

RÉSUMÉ :

Ce travail présente l'évaluation et la rééducation de la mémoire phonologique de travail réalisées chez une enfant dyslexique âgée de 6 ans 10 mois. L'implication de la mémoire phonologique de travail dans la mise en place de la stratégie d'assemblage en lecture étant reconnue depuis de nombreuses années, cette composante a donc été spécifiquement travaillée parallèlement à une rééducation du langage écrit. Au terme du pré-test, l'hypothèse était que le trouble de la mémoire phonologique de travail pourrait être attribuable au fait que les traces phonologiques au sein du stock phonologique à court terme ne seraient pas suffisamment différenciées les unes des autres et ce malgré la présence d'un effet de similarité phonologique. Le travail a ainsi essentiellement visé à améliorer la qualité des traces phonologiques dans le stock à court terme en affinant la prise de conscience phonologique qui, elle aussi, s'avérait déficiente. Au terme d'une rééducation multidisciplinaire de 9 mois, une meilleure maîtrise du langage écrit a été observée. En ce qui concerne les aspects spécifiquement ciblés dans le cadre de ce travail, une évolution positive en terme d'empan ainsi qu'en terme de prise de conscience du phonème a également été relevée. Etant donné les relations étroites et réciproques existant entre langage écrit et habiletés phonologiques associées, à savoir mémoire phonologique de travail et habiletés métaphonologiques, il est très probable que ces deux rééducations menées parallèlement aient eu l'une sur l'autre un impact positif. Outre le lien entre dyslexie et déficits phonologiques fréquemment relevés dans la littérature, cette rééducation fait à nouveau apparaître la nécessité de disposer, dans la pratique, de modèle théorique permettant de préciser l'ensemble des relations existant entre mémoire phonologique de travail et habiletés métaphonologiques.

MOTS-CLÉS :

Mémoire phonologique de travail - Analyse phonologique - Habiletés métaphonologiques - Dyslexie.

Marie-Pierre MASQUELIER
Licenciée en logopédie
et en psychologie
Centre de logopédie du CHU
de Liège
B35 4000 LIEGE (Belgique)

TROUBLE DE LA MÉMOIRE PHONOLOGIQUE DE TRAVAIL : ANALYSE D'UN CAS

par Marie-Pierre MASQUELIER

SUMMARY : Problems of the working phonologic memory : a case analysis

This work presents the assessment and re-education of the working phonologic memory in a dyslexic child aged 6 years 10 months. The implication of working phonologic memory in setting up reading assembly strategy has been recognized for many years ; this component has thus been specifically targeted together with a re-education of written language. The hypothesis on completion of the pre-test was that the problems with the working phonologic memory could be attributed to the fact that phonologic remnants within the short term phonologic storage could not be sufficiently differentiated one from the other despite the presence of a phonologic similarity effect. Thus the work was directed mainly at improving the quality of phonologic remnants within the short-term storage by sharpening aspects of phoneme awareness that were also shown to be deficient. An improvement in written language ability was observed after a multidisciplinary re-education programme lasting 9 months. For those aspects that were specifically targeted for the programme, there was a positive evolution in aspects of span, and improvement was also observed in aspects of phoneme awareness. In view of the close and reciprocal links that exist between written language and associated phonologic abilities, i.e. working phonologic memory and metaphonologic abilities, it is very probable that conducting the two re-education programmes in parallel meant that they had a positive impact on each other. As well as the links between dyslexia and phonologic problems often referred to in the scientific literature, this re-education shows once again the need, in practice, for a theoretical model that allows the set of relationships between working phonologic memory and metaphonologic abilities to be defined.

KEY-WORDS :

Working phonologic memory - Phonologic analysis - Metaphonologic skills - Dyslexia.

INTRODUCTION

Les recherches menées depuis une vingtaine d'années dans le cadre de la dyslexie développementale tendent à montrer qu'un déficit spécifiquement phonologique serait à la base des différents types de dyslexies, qu'il s'agisse des dyslexies phonologiques ou des dyslexies de surface*. Ce déficit phonologique concerne, d'une part, la mémoire phonologique de travail et, d'autre part, l'analyse phonologique et plus spécifiquement l'analyse phonémique. Ces deux capacités sont fortement sollicitées par la procédure phonologique de lecture. Au début de l'apprentissage en lecture, lorsque le lexique orthographique n'est pas encore en place, les enfants lisent en utilisant quasi uniquement les correspondances entre graphèmes et phonèmes, c'est-à-dire la voie d'assemblage*. Ils doivent donc garder en mémoire le résultat des conversions graphème-phonème afin de pouvoir, en assemblant ces unités, accéder aux mots. Plus les mots sont longs, plus la charge de mémoire sera grande. En conséquence, un déficit en mémoire phonologique de travail peut être à la base de difficultés d'apprentissage de la lecture.

L'implication de la mémoire phonologique de travail dans la mise en place de la stratégie d'assemblage en lecture étant ainsi reconnue depuis de nombreuses années, cette composante a été spécifiquement évaluée en référence au modèle de Baddeley* de même que la conscience phonologique chez une enfant dyslexique âgée de 6 ans 10 mois.

*Sprenger-Charolles et coll., 1999

*voir pour une synthèse, Sprenger-Charolles et Casalis, 1996

*1986

MÉMOIRE PHONOLOGIQUE DE TRAVAIL

CADRE THÉORIQUE

Pour rappel, Baddeley* conçoit la mémoire de travail comme un système de capacité limitée, destiné au maintien temporaire et à la manipulation de l'information pendant la réalisation de tâches cognitives complexes (compréhension, raisonnement, résolution de problèmes, ...)*. Elle comprend un administrateur central aidé par un certain nombre de systèmes esclaves responsables du maintien temporaire de l'information. Deux de ces systèmes ont été explorés plus en détail dans la littérature : la boucle phonologique et le registre visuo-spatial.

L'**administrateur central** est le composant essentiel de ce système tripartite. Il est responsable de la répartition des ressources cognitives entre le stockage et le traitement de l'information. Pour le stockage, l'administrateur central est assisté de deux systèmes périphériques auxiliaires : le registre visuo-spatial et la boucle phonologique.

Le **registre visuo-spatial** est responsable du stockage à court terme de l'information visuo-spatiale, il est également utilisé dans la création et la manipulation d'images mentales.

La **boucle phonologique** est, quant à elle, spécialisée dans le stockage temporaire de l'information verbale. Elle se compose d'un stock phonologique et d'un processus de récapitulation articulatoire également appelé processus de récapitulation subvocal.

Le **stock phonologique** reçoit directement et obligatoirement l'information verbale présentée auditivement qu'il stocke sous la forme de codes phonologiques. L'information n'est maintenue dans le stock phonologique que pendant une durée fort brève (de l'ordre d'une seconde et demi à deux secondes) mais elle peut y être réintroduite continuellement par l'intermédiaire du processus de récapitulation articulatoire. Le stock phonologique est également capable de recevoir une information verbale présentée visuellement, mais celle-ci doit préalablement être convertie en un code phonologique avant d'être conduite dans le stock phonologique et ce par le biais du processus de récapitulation articulatoire. Le stock phonologique est donc responsable du stockage de l'information et le rôle du processus de récapitulation articulatoire est de réintroduire continuellement l'information dans le stock phonologique.

Ce système de la boucle phonologique permet de rendre compte de différents phéno-

*1986

*Van der Linden, 1994

mènes et notamment de l'effet de similarité phonologique ainsi que de l'effet de longueur.

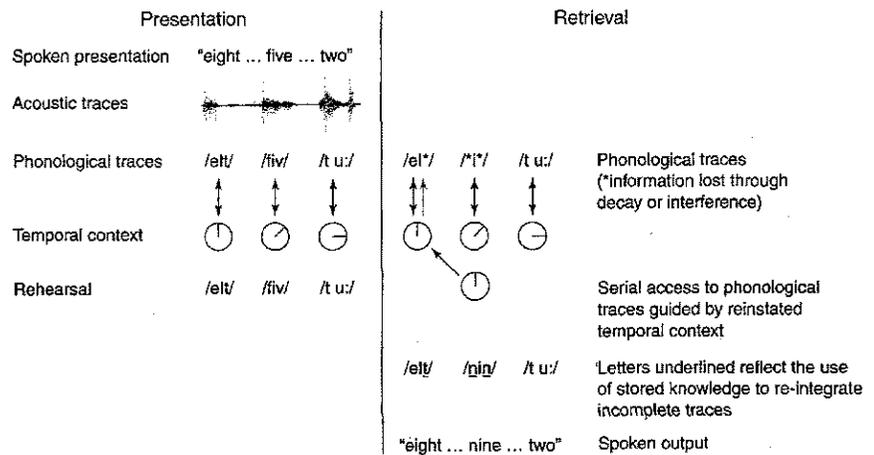
Pour comprendre ces deux effets, il faut savoir que la mesure la plus classiquement utilisée pour évaluer le fonctionnement de la mémoire de travail est l'empan mnésique. L'empan est défini comme la plus longue séquence d'items que le sujet est capable de rappeler immédiatement et dans l'ordre de présentation. L'effet de similarité phonologique se traduit ainsi par le fait que l'empan (c'est-à-dire le rappel sériel immédiat) de mots ou de lettres qui se ressemblent au plan phonologique est moins élevé que l'empan de mots ou de lettres qui diffèrent phonologiquement. Ceci serait lié au fait que le stock phonologique se fonde essentiellement sur un code phonologique et que plus la similarité entre items est grande, plus il est difficile de les distinguer et donc de les récupérer. L'effet de longueur se traduit, quant à lui, par le fait que l'empan de mots est inversement relié à leur durée de prononciation. Cet effet de longueur est considéré comme étant sous la dépendance du processus de récapitulation articulatoire. Comme les mots longs prennent plus de temps à être récapitulés que les mots courts, le processus de récapitulation peut en rafraîchir moins dans le stock à court terme.

*1986

D'après Baddeley*, la présence des effets de similarité phonologique et de longueur attesterait ainsi respectivement du bon fonctionnement du stock phonologique à court terme et du processus de récapitulation subvocal.

*Gathercole, 1999

Comme Baddeley, Gathercole a beaucoup étudié la mémoire de travail et tout particulièrement la boucle phonologique. Dans un article récent*, elle décrit en effet le développement de la mémoire de travail de la période préscolaire à l'adolescence. Elle propose une architecture cognitive modélisant de manière plus précise le fonctionnement de la boucle phonologique de la mémoire de travail. Les études sur la mémoire des sujets adultes ont, en effet, identifié plusieurs processus distincts impliqués dans le souvenir d'informations verbales sur de courtes périodes de temps : l'analyse perceptive, la mémoire sensorielle, le stockage phonologique, la mémoire de l'ordre temporel, la récapitulation subvocale, la récupération et la réintégration (voir figure 1).



Journal of Cognitive Science

Fig. 1. Some of the processes involved in recalling a three-item digit sequence. In this example, the phonological structure of each item in the auditory digit sequence 8, 5, 2 is successfully encoded in a memory trace, is associated with its temporal context (indicated by bi-directional arrows linking each trace to its temporal context, represented here as a moving clock face), and is accurately rehearsed. The traces are retrieved (right) by reinstating the original temporal context and accessing the associated phonological trace. By this point in time, however, some phonological information has been lost from the traces corresponding to two of the items (8 and 5), although the final item (2) is intact. The remaining partial information is sufficient to support the correct reintegration of the initial item (8) owing to its phonological redundancy within the possible stimulus set (it is the only single-digit number that commences with the vowel sound *eɪ*). However, the remaining vowel information in the trace for the middle list item (5) is incorrectly reconstructed as 9. The resulting recall attempt consists of correct recall of the first and last items, with an item error in the middle list position.

*1999

Gathercole* explique ce modèle avec un exemple à l'appui : le rappel de la séquence de trois chiffres (8-5-2) présentée en anglais dans la modalité auditivo-verbale (« eight...five...two »). D'après Gathercole*, la présentation de cette séquence entraîne la mise en place d'une trace mnésique temporaire de nature sensorielle (acoustique). Sur base de cette trace mnésique sensorielle et via des processus d'analyse perceptuelle et de segmentation, la structure phonologique du matériel à mémoriser est encodée. En accord avec le modèle de Baddeley*, les traces phonologiques qui en résultent sont enco-

*1999

dées dans le stock phonologique à court terme de la boucle phonologique. Ainsi, la structure phonologique de chacun des chiffres de la séquence 8-5-2 présentée auditivement est correctement encodée sous forme de trace mnésique (/elt/ /fiv/ /t u :/) et est associée à son contexte temporel. Cela est indiqué par la flèche bidirectionnelle reliant chaque trace à son contexte temporel (présenté par une horloge). La mémoire de l'ordre encode donc les informations relatives au contexte temporel. Les traces phonologiques encodées dans le stock phonologique à CT peuvent être récapitulées par le processus de récapitulation subvocal. Cela permet donc de rafraîchir les représentations phonologiques qui ont tendance à se dégrader et ainsi de les maintenir plus longtemps dans le stock. Par la suite, les traces phonologiques sont récupérées (à droite) en réinstallant le contexte temporel d'origine et en accédant ainsi à la trace phonologique qui lui est associée. A ce stade cependant, les traces phonologiques de deux des trois items ont perdu une partie de leur information phonologique (8 et 5 : /el*/ /*i*/ /t u :/ ; *information perdue), alors que la trace de l'item final (2) est restée intacte. C'est grâce au processus de réintégration que les traces phonologiques incomplètes sont reconstruites. Les connaissances stockées en mémoire à long terme relatives aux propriétés lexicales, sémantiques et phonologiques des items langagiers sont en effet utilisées pour reconstruire les traces phonologiques incomplètes. Ce processus peut survenir durant le stockage ou la récupération. Dans l'exemple, l'information partielle qui reste est suffisante pour soutenir la réintégration correcte de l'item initial (8) en raison de sa redondance phonologique avec le stimulus possible (c'est le seul nombre à un chiffre qui commence par le son vocalique el). L'information vocalique partielle pour l'item du milieu (5) est, quant à elle, insuffisante pour reconstruire adéquatement la trace initiale. La trace reconstruite (9) diffère ainsi de la trace préalablement encodée. Le rappel qui en résulte est correct pour le premier et le dernier items, mais est erroné pour l'item du milieu.

Dans une perspective développementale, Gathercole* relève que *certaines* sources possibles de changement avec l'âge peuvent survenir dans le stockage phonologique et notamment dans la *qualité de l'encodage* ainsi que dans la *vitesse de détérioration* des traces phonologiques*. Comme d'autres auteurs, elle relève aussi que, après 7 ans, l'évolution de l'empan mnésique est également étroitement liée à l'augmentation de la *vitesse d'articulation subvocale*. Cette augmentation conduirait à une meilleure prévention de la dégradation des traces mnésiques temporaires, et de là à un empan mnésique plus grand.

OUTILS D'ÉVALUATION

En référence à ce modèle théorique de mémoire de travail*, différentes tâches d'empan ont été utilisées pour évaluer plus particulièrement le fonctionnement de la boucle phonologique.

Les différentes tâches étalonnées et disponibles dans la pratique sont les suivantes :

- ✓ **Empan de chiffres en ordre direct** : l'étalonnage est extrait de Dalla Piazza* ;
- ✓ **Empan de pseudo-mots** : cette épreuve tirée de la BELEC (Batterie d'Evaluation du Langage Ecrit) a été élaborée par Mousty et coll.* et normée auprès d'enfants de 2ème et 4ème primaire*. Elle se compose de deux listes de pseudo-mots qui diffèrent par leur complexité (syllabes CV et CCV) ;
- ✓ **Empans de mots dissimilaires vs similaires** : ces épreuves visent à explorer l'aspect fonctionnel du stock phonologique. Elles comportent des mots d'une syllabe qui, respectivement, se ressemblent sur le plan phonologique (ex : loi, roi,...) et qui ne présentent aucune similarité phonologique entre eux (ex : vase, thé,...) . Elles ont été créées par Masquelier* et étalonnées par Dalla Piazza** auprès d'enfants âgés de 6 à 10 ans ;
- ✓ **Empans de mots longs vs courts** : ces épreuves visent à évaluer le fonctionnement du processus de récapitulation articulatoire. Elles comportent respectivement des mots courts d'une syllabe (ex : main, chat,...) et des mots longs de 3 à 4 syllabes (ex : pantalon, locomotive,...). Elles ont également été créées par Masquelier* et étalonnées par Dalla Piazza* auprès d'enfants âgés de 6 à 10 ans.

*1999

*pour une revue détaillée, voir Gathercole, 1999

*Baddeley, 1986

*1994

*1994

*Mousty et Leybaert, 1999

*1989 **1994

*1989

*1994

ANALYSE PHONOLOGIQUE

DÉFINITION

Il est important de faire la distinction entre la discrimination et la conscience phonologique. La discrimination est définie par Morais* comme la capacité de distinguer entre deux stimuli. On peut la mesurer, entre autres manières, en présentant deux stimuli et en demandant au sujet de les classer comme étant identiques ou différents. La conscience phonologique, quant à elle, est la capacité à manipuler *explicitement* des unités discrètes du langage de dimensions variées et à effectuer certaines opérations sur ces unités*.

OUTILS D'ÉVALUATION

Dans le cadre de ce travail, les épreuves utilisées à ce niveau sont les suivantes :

- ✓ **Epreuve de discrimination phonémique pour enfants de 4 à 8 ans** (EDP48-T : 1988) : dans cette épreuve d'analyse phonologique, on demande à l'enfant de dire si deux mots ou pseudo-mots bisyllabiques sont identiques. Pour les paires non identiques, la différence porte sur la consonne intervocalique (ex : « bouder » vs « bouger » ou « zabo » vs « zado ») ;
- ✓ **Test de Lafon** : le test de Lafon a été révisé par le Professeur J.-J. Deltour de l'Université de Liège. Cette forme révisée comprend une liste de 30 mots monosyllabiques comportant 3 phonèmes dont un caractéristique (en position initiale, médiane ou finale). Ces mots ont tous un sens. Les mêmes mots sont lus, par un homme, sans bruit et avec bruit blanc. L'enfant a pour consigne de répéter chaque mot après l'avoir entendu. Pour chacun des mots, un point est accordé si le phonème caractéristique est correctement répété. On compare ainsi la condition sans bruit et celle avec bruit. Cette forme révisée a été étalonnée au service d'ORL du CHU de Liège sous la direction du Professeur J.-P. Demanez.
- ✓ **Epreuves évaluant les habiletés métaphonologiques** : ces épreuves tirées de la BELEC (Batterie d'Evaluation du Langage Ecrit) ont été élaborées par Mousty et coll.* et normées auprès d'enfants de 2ème et 4ème primaire**. Elles sont au nombre de trois :
 - Inversion syllabique et phonémique : cette épreuve comprend deux parties : dans la première, l'enfant doit inverser les syllabes de pseudo-mots bisyllabiques (CVCV) ; dans la seconde, il doit inverser les phonèmes de monosyllabes (CV ou VC) ;
 - Soustraction syllabique et phonémique : cette épreuve comporte une partie syllabique et deux parties phonémiques. Dans la première partie, la tâche consiste à soustraire la syllabe initiale de pseudo-mots CVCV, dans la deuxième, le phonème initial de monosyllabes CVC, et dans la troisième partie, le phonème initial de monosyllabes CCV ;
 - Acronymes auditifs : dans cette épreuve, l'enfant entend des paires de mots et doit, pour chacune d'elles, produire un nouveau « mot » résultant de l'assemblage des phonèmes initiaux des deux mots. L'enfant doit donc segmenter le premier phonème de ces mots et ensuite les fusionner.

PROFIL DE L'ENFANT

Agée de 6 ans 10 mois au moment du premier bilan multidisciplinaire, Sarah terminait sa première année primaire (CP) et rencontrait des difficultés majeures d'apprentissage du langage écrit. En effet, du point de vue logopédique, on relevait principalement une dyslexie développementale dysphonétique, les aptitudes intellectuelles et le seuil d'audition se situant en revanche dans la norme.

Au terme du bilan multidisciplinaire, un suivi en logopédie, en psychomotricité et en psychothérapie a ainsi été proposé et a débuté en septembre 1999. Le travail logopédique a été réalisé par deux thérapeutes différentes, l'une mettant davantage l'accent sur l'ap-

*1994

*Lecocq, 1991

*1994

**Mousty et Leybaert, 1999

prentissage des règles de correspondance phonème-graphème et l'inverse, l'autre se concentrant essentiellement sur la mémoire phonologique de travail. C'est ce second aspect qui est développé dans le cadre de ce travail.

En effet, étant donné que les études menées dans le cadre de la dyslexie développementale tendent à montrer qu'un déficit spécifiquement phonologique serait à la base des différents types de dyslexies*, l'investigation plus fine des déficits phonologiques s'est avérée nécessaire. L'évaluation de la mémoire phonologique de travail et de l'analyse phonologique ont ainsi été réalisées sur base des outils précédemment cités.

*Sprenger-Charolles et coll., 1999

RÉSULTATS

MÉMOIRE PHONOLOGIQUE DE TRAVAIL

Seuls les résultats de l'évaluation de la boucle phonologique de la mémoire de travail ont été détaillés (tableau 1), le registre visuo-spatial ainsi que l'administrateur central étant tout à fait intègres.

Tableau 1 : au pré-test, résultats aux épreuves d'évaluation de la mémoire phonologique de travail exprimés en terme d'empan ; moyenne (moy.) et écart-type (é-t) pour des enfants de 6 ans ; appréciation comparativement à la norme (N : performance normale c'est-à-dire entre -1 et +1 é-t ; F : performance faible c'est-à-dire entre -2 et -1 é-t ; D : performance déficitaire c'est-à-dire inférieure à -2 é-t)

Pré-test	Empan	Moy. ± é-t	≈ Norme
Chiffres ordre	3	4.4 ± 0.8	F à D
Pseudo-mots CV	3	4.91 ± 0.36*	D
CCV	3	3.24 ± 0.72 *	N
Mots dissim.	3	3.75 ± 0.7	D
Mots simil.	2	3.12 ± 0.6	F
Mots courts	3	3.9 ± 0.6	F
Mots longs	2	3.4 ± 0.6	D

* Moyenne et écart-type pour des enfants de 2ème primaire (CE1)

Sur base des résultats du tableau 1, on relève que l'empan de chiffres est excessivement faible, proche du déficitaire ; l'empan de pseudo-mots CV est déficitaire, celui constitué de CCV se situe, en revanche, dans la moyenne alors qu'il est comparé à des enfants d'un an de plus (2ème primaire, CE1) ; les empan de mots similaires et de mots longs sont, tous deux, déficitaires. Néanmoins, les effets de similarité et de longueur sont présents.

ANALYSE PHONOLOGIQUE

Les résultats obtenus aux différentes épreuves évaluant l'analyse phonologique sont détaillés dans le tableau 2.

Tableau 2 : au pré-test, résultats aux épreuves d'évaluation de l'analyse phonologique ; moyenne (moy.) et écart-type (é-t) pour des enfants de 6 ans ; appréciation comparativement à la norme (N : performance normale c'est-à-dire entre -1 et +1 é-t ; F : performance faible c'est-à-dire entre -2 et -1 é-t ; D : performance déficitaire c'est-à-dire inférieure à -2 é-t)

Pré-test	Résult.	Moy. ± é-t	≈ Norme
EDP 48-T	29/32	30 ± 2	N
LAFON :			
• Sans Bruit	26/30	29.2 ± 8	D
• Avec bruit	23/30	25.1 ± 2.3	N
BELEC :			
• Invers° syll.	6/10	8.45 ± 1.92*	F
• Sst° Syll.	16/16	/**	N
• Invers° phon.	4/10	8.62 ± 1.60*	D
• Sst° cons. CVC	5/16	/**	F
• Sst° cons. CCV	0/10	8.51 ± 1.88*	D
• Acron. Aud.	0/16	12.78 ± 2.89*	D

* Moyenne et écart-type pour des enfants de 2ème primaire (CE1)

** Nous ne disposons pas de moyenne, ni d'écart-type pour ces épreuves ; néanmoins, Mousty et coll. (1994) signalent sur la base de données contrôles que, dès l'âge de 7 ans et demi, les enfants réussissent ces épreuves avec, en moyenne, plus de 90 % de réponses correctes.

Sur la base de ces résultats, on relève que la discrimination phonémique est bonne (EDP48-T). Au test de Lafon, la performance tend vers la limite inférieure de la moyenne avec bruit mais est déficitaire sans bruit de fond. Les épreuves évaluant les habiletés métaphonologiques (BELEC) mettent, quant à elles, en évidence une meilleure prise de conscience de la syllabe que du phonème, sans pour autant que le niveau syllabique soit parfait : Sarah éprouve plus de difficultés que la moyenne lors de tâches d'inversion syllabique mais arrive parfaitement à supprimer la syllabe initiale. La prise de conscience phonémique suscite, en revanche, des difficultés massives chez Sarah. En effet, les résultats aux épreuves d'inversion et surtout de soustraction phonémiques et d'acronymes sont très interpellants.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Sur la base de ces résultats, on relève un trouble de la boucle phonologique de la mémoire de travail ainsi que des difficultés importantes de prise de conscience phonologique. Ces résultats sont donc en accord avec le constat que l'on retrouve dans la littérature à savoir que des déficits phonologiques seraient à la base des différents types de dyslexie développementale*, ces déficits portant à la fois sur la mémoire phonologique de travail mais également sur l'analyse phonologique.

En ce qui concerne la mémoire phonologique de travail, on relève un trouble malgré la présence des effets de similarité phonologique et de longueur du mot. Si on se réfère au modèle de Baddeley*, la présence de ces effets attesterait respectivement du bon fonctionnement du stock phonologique à court terme ainsi que du processus de récapitulation articulatoire. Mais, dans ce cadre, comment expliquer chez Sarah le dysfonctionnement de la boucle phonologique attesté, notamment, par son très faible empan de chiffres en ordre ?

Les données développementales de Gathercole* pourraient permettre d'appuyer l'hypothèse d'un dysfonctionnement au sein du stock phonologique à court terme chez Sarah. En effet, Gathercole relève que *certaines* sources possibles de changement au sein de la boucle phonologique avec l'âge peuvent survenir dans le stockage phonologique, et notamment dans la *qualité de l'encodage* ainsi que dans la *vitesse de détérioration* de la trace. Ainsi, un déficit lors de l'encodage des traces phonologiques et/ou lors de leur récupération (dégradation trop rapide) pourrait expliquer les faibles performances de Sarah aux épreuves d'empan de chiffres, de mots courts et de mots dissimilaires ainsi que les per-

*Sprenger-Charolles et coll., 1999

*1986

*1999

formances déficitaires à l'épreuve d'empan de pseudo-mots CV et de mots similaires (empan de 2 à peine !).

L'hypothèse ainsi posée est que les traces phonologiques au sein du stock phonologique ne seraient pas suffisamment différenciées les unes des autres, ce qui engendrerait des difficultés massives et encore plus manifestes lorsque les items à encoder sont phonologiquement proches.

Sur la base des tests réalisés et disponibles dans la pratique, il est difficile de déterminer si la source du problème que nous suspectons au niveau des traces phonologiques au sein du stock à court terme se situerait dans le modèle de Gathercole* davantage lors de la présentation, au cours de la dégradation et/ou lors de la récupération. Néanmoins, quelle que soit la localisation du dysfonctionnement au sein du stock, l'idée était, dans une perspective de rééducation, d'améliorer la qualité des traces à l'encodage lors de leur présentation et leur résistance à la dégradation et/ou à l'interférence lors de la récupération par une meilleure analyse phonologique et plus particulièrement par une meilleure prise de conscience phonologique.

Malgré la présence d'un effet de longueur, l'empan de mots courts étant supérieur à l'empan de mots longs, le déficit marqué sur ces derniers a également soulevé l'idée que le recours au processus de récapitulation subvocal pourrait être utilisé de manière plus consciente. En effet, dans une perspective développementale, Gathercole*, comme d'autres auteurs, relève que, après 7 ans, l'évolution de l'empan mnésique est également étroitement liée à l'augmentation de la vitesse d'articulation subvocale. A partir de cet âge, les enfants commencent à utiliser le processus de récapitulation subvocal pour rafraîchir les traces dans le stock phonologique, ce qui conduirait à une meilleure prévention de la dégradation des traces mnésiques temporaires. Dans le cadre de la rééducation et comme Sarah était âgée de presque 7 ans, l'entraînement de ce processus semblait également pertinent afin de diminuer la détérioration lors du rappel oral.

*1999

*1999

RÉÉDUCATION

OBJECTIFS

L'interprétation des résultats de Sarah a amené à fixer les objectifs de rééducation suivants : prioritairement, affiner la qualité des traces phonologiques dans le stock phonologique à CT en améliorant l'analyse phonologique et plus particulièrement la *conscience phonologique (traitement métaphonologique)*, mais également entraîner le *processus de récapitulation articulo-voiciale* afin de mieux prévenir la dégradation des traces mnésiques temporaires au sein du stock.

EXERCICES

La progression à ce niveau visait à respecter les étapes du développement métaphonologique* : partir de la conscience de la rime, pour aller vers la syllabe et en arriver enfin à la prise de conscience des phonèmes :

*Lecocq, 1991

Prise de conscience des rimes

Cet entraînement a été réalisé essentiellement sur base de comptines. Il avait pour but de renforcer le processus de décomposition volontaire du mot par l'enfant.

Le déroulement dans ce type d'exercices était le suivant :

- Repérage auditif de la rime : Sarah devait fixer son attention sur la fin de chaque strophe, en extraire le dernier mot pour repérer et « délimiter » la rime ;
- Repérage visuel de la rime : elle devait surligner chaque rime ;
- Production de rimes : elle avait pour consigne d'inventer des strophes de manière similaire à celles de la comptine.

Sur base de ce type d'exercices, on a également entraîné le processus de récapitulation subvocal en demandant de répéter les strophes une à une et ensuite deux à deux.

Segmentation du mot en syllabes

Ce niveau a été moins travaillé car les résultats aux épreuves de la BELEC montraient que la prise de conscience de l'unité syllabique était meilleure : en effet, Sarah ne rencontrait pas de difficultés majeures lors de la suppression de la syllabe initiale.

Les exercices à ce niveau se sont donc essentiellement limités à un comptage du nombre de syllabes dans des mots, pour la plupart des mots nouveaux rencontrés dans les comptines et non intégrés dans son stock lexical.

Prise de conscience phonémique

Cet entraînement a essentiellement été réalisé sur base de paires minimales. Il s'agissait de présenter auditivement une liste de paires de mots. Au sein de chaque paire d'une liste, les mots ne différaient que par un phonème et cette différence phonémique était la même pour toute la liste (ex : rat – roi, phare - foire, part – poire, ...).

Comme dans la prise de conscience de la rime, les exercices sur les phonèmes se déroulaient de la façon suivante :

- Repérage auditif : il s'agissait de repérer la partie commune au sein de chaque paire ainsi que le changement identique d'une paire à l'autre. Cela nécessitait également de prendre conscience du fait que le changement d'une seule unité phonémique entraîne le changement de sens ;
- Repérage visuel : il s'agissait de surligner le graphème qui change dans chaque paire ;
- Production : à partir du premier mot de chaque paire, Sarah devait produire oralement son associé et était aidée par la retranscription écrite du changement phonémique (ex : a → oi ; oi → a). Pour cela, elle a créé un jeu de famille en recherchant des images illustrant chaque paire minimale.

Une autre sorte d'exercices fortement appréciés par Sarah était la lecture de livres du type « La belle lisse poire du Prince de Motordu » dans la collection Folio Benjamin. Ces exercices se déroulaient de la façon suivante : Sarah devait, tout d'abord, écouter la lecture à voix haute de l'histoire par l'adulte ; ensuite, elle devait essayer d'identifier le ou les mots « *tordus* », les substituer par le ou les mots « adéquats » (non « *tordus* ») et, enfin, déterminer le changement phonémique (ex : « Le prince de Motordu habitait un *chapeau* magnifique au-dessus duquel, le dimanche, flottaient des *crapauds* bleu blanc rouge... »).

Les exercices proposés ici ne sont certainement pas exhaustifs mais n'ont pour but que d'illustrer la démarche adoptée en rééducation.

POST-TEST

Après 9 mois de rééducation multidisciplinaire, une réévaluation complète a été réalisée. Nous ne détaillons ici que les résultats obtenus aux épreuves de mémoire phonologique de travail et d'analyse phonologique.

MÉMOIRE PHONOLOGIQUE DE TRAVAIL

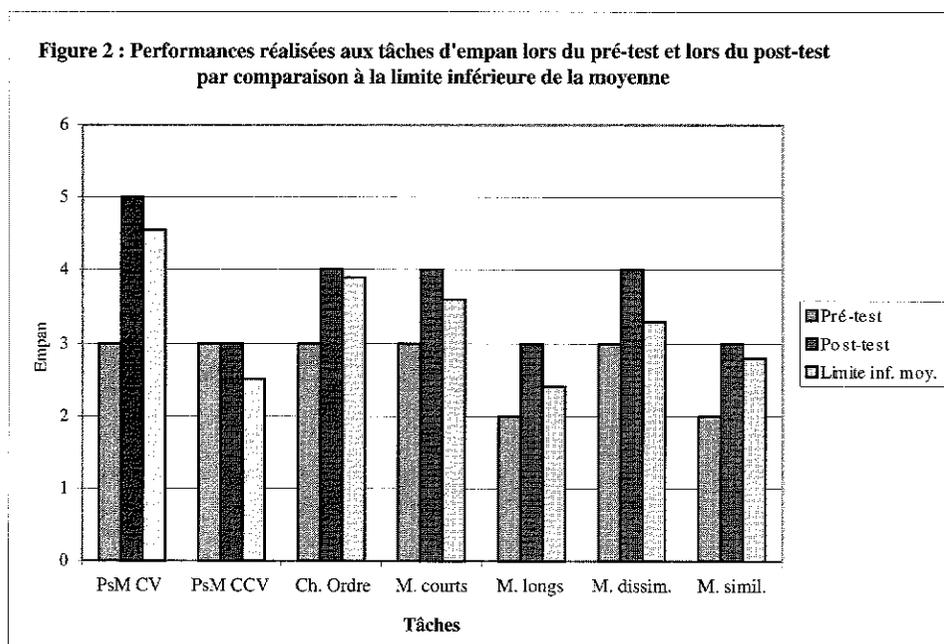
Les résultats obtenus aux différentes épreuves évaluant la mémoire phonologique de travail sont détaillés dans le tableau 3.

Tableau 3 : au post-test, résultats aux épreuves d'évaluation de la mémoire phonologique de travail en terme d'empan ; moyenne (moy.) et écart-type (é-t) pour des enfants de 7 ans ; appréciation comparativement à la norme (N : performance normale c'est-à-dire entre -1 et +1 é-t ; F : performance faible c'est-à-dire entre -2 et -1 é-t ; D : performance déficitaire c'est-à-dire inférieure à -2 é-t)

Post-test	Empan	Moy. ± é-t	≈ Norme
Chiffres ordre	4	4.8 ± 0.9	N
Pseudo-mots CV	5	4.91 ± 0.36*	N
CCV	3	3.24 ± 0.72 *	N
Mots dissim.	4	4 ± 0.7	N
Mots simil.	3	3.3 ± 0.5	N
Mots courts	4	4.2 ± 0.6	N
Mots longs	3	3 ± 0.6	N

* Moyenne et écart-type pour des enfants de 2ème primaire (CE1)

La figure 2 compare, quant à elle, les performances aux tâches d'empans de Pseudo-Mots CV, de Pseudo-Mots CCV, de Chiffres en ordre, de Mots courts, de Mots longs, de Mots dissimilaires et de Mots similaires réalisées avant rééducation (pré-test) et après (post-test). La limite inférieure de la moyenne est également reprise à titre indicatif (-1 écart-type) comparativement à des enfants de 7 ans (âge comparable au post-test).



Sur la base de ces résultats, on relève que les empans de chiffres en ordre, de mots courts et de mots dissimilaires, auparavant faibles, se situent à présent dans les limites de la norme ; les empans de pseudo-mots (CV), de mots similaires et de mots longs, auparavant déficitaires, entrent également dans les limites de la norme. On souligne également la persistance des effets de similarité phonologique et de longueur du mot. L'empan de pseudo-mots (CCV), qui se situait dans les limites de la norme, reste tout à fait identique.

Ainsi, on relève globalement une bonne évolution de la mémoire phonologique de travail.

ANALYSE PHONOLOGIQUE

Les résultats obtenus aux différentes épreuves évaluant l'analyse phonologique sont détaillés dans le tableau 4.

Tableau 4 : au post-test, les résultats aux épreuves d'évaluation de l'analyse phonologique ; moyenne (moy.) et écart-type (é-t) pour des enfants de 7 ans ; appréciation comparativement à la norme (N : performance normale c'est-à-dire entre -1 et +1 é-t ; F : performance faible c'est-à-dire entre -2 et -1 é-t ; D : performance déficitaire c'est-à-dire inférieure à -2 é-t).

Post-test	Résult.	Moy. ± é-t	≈ Norme
EDP 48-T	31/32	31 ± 1	N
LAFON :			
• Sans Bruit	27/30	29.3 ± 1.1	D
• Avec bruit	24/30	25.8 ± 2.1	N
BELEC :			
• Invers° syll.	9/10	8.45 ± 1.92*	N
• Sst° Syll.	16/16	/**	N
• Invers° phon.	10/10	8.62 ± 1.60*	N
• Sst° cons. CVC	9/16	/**	F
• Sst° cons. CCV	7/10	8.51 ± 1.88*	N
• Acron. Aud.	14/16	12.78 ± 2.89	N

* Moyenne et écart-type pour des enfants de 2ème primaire (CE1)

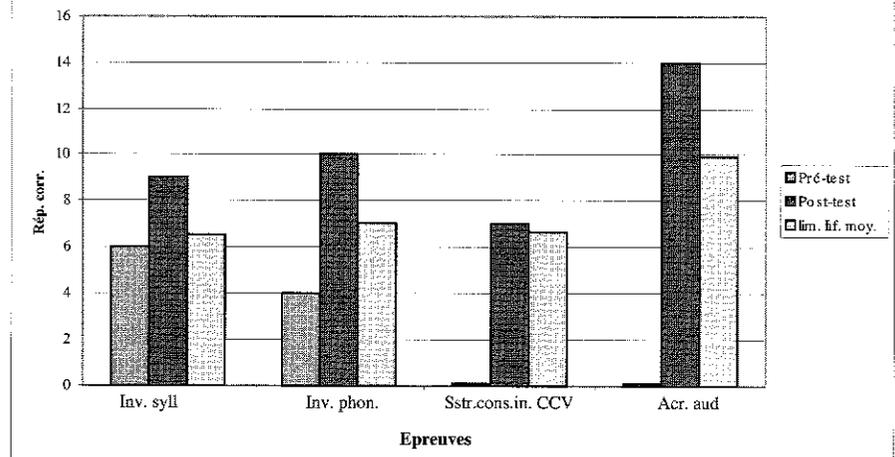
** Nous ne disposons pas de moyenne, ni d'écart-type pour ces épreuves ; néanmoins, Mousty et coll.* signalent sur la base de données contrôles que, dès l'âge de 7 ans et demi, les enfants réussissent ces épreuves avec, en moyenne, plus de 90 % de réponses correctes.

*1994

*Mousty et coll., 1994

La figure 3 compare, quant à elle, les performances réalisées uniquement aux épreuves d'inversion syllabique et phonémique, de soustraction de la consonne initiale (CCV) et d'acronymes auditifs de la BELEC* avant rééducation (pré-test) et après (post-test). La limite inférieure de la moyenne est également reprise à titre indicatif (-1 écart-type) comparativement à des enfants de 2ème primaire (CE1 alors que Sarah recommence sa première).

Figure 3 : Performances aux épreuves métaphonologiques lors du pré-test et lors du post-test par comparaison à la limite inférieure de la moyenne



Sur la base de ces différents résultats, on relève que, au test de Lafon, la performance a peu évolué en note brute. Comparativement à la moyenne, le score sans bruit reste défi-

citaine. Il faut toutefois remarquer que, lors de ce test, Sarah était malade et que nous n'avons malheureusement pas eu l'occasion de lui administrer la seconde liste afin de cerner ses progrès dans de meilleures conditions.

En ce qui concerne la prise de conscience de la syllabe, la performance est meilleure qu'auparavant dans la tâche d'inversion syllabique et se situe à présent dans la moyenne. Dans la tâche de soustraction de la syllabe initiale, la performance était bonne et le reste. On relève néanmoins une évolution dans l'aisance avec laquelle Sarah réalise cette épreuve : au pré-test, Sarah avait décroché en cours d'épreuve et un rappel de consigne s'était avéré nécessaire alors qu'au post-test l'épreuve a été réalisée d'une traite. La prise de conscience du phonème est également nettement meilleure. Lors de la tâche d'inversion phonémique, Sarah réalise à présent un score maximum. La soustraction de la consonne initiale lui pose également nettement moins de problèmes qu'auparavant et la plupart des acronymes auditifs sont réussis, alors que ce type de tâche était tout à fait irréalizable auparavant.

Ainsi, on relève globalement une bonne évolution de la prise de conscience du phonème.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Sur la base de ces résultats, on relève une bonne évolution des performances aux épreuves évaluant la mémoire phonologique de travail ainsi que la prise de conscience du phonème.

Ces résultats semblent donc soutenir l'hypothèse de départ qui était que le trouble de la mémoire phonologique de travail pourrait être attribuable chez Sarah au fait que les traces phonologiques au sein du stock phonologique à court terme ne seraient pas suffisamment différenciées les unes des autres et ce malgré la présence d'un effet de similarité phonologique. Sur la base des tests réalisés et disponibles dans la pratique, il était difficile de déterminer si la source du problème que nous suspicions au niveau des traces phonologiques dans le stock à CT se situait dans le modèle de Gathercole* davantage lors de la présentation, au cours de la dégradation et/ou lors de la récupération. Néanmoins, quelle que soit la localisation du dysfonctionnement au sein du stock, l'idée en rééducation a été d'améliorer la qualité des traces lors de l'encodage et/ou leur résistance à la dégradation lors de la récupération par une meilleure prise de conscience phonologique.

*1999

Cette rééducation semble donc avoir porté ses fruits puisqu'une bonne évolution se marque en terme d'empan ainsi qu'en terme de conscience phonologique.

En ce qui concerne le langage oral, une amélioration au post-test a également été relevée à l'épreuve de compréhension syntaxico-sémantique (ECOSSE) de Lecocq*. A cette épreuve, Sarah réalisait une performance satisfaisante mais inférieure à la moyenne lors du pré-test (17 erreurs de désignation sur 92 énoncés, ce qui correspondait au percentile 25). Lors du post-test, la performance a bien augmenté se situant alors entre les percentiles 50 et 75 (9 erreurs sur les 92 énoncés). Il semblerait légitime d'attribuer au moins une partie de cette évolution à l'amélioration de la mémoire phonologique de travail. Gathercole et Baddeley* soutiennent en effet l'idée que la boucle phonologique jouerait un rôle important dans la compréhension du langage chez l'enfant. Lors de la compréhension de phrases syntaxiquement plus complexes, la boucle phonologique serait en effet utile pour maintenir un enregistrement phonologique de cette phrase afin de pouvoir la traiter « off-line » et non « on-line » c'est-à-dire en temps réel.

*1996

*1983

Le langage écrit, qui a fait l'objet d'une rééducation en parallèle chez une autre thérapeute, a également bien évolué. Sarah a, en effet, réalisé des progrès considérables dans la maîtrise des règles de correspondances phonème-graphème et graphème-phonème. Comme la mémoire phonologique de travail ainsi que la conscience phonologique sont deux capacités fortement sollicitées par la procédure phonologique de lecture, il serait légitime de penser que le travail réalisé à notre niveau a également eu un impact au niveau du langage écrit. Réciproquement, il paraît cohérent de penser que l'amélioration dans la maîtrise de la procédure phonologique en lecture a également eu un impact positif sur les aspects phonologiques que nous avons spécifiquement ciblés. Il paraît ainsi très probable que la rééducation décrite dans ce travail et la rééducation du langage écrit menée en parallèle aient eu l'une sur l'autre un impact positif.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, il est important de souligner que cette rééducation a été réalisée dans le cadre d'une prise en charge multidisciplinaire. L'objectif n'était donc pas de mesurer précisément les progrès spécifiquement attribuables à la rééducation de la mémoire phonologique de travail indépendamment de la rééducation menée en langage écrit. La réalité pratique et clinique dans laquelle nous sommes plongés offre, au contraire, aux différents thérapeutes l'opportunité de collaborer et de contribuer ensemble au bon développement cognitif et psychologique de l'enfant. Cerner et quantifier avec précision l'impact d'une rééducation n'est donc pas la préoccupation première. Cela n'empêche pas pour autant de cibler avec précision les objectifs de rééducation.

Outre le lien entre dyslexie et déficits phonologiques fréquemment relevés dans la littérature, cette rééducation fait à nouveau apparaître la nécessité de disposer, dans la pratique, de modèle théorique permettant de préciser l'ensemble des relations existant entre mémoire phonologique de travail et habiletés métaphonologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- D. AUTESSERRE, J.-J. DELTOUR, P. LACERT (1988). Epreuve de discrimination phonémique pour enfants de 4 à 8 ans. Issy-les-Moulineaux : Editions de Psychologie Appliquée.
- S. DALLA PIAZZA (1994). Approche neuropsychologique et rétrospective d'un échantillon de prématurés légers, âgés de 6 à 10 ans. Thèse de doctorat en psychologie. Université de Liège.
- M. DE AGOSTINI, H. KREMIN, F. CURT, G. DELLATOLLAS (1996). Immediate Memory in Children aged 3 to 8. *A.N.A.E.*, 36, 4-10.
- S.E. GATHERCOLE (1998). The development of memory. *J. Child Psychol. Psychiatry.* (39), 1, 3-27.
- S.E. GATHERCOLE (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, (3), 11, 410-419
- S.E. GATHERCOLE, A.D. BADDELEY (1983). *Working Memory and Language*. Hove : UK : Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- P. LECOCQ (1991). *Apprentissage de la lecture et dyslexie*. Bruxelles : Mardaga, 335 p.
- P. LECOCQ (1996). L'E. CO.S.S.E - Une épreuve de compréhension syntaxico-sémantique. Presses universitaires du Septentrion.
- M.P. MASQUELIER (1989). Composante verbale de la mémoire de travail chez des enfants et lien éventuel avec la réalisation de tâches cognitives complexes. *Mémoire de logopédie*. Université de Liège, 91p.
- J. MORAIS (1994). *L'art de lire*. Editions Odile Jacob, 362 p.
- P. MOUSTY, J. LEYBEART (1999). Evaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de BELEC : Données longitudinales auprès d'enfants francophones testés en 2e et 4e années. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, (49), 4, 325-342.
- P. MOUSTY, J. LEYBAERT, J. ALEGRIA, A. CONTENT, J. MORAIS (1994). BELEC. Batterie d'évaluation du langage écrit et de ses troubles. Laboratoire de psychologie expérimentale de l'Université Libre de Bruxelles.
- M. PLAZA (1999). Sensibilité phonologique et traitement métaphonologique : compétences et défaillances. *Rééducation orthophonique*, 197, 13-24.
- L. SPRENGER-CHAROLLES, S. CASALIS (1996). *Lire. Lecture/écriture : Acquisition et troubles du développement*. Paris : PUF (Psychologie et sciences de la pensée).
- L. SPRENGER-CHAROLLES, P. LACERT et P. COLE (1999). Déficits phonologiques et métaphonologiques chez des dyslexiques phonologiques et de surface. *Rééducation orthophonique*, 197, 25-51
- M. VAN DER LINDEN (1994). Neuropsychologie de la mémoire. In X. SERON et M. JEANNEROD (Eds), *Neuropsychologie humaine* (p. 282-316). Bruxelles : Mardaga.