbés par l'ajout du code LPC dans la modalité verbale et ont été capables d'inhiber cette information.

L'ensemble des résultats interroge. Nous nous attendions à un effet différenciant des modalités de présentation de l'information (verbale ou visuo-spatiale) pour les deux populations d'enfants observés (sourds et entendants). Il s'avère que les enfants sourds n'obtiennent pas des performances supérieures aux enfants entendants en modalité visuo-spatiale et inversement pour la modalité verbale. Ce résultat peut être attribuable à la constitution des groupes. Dans un travail ultérieur, il nous semblerait nécessaire de procéder à un appariement plus fin des deux populations d'enfants comparées. Par ailleurs, l'ajout d'une condition 'Son seul sans image' permettrait de vérifier l'effet spécifique de la LPC, comme nous l'avons évoqué plus haut.

Enfin, l'influence des capacités de contrôle exécutif sur la mémorisation à court terme pourrait être examinée. Cette hypothèse pourrait être testée en étudiant la relation entre les performances à des tâches de contrôle exécutif (inhibition et alternance par exemple) et les performances aux épreuves de mémorisation utilisées dans la présente étude. En effet des études récentes (Pisoni, Conway, Kronenberger, Henning & Anaya, 2010) suggèrent que la réorganisation des systèmes neuronaux du cerveau, consécutive à l'implantation, pourrait être responsable des disparités observées dans l'acquisition de la langue orale et écrite après implantation. Ce qui expliquerait la variabilité dans le développement des processus cognitifs de l'enfant sourd implanté.

RÉFÉRENCES

ALEGRIA, J., CHARLIER, B. & MATTYS, S. (1999). The role of lip-reading and Cued-Speech in the processing of phonological information in French-educated deaf children. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11 (4), 451-472.

BADDELEY, A. (1990). *Human Memory. Theory and Practice*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass.

BERTONCINI, J. & BUSQUET, D. (2011). La Découverte de la parole : l'enfant entendant, l'enfant sourd porteur d'implant cochléaire et la LPC : une histoire d'adaptabilité. In J. Leybaert (Ed.). *La Langue française parlée et complétée : fondements et perspectives* (pp.209-226). Marseille : Solal.

BURKHOLDER, R.A. & PISONI, D.B. (2006). Working memory capacity, verbal rehearsal speech, and scanning in deaf children with cochlear implants. In P. Spencer and M. Marschark (eds). *Spoken language development in deaf children* (pp. 328-359). Oxford: University Press.

CANNARD, C., BLAYE, A., SCHEUNER, N. & BONTHOUX, F. (2005). Picture naming in 3-8 year-old French Children: Methodological considerations for name agreement. *Behavior Methods Instruments and Computers*, 37 (3), 417-425.

CLEARY, M., PISONI, D.B. & GEERS A.E. (2001). Some measures of verbal and spatial working memory in eight and nine-year-old hearing-impaired children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, 22, 395-411.

DESCOURTIEUX, C. (2006). Le TERMO : test d'évaluation de la réception du message oral par l'enfant sourd. In C. Hage, B. Charlier et J. Leybaert. *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd* (pp.26-53). Sprimont (Belgique) : éditions Mardaga.

HANSON, V. (1982). Short term recall by deaf signers of American Sign Language : Implication of encoding strategy for order recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 572-583.

FAYOL, M. & GAONAC'H, D. (2007). Le Développement de la mémoire. In A Blaye et P Lemaire (Eds). *Psychologie du développement cognitif de l'enfant* (pp.125-156). Bruxelles : De Boeck.

LÉTÉ, B. (2004). Manulex : le lexique des manuels scolaires de lecture. Implications pour l'estimation du vocabulaire des enfants de 6 à 11 ans. In E. Calaque & J. David (Eds.). *Didactique du lexique : contextes, démarches, supports* (pp. 241-257). Bruxelles : De Boeck.

LEYBAERT, J. (2005) : Quelles compétences visuelles pour construire la phonologie avec le LPC ? *Connaissances surdité*, 12, 6-12.

LEYBAERT, J., SCHEPERS, F., RENGLLET, T., SIMON, P., SERNICLAES, W., DELTENRE, P., MARQUET, T., MANSBACH, A.-L., PÉRIER, O. & LIGNY, C. (2005). Effet de l'implant cochléaire sur le développement du langage et l'architecture cognitive de l'enfant sourd profond. In C. Transler, J. Leybaert et J.E Gombert (eds). *L'Acquisition du langage par l'enfant sourd : les signes, l'oral et l'écrit* (pp.173-191). Marseille : Solal.

LEYBAERT, J. & COLIN, C. (2007). Rôle des informations visuelles dans le développement du langage de l'enfant sourd muni d'un implant cochléaire. *Enfance*, 59, 245-253.

O'DONOGHUE, G., NIKOLOPOULOS, T. & ARCHBOLD, S. (2000). Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. *The Lancet*, 356, 466-468.

PISONI, D. (2000). Cognitive factors and cochlear implants: some thoughts on perception, learning and memory in speech perception. *Ear and hearing*, 21, 70-78.

PISONI, D., CONWAY, C.M., KRONENBERGER, W., HENNING, S. & ANAYA, E. (2010). Executive function, cognitive control, and sequence learning in deaf children with cochlear implants. In M. Marschark et P. Spencer (eds). *Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 439-457). New York: Oxford University Press.

POUYAT-HOUÉE, S., GAUX, C. & WEIL-BARAIS, A. (2012). Les Capacités verbales et visuo-spatiales en mémoire de travail des enfants sourds munis d'un implant cochléaire. *Connaissances surdité*, 39, 23-28.

SVIRSKY, M.-A., ROBBINS, A.-M., KIRK, K.-L., PISONI, D.-B. & MIYAMOTO, R.-T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological Science*, 11, 153-158.