HAL
open science

Effets d'un entrainement de la mémoire sérielle auprès d'enfants de 4-5 ans

Inès Luciani

To cite this version:

Inès Luciani. Effets d'un entrainement de la mémoire sérielle auprès d'enfants de 4-5 ans. Sciences cognitives. 2018. dumas-02083105

HAL Id: dumas-02083105

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02083105v1

Submitted on 29 Mar 2019

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.

ACADEMIE DE PARIS
SORBONNE UNIVERSITE
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

EFFETS D'UN ENTRAINEMENT DE LA MEMOIRE SERIELLE AUPRES D'ENFANTS DE 4-5 ANS

Sous la direction de M. Gilles Leloup

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017 – 2018

LUCIANI
INES

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes ayant permis l'aboutissement de ce projet :

Mr Gilles Leloup, qui a accepté d'encadrer ce sujet de mémoire et qui a su m'aiguiller et m'encourager tout au long de ce travail. Merci pour le temps et l'énergie que vous avez accordés à cette étude.

Mme Anne Mathilde Guérin, qui a accepté de relire ce travail et d'en être le rapporteur. Merci pour ta relecture attentive, tes conseils précieux et tes encouragements.

L'ensemble du personnel de l'école maternelle Paul Vaillant Couturier à Malakoff, pour son accueil et sa gentillesse ; et tout particulièrement Mr Bruno Doucet et Mme Nasséra Sebaï pour avoir accepté que j'intervienne dans leur classe.

Tous les enfants qui ont participé à cette étude en réalisant les évaluations et en participant à l'entraînement, ainsi que leurs parents pour avoir accepté de collaborer à ce projet de recherche. Je remercie tout particulièrement Céline Blanchard pour son aide précieuse et sa bienveillance, ainsi que les parents de son entourage pour leur disponibilité et leur sympathie.

Je tiens aussi à remercier Margaux Druet, maître de stage en or. Merci pour ta générosité, ton investissement et les nombreux échanges qu'implique ce merveilleux métier, ce stage n'a été que plaisir et enrichissements.

Je remercie l'ensemble de mon entourage familial pour le soutien et les encouragements prodigués en toutes circonstances. Merci à mes parents d'avoir toujours su que tout se passerait bien, ainsi qu'à mes frères, ma sœur et mes amis, pour leur soutien indéfectible et leur incroyable compréhension tout au long de ce cursus, et durant cette dernière année particulièrement ardue.

Enfin, merci à mon compagnon. Merci à toi de m'avoir encouragée et soutenue sans relâche pendant ces cinq années. Merci pour ton aide, ton enthousiasme et ta compréhension. Merci pour ces moments et ceux à venir.

A Mamie-Bo.

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je soussignée Inès Luciani, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de supports, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Inès Luciani

Effets d'un entrainement de la mémoire sérielle auprès d'enfants de 4-5 ans

Résumé

Objectif : cette étude préliminaire de faisabilité visait à mettre en place un entraînement des compétences de traitement et de rétention de l'ordre sériel pour en étudier les effets.

Méthode : 31 enfants tout-venants de 4 à 5 ans ont constitué deux groupes : un groupe expérimental de 16 sujets (GE) qui a suivi un entraînement de la mémoire sérielle pendant trois semaines et un groupe contrôle de 15 sujets (GC) qui n'a pas suivi d'entraînement. Ces enfants ont passé des tests pré et post-entraînement qui ont permis d'étudier l'évolution des performances du GE et de les comparer à celles du GC.

Résultats : le GE a présenté des gains significativement supérieurs à ceux du GC pour les performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel. En revanche, les effets de l'entraînement sur les performances à des tâches sollicitant d'autres composantes de la mémoire à court terme ou sollicitant l'intervention du stock lexical, sont peu concluants.

Conclusion : cette étude est la première à s'intéresser aux effets d'une intervention sur les compétences de la mémoire sérielle. Les résultats préliminaires sont encourageants quant à la possibilité d'améliorer ces compétences à l'aide d'un entraînement spécifique.

Mots-clés : traitement de l'ordre sériel, développement lexical, mémoire à court terme, entraînement, trouble du développement du langage

The effects of short-term memory for serial order training in preschool children

Abstract

Purpose: this preliminary feasibility study aimed at designing a processing and retention skills of the serial order training, and to study its effects.

Method: 31 children aged 4 to 5 years old formed two groups: an experimental group of 16 subjects (EG) that practiced a serial memory training for three weeks and a control group of 15 subjects (CG) that did not. These children went through pre- and post-training tests that examined the evolution of the EG performances and compared it to that of the CG.

Results: the EG showed significantly higher gains than the CG regarding performance at a serial order reconstruction task. But the training effects regarding performance at tasks requiring other components of short-term memory or lexical skills, are inconclusive.

Conclusion: this study is the first to look into the effects of an intervention on the skills of serial memory. Preliminary results are encouraging as to the possibility of improving these skills with a specifically designed training.

Keywords: serial order processing, lexical development, short-term memory, training, language development disorder.

INTRODUCTION

La recherche s'intéresse depuis plusieurs années à l'influence des compétences mnésiques sur les compétences langagières (Baddeley, 2003). Des études ont souligné que certains enfants atteints de trouble du développement du langage (TDL), présentaient aussi un trouble associé de la mémoire de travail – MDT – (Leonard, Weismer, Miller, Francis, Tomblin et Kail, 2007 ; Vugs, Hendriks, Cuperus et Verhoeven, 2014) ou de la mémoire à court terme verbale – MCTV – (Archibald et Gathercole, 2006). Nos connaissances actuelles et la remise en cause du critère de spécificité des TDL (Bishop, 2014 ; Schelstraete, Bragard, Collette, Nossent et Van Schendel, 2011 ; Leclercq et Leroy, 2012), encouragent la recherche à élaborer des méthodes d'intervention destinées aux enfants porteurs de TDL (Bishop, Snowling, Thompson et Greenhalgh, 2017).

Un nouveau modèle de la MCTV, le modèle A-O-STM, suggère que le fonctionnement de la MCTV repose sur l'activation temporaire du système langagier, le traitement de l'ordre sériel et l'attention sélective (Majerus, 2012). Par leurs nombreuses études, Majerus et ses collaborateurs (Majerus et Poncelet, 2005 ; Majerus, Poncelet, Greffe et Van der Linden, 2006 ; Majerus, Heiligenstein, Gutherot, Poncelet et Van der Linden, 2009b) ont mis en évidence l'existence d'un lien entre la MCTV et le développement lexical, ainsi que le rôle spécifique joué par le traitement de l'ordre sériel dans cette relation. Il a également été démontré que les capacités en mémoire sérielle soutiennent spécifiquement l'apprentissage de nouvelles formes phonologiques (Leclercq et Majerus, 2010 ; Majerus et Boukebza, 2013).

Une question se pose alors : un entraînement des capacités de la mémoire sérielle (qui implique des compétences de traitement et de rétention de l'ordre sériel), pourrait-il avoir un retentissement sur le développement lexical ? Si la littérature témoigne de l'existence d'entraînements destinés à l'amélioration des compétences mnésiques (Miller, McCulloch et Jarrold, 2015 ; Passolunghi et Costa, 2016), aucune étude, à notre connaissance, ne s'est intéressée aux effets d'un entraînement des capacités de la mémoire sérielle. L'objectif du travail présenté ici, était de mener une expérimentation préliminaire de faisabilité, visant la mise en place d'un entraînement de la mémoire sérielle auprès d'enfants âgés de 4 à 5 ans, scolarisés en maternelle, afin d'étudier les effets possibles de cet entraînement sur les compétences, notamment lexicales, des enfants entraînés. Les hypothèses émises sont les suivantes : un entraînement de la mémoire sérielle permettrait (a) d'améliorer les performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel ; (b) d'améliorer les performances à des tâches sollicitant l'intervention de la mémoire à court terme ; (c) d'améliorer les performances à des tâches sollicitant l'intervention du stock lexical.

METHODE

1. PARTICIPANTS :

Un total de 31 enfants, âgés de 4;0 à 5;11 ans, a participé à cette étude : 16 enfants ont constitué le groupe expérimental (10 filles et 6 garçons ; moyenne d'âge : 58,5 mois – écart-type (ET) : 6,61 – min. : 49 mois ; max. : 68 mois) et 15 enfants ont constitué le groupe contrôle (7 filles et 8 garçons ; moyenne d'âge : 60,1 mois – ET : 7,22 – min. : 50 mois ; max. : 71 mois). Tous les sujets étaient scolarisés dans des écoles maternelles de la banlieue parisienne (24 enfants à Malakoff ; 1 enfant à Colombes ; 6 enfants à Epinay sur Orge). La moyenne du niveau d'études des mères est de Bac+3,47 (ET : 2,21) et celle des pères de Bac+2,77 (ET : 2,28) ; pour le GE : moyenne pour les mères : Bac+3,75 (ET : 2,52) et pour les pères Bac+3,00 (ET : 2,39) ; pour le GC : moyenne pour les mères : Bac+3,14 (ET : 1,83) et pour les pères : Bac+2,50 (ET : 2,21).

Les sujets du groupe expérimental (GE) ont effectué des tests pré et post-entraînements ayant permis de contrôler l'évolution des compétences et participé à un entraînement visant le développement des compétences de traitement de l'ordre sériel. Les sujets du groupe contrôle (GC) ont uniquement effectué les tests pré et post-entraînements pour contrôler l'évolution des compétences, en l'absence d'entraînement spécifique. Des données détaillées concernant les enfants et leur répartition figurent en annexe A.

La constitution des deux groupes a été effectuée en deux temps, en raison de contraintes techniques et chronologiques. Ce délai entre la constitution du GE et du GC a empêché leur randomisation.

Critères d'inclusion (identiques pour les sujets du GE et du GC) :

- Critère de spécificité : enfants de langue maternelle française et scolarisés en moyenne ou grande section de maternelle à la rentrée de septembre 2017.
- Critère d'âge : enfants âgés de 4;0 ans à 6;0 pour toute la durée de leur participation (de la première session de pré-tests à la deuxième session des post-tests).
- Critère de participation : accord écrit de participation à l'étude fourni par les parents.

Critères d'exclusion (identiques pour les sujets du GE et du GC) :

- Enfants présentant un trouble du comportement, une affection neurologique ou un trouble perceptif et/ou sensoriel non corrigé.
- Enfants présentant des résultats inférieurs aux seuils pathologiques définis par les épreuves standardisées et normées des pré-tests.

Le projet a été proposé à plusieurs écoles maternelles contactées par téléphone. La direction d'une école maternelle de Malakoff a accepté de participer à l'étude et 24 des 31 participants étaient scolarisés dans cette école (16 sujets du GE et 8 sujets du GC). Pour

ces participants, les rencontres se sont déroulées au sein de l'établissement scolaire. Pour les 7 derniers sujets du GC, les parents ont été contactés individuellement et les rencontres se sont déroulées à domicile.

2. MATERIEL EXPERIMENTAL

a. Entraînement informatique

L'objectif de l'étude étant de mettre en place un entraînement permettant de développer les capacités de traitements de l'ordre sériel, via un entraînement informatique, il a fallu concevoir un entraînement expérimental. La réalisation d'un logiciel, initialement prévue, aurait permis une large diffusion de l'entraînement et sa réalisation à domicile. Cela n'ayant pas été possible, dans les délais imposés, un diaporama a été conçu sur Microsoft® PowerPoint. L'entraînement a été élaboré en collaboration avec Mme Terzago (étudiante au département d'orthophonie de Nice) qui est parvenue, plus tardivement, à obtenir un entraînement sur logiciel informatique. Le principe de l'entraînement consistait à reconstruire l'ordre sériel de plusieurs séquences d'images ; et sa conception a été inspirée par la tâche de reconstruction de l'ordre sériel « La course des animaux » (Majerus et al., 2006). Cette tâche a été conçue pour évaluer les compétences de reconstruction de l'ordre sériel et elle a été utilisée lors des tests pré et post-entraînement.

Les 48 images, utilisées pour construire l'entraînement, ont été sélectionnées afin que les mots représentés sur ces images soient essentiellement des mots fréquents, appartenant au vocabulaire courant des enfants, et mono ou bi-syllabiques afin d'éviter un effet de longueur. Ces images sont libres de droit et issues d'un site internet (https://bd2i.univ-grenoble-alpes.fr/index.php) qui fournit des normes d'identification et de dénomination.

Élaboration des séances d'entraînement :

À partir des 48 images sélectionnées, 8 collections de 6 images ont été constituées. Les collections ont été constituées afin d'éviter la présence de voisins phonologiques ou sémantiques. Pour chaque collection, une séance d'entraînement a été conçue. Chaque séance d'entraînement était composée de 12 séquences d'images à reconstituer. Les séquences ont été élaborées à partir des 6 images de la collection choisie (l'ensemble des 96 séquences – 8 collections multipliées par 12 séquences – est détaillé en annexe B). Huit séances d'entraînement ont donc été élaborées. Chaque séance d'entraînement a été présentée deux fois au sujet (à l'exception de la séance 8, qui n'a été présentée qu'une seule fois, car 15 séances d'entraînement étaient prévues). Les 12 séquences d'images à reconstituer, proposées à chaque séance d'entraînement, ont été réparties en 4 niveaux : le niveau 1 (« œil de biche ») était composé de 3 séquences de 3 images ; le niveau 2 (« œil

de chat ») de 3 séquences de 4 images ; le niveau 3 (« œil de lynx ») de 3 séquences de 5 images ; et le niveau 6 (« œil de tigre ») de 3 séquences de 6 images.

Déroulement d'une séance :

Tous les entraînements se sont déroulés à l'école sur un ordinateur portable. L'expérimentateur et le sujet étaient seuls dans une salle afin que le sujet ne soit pas déconcentré par des bruits ou activités environnants. L'intégralité de l'entraînement a été systématiquement proposée au sujet : chaque séance a débuté par la première séquence du niveau 1 et s'est terminée par la troisième séquence du niveau 4.

Pour chaque séquence de présentation, le sujet devait d'abord observer les images qui apparaissaient les unes après les autres (les images étaient présentées pendant deux secondes et un intervalle d'une seconde les séparait les unes des autres). A la fin de la séquence de présentation, les images qui venaient d'être présentées, apparaissaient dans le désordre, accompagnées de cases de rangement (le nombre de cases de rangement correspondait au nombre d'images présentées et étaient numérotées en conséquence). Le sujet devait alors montrer à l'expérimentateur comment il souhaitait ranger les images. A l'aide d'un mécanisme de « drag and drop » (« glisser-déposer »), l'expérimentateur sélectionnait l'image désignée par le sujet et la faisait glisser dans la case de rangement choisie par le sujet. Une fois que toutes les images avaient été rangées, l'expérimentateur pouvait lancer la séquence de présentation suivante. Pendant toute la durée de l'entraînement, c'est l'expérimentateur qui effectuait les mouvements de souris nécessaires pour déplacer les images et lancer les séquences de présentation.

Au début du premier niveau, une première diapositive présentait le niveau et une seconde diapositive énonçait une consigne type : « Regarde bien les n images, il faudra les ranger dans le bon ordre » (avec n le nombre d'image de la séquence : 3, 4, 5 ou 6 images). Entre chaque niveau, une première diapositive félicitait le sujet et annonçait que le niveau n+1 allait commencer. Une seconde diapositive affichait la consigne type. A la fin du dernier niveau, une diapositive annonçait : « BRAVO ! C'est fini pour aujourd'hui. A demain ! ». L'entraînement était terminé, l'expérimentateur enregistrait les modifications apportées au fichier pour enregistrer les réponses du sujet avant de fermer le fichier.

Le temps total de la séance était chronométré manuellement : le chronomètre était déclenché au démarrage du diaporama et stoppé lorsque le sujet avait rangé la dernière image de la troisième séquence de présentation du dernier niveau (niveau « œil de tigre »).

b. Entraînement test

Un fichier d'entraînement test composé de deux séquences de trois images a été élaboré pour expliquer au sujet le fonctionnement de l'entraînement. La première séquence était effectuée par l'examinateur et la seconde permettait au sujet de s'entraîner.

3. PROCEDURE EXPERIMENTALE

a. Recueil du consentement :

Pour le GE et une partie du GC (24 enfants), le consentement des sujets et de leurs parents a été recueilli via un document d'accord de participation (contenant une notice d'information sur l'objectif et le déroulement de l'étude) qui a été diffusé aux parents par l'intermédiaire des enseignants ayant accepté de participer à l'étude. Pour la seconde partie du GC (7 enfants), les accords de participation ont été directement transmis aux parents.

b. Protocole d'entraînement des capacités de restitution de l'ordre sériel :

Le protocole s'est déroulé sur un minimum de 5 semaines et comportait trois phases : deux phases d'évaluation et une phase d'entraînement.

SEMAINE 1 :

- Tests pré-entraînement 1

Cette séance durait entre 40 et 45 minutes et regroupait la première partie des tests à effectuer avant de démarrer l'entraînement, afin d'étudier l'efficacité de l'entraînement sur un ensemble de compétences. Les tests ont été réalisés dans l'ordre suivant :

1. *Test de désignation de la batterie ELO* (Khomsi, 2001)

Évaluation du stock lexical sur le plan réceptif.

2. *Test de dénomination de la batterie ELO* (Khomsi, 2001)

Évaluation du stock lexical sur le plan expressif.

3. *Test de reconstruction de l'ordre sériel : La course des animaux* (Majerus et al., 2006)

Évaluation des compétences de rétention et de restitution de l'ordre sériel. L'épreuve est disponible sur le site de l'Université de Liège (http://www.psyncog.uliege.be/cms/c3777644/fr/tests-mis-a-disposition). Des séquences composées de plusieurs animaux sont énoncées au sujet (la longueur de ces séquences va de 2 à 7 animaux et 4 exemples sont proposés pour chaque longueur). Les images des animaux constituant la séquence sont ensuite fournies au sujet qui doit reconstituer l'ordre énoncé par l'examinateur. Le sujet range les images sur un podium adapté à la longueur de la séquence proposée (le podium est en forme d'escalier et les marches sont numérotées).

4. *Empan de chiffres endroit* (épreuve de mémoire à court terme verbale)

Évaluation des compétences de rétention et de restitution d'une séquence d'items verbaux (chiffres de la séquence) et de l'ordre sériel de cette séquence (Majerus, 2012).

5. *Empan de chiffres envers* (épreuve de mémoire de travail verbale)

Évaluation des compétences de stockage, de manipulation et de restitution d'une information verbale.

6. *Empan de Corsi endroit* (Kessels, Van Zandvoort, Postma, Kappelle et De Haan, 2000)

Épreuve de mémoire à court-terme visuo-spatiale évaluant les compétences de rétention et de restitution d'une séquence d'items localisés spatialement et de l'ordre sériel de cette séquence.

7. *Empan de Corsi envers* (Kessels et al., 2000)

Épreuve de mémoire de travail évaluant les compétences de stockage, de manipulation et de restitution d'une information visuo-spatiale.

- Tests pré-entraînement 2

Cette séance durait entre 25 et 30 minutes et regroupait la seconde partie des tests à effectuer avant de démarrer l'entraînement. Les tests ont été réalisés dans l'ordre suivant :

1. *Épreuves informatiques issues de l'EXALang 3-6* (Helloin et Thibault, 2006) :
   a. Module « Compétences lexicales » : épreuve « Couleurs »
   b. Module « Compétences lexicales » : épreuve « Dénomination rapide des couleurs »

Évaluation des compétences d'accès lexical sur un matériel lexical maîtrisé par le sujet. L'épreuve « couleurs » est réalisée avant l'épreuve « dénomination rapide des couleurs » afin de vérifier que le sujet maîtrise le lexique utilisé.

   c. Module « Phonologie » : épreuve « Répétition de logatomes »

Évaluation des compétences de rétention et de restitution d'une information phonologique.

   d. Module « Compétences morphosyntaxiques » : épreuve « Répétition de phrases »

Évaluation des compétences de rétention d'un énoncé syntaxique et de la maîtrise d'un ensemble de structures syntaxiques sur le versant expressif.

   e. Module « Compétences morphosyntaxiques » : épreuve « Production de phrases »

Évaluation des compétences narratives et syntaxiques sur le plan expressif.

2. *Copie de figure : Forme B de la figure de Rey (Rey, 1960)*

Évaluation des compétences d'attention visuelle, de repérage spatial et de graphisme dans un contexte de copie d'une figure géométrique.

SEMAINE 2 à 4 :

Mise en place de l'entraînement composé de 15 séances et se déroulant sur trois semaines : les enfants s'entraînaient 5 jours sur 7, il n'y avait pas de séance le week-end. Si un enfant était absent de l'école pour une quelconque raison, l'entraînement était interrompu et reprenait au même point lorsqu'il revenait à l'école. L'important était qu'au moins trois semaines (au minimum) séparent la semaine des tests pré-entraînement de la

semaine des tests post-entraînement pour limiter l'effet re-test. Huit entraînements ayant été élaborés, il était nécessaire de proposer deux fois les entraînements 1 à 7 et une fois l'entraînement 8 pour comptabiliser 15 séances.

Répartition des entraînements :

- Séance 1 : entraînement test et entraînement 1 ;
- Séances 2 à 8 : entraînements 2 à 8 ;
- Séance 9 à 15 : entraînements 1 à 7 proposés à nouveau.

Pour l'ensemble des 16 sujets du GE, la moyenne de la durée d'une séance d'entraînement était d'environ 11 minutes (moyenne : 11 minutes 07 secondes – écart-type : 1,41 – minimum : 8 minutes 10 secondes – maximum : 15 minutes 57 secondes).

SEMAINE 5 :

Réalisation des deux sessions de tests post-entraînement (similaires aux sessions de tests pré-entraînement).

c. Épreuves et seuils ayant servi de critères d'exclusion :

Les sujets ayant obtenu des résultats inférieurs aux seuils pathologiques (préconisés par les auteurs des batteries respectives) des épreuves suivantes, ont été exclus de l'étude : tests de désignation et de dénomination de la batterie ELO de Khomsi (2001) ; tests de dénomination et de dénomination rapide des couleurs, de répétition de logatomes, de répétition de phrases et de production de phrases de la batterie EXALang 3-6 (Helloin et Thibault, 2006).

RESULTATS

Sur les 43 enfants ayant effectués les tests pré-entraînement (enfants pour lesquels les parents ont donné un accord favorable de participation à l'étude), 11 enfants ont été exclus de l'étude. 6 enfants ont été exclus du GE : 3 n'ont pas souhaité participer, 1 présentait des scores déficitaires aux épreuves des tests pré-entraînement, 1 enfant a souhaité arrêter les séances d'entraînement au bout de la 11ème séance et les parents d'1 enfant se sont rétractés après avoir donné leur accord. 5 enfants ont été exclus du GC car ils présentaient des scores déficitaires aux épreuves des tests pré-entraînement. Le recueil des données s'est effectué entre la fin du mois de septembre 2017 et mi-février 2018. Le détail des dates de passation pour chaque sujet figure en annexe A.

Traitement statistique :

Les analyses statistiques ont été effectuées, sur les 31 sujets retenus et décrits précédemment, pour les épreuves choisies pour nous permettre de répondre aux hypothèses de recherche formulées. L'ensemble des données collectées a été anonymisé à la main : un

numéro de sujet a été attribué à chaque enfant ; et les résultats aux tests pré et post-entraînement, ainsi que les données d'entraînement, ont été collectés et classés manuellement.

Afin d'étudier les effets de l'entraînement mis en place, plusieurs comparaisons de moyennes ont été effectuées. Les résultats du GE aux tests pré-entraînement (T1) et aux tests post-entraînement (T2) ont été comparés à ceux du GC (tableau I) ; l'évolution du GE et du GC entre T1 et T2 a été étudiée (tableau I) ; et les gains moyens du GE et du GC entre T1 et T2 ont été comparés (tableau II).

Tableau I : Évolution des moyennes entre T1 et T2 pour le GE et le GC selon les épreuves – Comparaison des moyennes entre le GE et le GC selon les épreuves à T1 et T2

Épreuve		**GE – T1 /T2 (16 sujets)**			**GC – T1/T2 (15 sujets)**			**GE vs GC (T1)**	**GE vs GC (T2)**
		m1 (ET1)	m2 (ET2)	p	m1 (ET1)	m2 (ET2)	p	p	p
Désignation (ELO)		14,81 (2,11)	16,06 (1,91)	0,003* d = 0,55	13,73 (2,05)	14,87 (1,88)	0,048* d = 0,51	0,159	0,090
Dénomination (ELO)		23,31 (3,16)	24,06 (2,35)	0,194	22,07 (2,09)	23,87 (2,26)	0,002* d = 0,72	0,208	0,815
Recon-struction ordre sériel	**Séries**	6,06 (2,46)	9,06 (2,74)	**< 0,0001* d = 1,02**	8,27 (3,17)	8,80 (2,21)	0,438	**0,038* d = 0,73**	**0,772**
	Items	35,69 (9,54)	44,31 (10,64)	**0,007* d = 0,75**	46,13 (13,71)	46,60 (13,52)	0,838	**0,026* d = 0,83**	**0,603**
Empan de chiffres	**Endroit**	3,13 (0,72)	3,56 (0,81)	0,035* d = 0,50	3,60 (0,83)	3,47 (0,92)	0,424	0,089	0,784
	Envers	2,19 (0,54)	2,56 (0,73)	0,063	2,53 (0,74)	2,53 (0,64)	1,000	0,123	0,879
Empan de Corsi	**Endroit**	3,56 (0,73)	3,88 (0,96)	0,220	3,60 (0,83)	3,47 (0,92)	0,610	0,985	0,235
	Envers	2,56 (1,41)	3,00 (1,26)	0,159	2,53 (1,46)	2,40 (0,63)	0,755	0,955	0,198
Répétition de logatomes (3-6)		11,19 (1,05)	11,63 (0,62)	0,095	10,87 (0,99)	11,07 (1,10)	0,233	0,198	0,141
Répétition de phrases		22,88 (1,15)	23,38 (0,81)	0,056	22,33 (1,54)	22,60 (1,99)	0,398	0,386	0,487
Dénomination des couleurs		8,94 (1,15)	9,19 (0,75)	0,410	9,13 (0,64)	9,07 (0,70)	0,790	**< 0,0001* d = 0,19**	**0,637**
DRA	**Précision**	0,125 (0,342)	0,063 (0,250)	1,000	0,27 (0,46)	0,13 (0,35)	0,346	**< 0,0001* d = 0,34**	**0,537**
	Vitesse	31,63 (14,64)	23,25 (5,09)	**0,023* d = 0,68**	25,67 (9,16)	23,67 (8,45)	0,160	0,214	0,868
Narration		82,56 (8,37)	89,00 (12,59)	**0,010* d = 0,53**	105,67 (14,86)	108,20 (10,84)	0,425	**< 0,0001* d = 1,81**	**< 0,0001* d = 1,54**

m = moyenne / ET = écart-type / p = p-value / * = résultat significatif / d = d de Cohen

Tableau II : Gains moyens selon les épreuves pour le GE et le GC – Comparaison des gains moyens entre le GE et le GC selon les épreuves

Épreuve		**GE (16 sujets)**		**GC (15 sujets)**		**Gains GE vs Gains GC**
		Gain moyen (%)	**ET**	**Gain moyen (%)**	**ET**	**p**
Désignation (ELO)		7,67	8,26	7,00	13,34	0,867
Dénomination (ELO)		3,14	9,15	7,26	7,48	0,182
Reconstruction ordre sériel	**Séries**	31,94	19,32	5,50	27,28	**0,004* d = 1,05**
	Items	17,48	19,00	-0,18	18,50	**0,014* d = 0,89**
Empan de Chiffres	**Endroit**	10,52	17,25	-6,67	19,97	**< 0,0001* d = 0,87**
	Envers	11,46	17,97	-2,78	28,11	**< 0,0001* d = 0,57**
Empan de Corsi	**Endroit**	3,75	26,14	-9,00	29,63	0,225
	Envers	1,67	43,38	-8,33	67,48	0,462
Répétition de logatomes (3-6)		3,70	8,29	1,59	5,30	0,003* d = 0,29
Répétition de phrases		2,13	3,89	0,62	9,50	0,852
Dénomination des couleurs		2,27	10,32	-1,15	8,81	0,001* d = 0,34
DRA	**Précision**	-0,06	0,25	-0,13	0,35	< 0,0001* d = 0,22
	Vitesse	-35,98	52,35	-10,11	20,48	0,220
Narration		6,41	9,17	2,21	10,77	0,251

m = moyenne / ET = écart-type / p = p-value / * = résultat significatif / d = d de Cohen

Les effectifs des échantillons étudiés (GE : 16 sujets et GC : 15 sujets) étant inférieurs à 30, la distribution des variables a été systématiquement étudiée en utilisant le test de Shapiro-Wilk. Pour les variables suivant une loi normale, des tests t de Student ont été utilisés (pour échantillons appariés ou échantillons indépendants, le cas échéant), afin d'étudier les différences entre les moyennes. Pour les variables ne suivant pas une loi normale, des alternatives non paramétriques au test t de Student ont été utilisées : des tests de Wilcoxon (pour les échantillons appariés) et de Mann-Withney (pour les échantillons indépendants) ont été utilisés pour étudier les différences entre les groupes. Enfin, en cas de différence significative des moyennes, la formule du d de Cohen a permis l'obtention de différences standardisées, permettant l'étude de la taille d'effet (la formule appliquée est celle proposée par Durlak (2009) et elle inclut une correction permettant de corriger le biais entraîné par la taille restreinte des échantillons).

Analyse des résultats :

Résultats à l'épreuve de reconstruction de l'ordre sériel :

Les analyses effectuées pour comparer l'évolution des performances du GE, entre les tests pré-entraînement (T1) et les tests post-entraînement (T2), pour l'épreuve de

reconstruction de l'ordre sériel, ont mis en évidence des différences significative entre les performances, avec des tailles d'effet importantes, pour le nombre de séries correctement reconstituées ($p < 0,0001$; $d = 1,02$) et pour le nombre d'items correctement replacés ($p = 0,007$; $d = 0,75$) ; ce qui n'a pas été le cas pour le GC. La comparaison entre les performances du GE et du GC en T1, pour cette épreuve, a montré une différence significative entre les deux groupes, avec une taille d'effet importante ($p = 0,038$ et $d = 0,3$ pour les séries ; $p = 0,026$ et $d = 0,83$ pour les items). En ce qui concerne cette différence initiale, il convient de rappeler que le GC a été constitué et évalué après le GE, ce qui a empêché de contrôler l'homogénéité des performances des deux groupes en T1. En revanche, aucune différence significative n'a été objectivée entre le GE et le GC en T2. De plus, la comparaison entre les gains moyens du GE et ceux du GC, pour cette épreuve, a également mis en évidence des différences significatives entre les gains avec des tailles d'effet importantes ($p = 0,004$; $d = 1,05$ pour les séries et $p = 0,014$; $d = 0,89$ pour les items). C'est le GE qui a le plus progressé avec 31,94% de gains moyens pour les séries (5,50% pour le GC) et 17,48% de gains moyens pour les items (-0,18% pour le GC).

<u>Résultats aux épreuves de mémoire à court terme :</u>

Pour l'empan de chiffres endroit, les résultats ont mis en évidence une différence significative des performances pour le GE, entre T1 et T2 ($p = 0,035$) avec une taille d'effet modérée ($d = 0,50$). Pour le groupe contrôle, la différence des performances entre T1 et T2 n'était pas significative. La comparaison entre les performances du GE et celles du GC, en T1 et en T2, pour l'empan de chiffres endroit, n'a pas révélé de différence significative entre les deux groupes. En revanche, la comparaison entre les gains moyens du GE et ceux du GC a mis en évidence une différence significative entre les deux groupes, avec une taille d'effet importante ($p < 0,0001$; $d = 0,87$). C'est le GE qui a le plus progressé avec 10,52% de gains moyens (-6,67% pour le GC).

Pour l'empan de Corsi endroit, aucune des comparaisons effectuées n'a mis en évidence de différence significative entre les deux groupes. En effet, les différences observées entre les échantillons ne sont ni significatives pour la comparaison des performances du GE et celle des performances du GC entre T1 et T2, ni pour la comparaison entre les performances du GE et celles du GC en T1 et en T2. De plus, les gains moyens sont faibles pour le GE (3,75%) et négatifs pour le GC (-9,00%).

Pour l'épreuve de répétition de logatomes et l'épreuve de répétition de phrases, aucune différence significative n'a été objectivée entre les performances pour le GE et pour le GC entre T1 et T2. Il n'y avait pas de différence significative non plus entre les deux groupes en T1 et en T2. Pour l'épreuve de répétition de logatomes, une différence significative a

cependant été observée entre les gains moyens du GE et ceux du GC (p = 0,03) mais la taille de l'effet était faible (d = 0,29). Pour l'épreuve de répétition de phrases, les résultats n'ont pas révélé de différence significative entre les gains moyens du GE et du GC, bien que les résultats aient montré que les gains moyens du GE (2,13%) étaient légèrement supérieurs à ceux du GC (0,62%).

Résultats aux épreuves d'évaluation du stock lexical :

Pour l'épreuve de désignation, les résultats ont mis en évidence des différences significatives pour les performances, entre T1 et T2, avec des tailles d'effet modérées, pour le GE (p = 0,003 ; d = 0,55) et pour le GC (p = 0,048 ; d = 0,51). Aucune différence significative n'a été objectivée entre les deux groupes à T1 et à T2. Les gains moyens pour cette épreuve ont été de 7,67% pour le GE et de 7,00% pour le GC, aucune différence significative n'a été objectivée pour les gains moyens entre le GE et le GC.

Pour l'épreuve de dénomination, les résultats ont mis en évidence une différence significative entre les performances pour le GC, entre T1 et T2, avec une taille d'effet modérée (p = 0,02 ; d = 0,72) ; ce qui n'a pas été le cas pour le GE. Aucune différence significative n'a été objectivée entre les deux groupes à T1 et T2. Bien que les gains moyens aient été supérieurs pour le GC (7,26%) par rapport au GE (3,14%), cette différence n'était pas significative.

Pour l'épreuve de dénomination rapide automatisée (DRA), les résultats ont mis en évidence une différence significative des performances sur le critère vitesse pour le GE entre T1 et T2, avec une taille d'effet modérée (p = 0,023 ; d = 0,68) ; ce qui n'a pas été le cas pour les performances sur le critère précision. Aucune différence significative n'a été mise en évidence pour les performances en vitesse et en précision pour le GC, entre T1 et T2. Une différence significative a été observée entre les deux groupes pour la précision en T1, avec une faible taille d'effet (p < 0,0001 ; d = 0,34). Cette différence entre les deux groupes n'est plus observée en T2. Les gains moyens observés en précision sont très faibles pour les deux groupes mais plus élevés en vitesse : -35,98% pour le GE et -10,11% pour le GC (le résultat de cette épreuve étant en seconde, une diminution des pourcentages signe une progression).

Pour l'épreuve de narration, les résultats ont mis en évidence une différence significative entre les performances pour le GE entre T1 et T2, avec une taille d'effet modérée (p = 0,010 ; d = 0,53) ; ce qui n'a pas été le cas pour le GC. Des différences significatives entre les performances des deux groupes ont également été mises en évidence, avec des tailles d'effet importantes, en T1 (p < 0,0001 ; d = 1,84) et en T2 (p <

0,0001 ; d = 1,54). Bien que les gains moyens du GE (6,41%) aient été plus importants que ceux du GC (2,21%), cette différence n'était pas significative.

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de mettre en place un entraînement visant le développement des capacités de la mémoire sérielle auprès d'enfant âgés de 4 à 5 ans. Afin d'étudier les effets possibles de cet entraînement, trois hypothèses ont été formulées : un entraînement de la mémoire sérielle permettrait (a) d'améliorer les performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel ; (b) d'améliorer les performances à des tâches sollicitant l'intervention de la mémoire à court terme (MCT) ; (c) d'améliorer les performances à des tâches sollicitant l'intervention du stock lexical.

Afin d'évaluer l'hypothèse (a), nous avions choisi d'observer l'évolution des résultats à une épreuve de reconstruction de l'ordre sériel : La course des animaux (Majerus et al., 2006). Les résultats à cette épreuve ont montré que le GE a nettement amélioré ses performances entre T1 et T2 ; ce qui n'a pas été observé pour le GC. Les différences observées au départ (en T1) entre le GE et le GC, ne sont pas retrouvées en T2. L'absence de différence entre les deux groupes en T2 montre que le GE a amélioré ses performances et compensé la différence de niveau observée initialement entre les deux groupes. Cette étude a donc montré qu'un entraînement de la mémoire sérielle permettait à un groupe entraîné d'améliorer ses performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel.

L'hypothèse (a) est donc validée. En revanche, cette étude ne permet pas de tirer de conclusion sur la question de savoir si cet entraînement permettrait, à un groupe entraîné, d'obtenir des performances supérieures à celles d'un groupe non-entraîné, pour une tâche de reconstruction de l'ordre sériel. Aucune étude n'ayant, à notre connaissance, évalué les effets d'un entraînement de la mémoire sérielle, il n'y a pas de résultats dans la littérature auxquels comparer ceux obtenus dans cette étude. Cependant, plusieurs études ont déjà mis en évidence qu'il était possible d'améliorer les compétences mnésiques à l'aide d'entraînements mnésique ou cognitif (Miller et al., 2015 ; Passolunghi et Costa, 2016 ; Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin et Klingberg, 2009). Ainsi, il semble raisonnable de penser qu'un entraînement visant le développement des capacités de la mémoire sérielle permet d'améliorer les performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel.

Afin d'évaluer l'hypothèse (b), nous avions choisi d'observer l'évolution des résultats à quatre épreuves permettant d'évaluer les compétences en MCT : l'empan de chiffres endroit (MCT verbale), l'empan de Corsi endroit (MCT visuo-spatiale) ; ainsi qu'une

épreuve de répétition de logatomes et une épreuve de répétition de phrases. Bien que ces deux dernières épreuves fassent intervenir également des compétences langagières, elles sont tout de même utilisées pour évaluer, en partie, les compétences en MCT verbale (Majerus, Leclercq, Grossmann, Billard, Touzin, Van der Linden et Poncelet, 2009a ; Archibald et Joanisse, 2009). En ce qui concerne l'épreuve d'empan de chiffres, les résultats ont mis en évidence une amélioration des compétences du GE, ce qui n'était pas le cas pour le GC. Cependant, la comparaison entre les performances du GE et celles du GC en T2 n'a pas objectivé de différence entre les deux groupes. Aucune amélioration des performances entre T1 et T2 n'a été mise en évidence, pour les trois autres épreuves, pour aucun des deux groupes.

Aux termes de cette étude, nous ne pouvons valider ou invalider l'hypothèse (b). Si les résultats obtenus ont montré qu'après entraînement, les sujets avaient amélioré leurs compétences à la tâche d'empan de chiffres endroit, en revanche aucune amélioration des compétences n'a été mise en évidence pour les autres tâches proposées. D'autre part, les scores du GE aux épreuves de répétition de logatomes (score moyen = 11,19/12 ; ET = 1,05) et de répétition de phrases (score moyen = 22,88/24 ; ET = 1,15) étant très élevés en T1, on peut supposer que ces épreuves n'étaient pas adaptées pour nous permettre d'observer une évolution des performances au sein de cet échantillon. En revanche, il semble raisonnable de conclure que l'entraînement proposé n'a pas permis d'améliorer les performances à l'épreuve de MCT visuo-spatiale. La dissociation observée entre les effets de l'entraînement sur les compétences en MCT verbale (épreuve d'empan de chiffres endroit), et ceux sur les compétences en MCT visuo-spatiale (épreuve d'empan de Corsi endroit), mérite d'être soulignée, car elle pourrait refléter une spécificité de l'entraînement. En effet, de nombreux auteurs considèrent que les composantes verbales et visuo-spatiales de la MCT seraient distinctes l'une de l'autre (Baddeley, 2003 ; Leonard, 2007). Comme l'entraînement proposé repose sur un matériel verbal, il serait susceptible d'avoir un effet spécifique sur les compétences en MCT verbale, en sollicitant davantage la composante verbale de la MCT plutôt que la composante visuo-spatiale. Si le protocole et l'entraînement mis en place dans cette étude n'ont pas permis de valider l'hypothèse (b), la question de savoir si un entraînement de la mémoire sérielle permettrait d'améliorer les compétences à des tâches sollicitant l'intervention de la MCT demeure. Il conviendrait que cette hypothèse soit à nouveau questionnée au travers d'un protocole sensiblement remanié et des épreuves de répétition de logatomes et de phrases plus ajustées.

Afin d'évaluer l'hypothèse (c), nous avions choisi quatre épreuves permettant d'évaluer le stock lexical : une épreuve de désignation (évaluation du stock lexical passif),

une épreuve de dénomination (évaluation du stock lexical actif), une épreuve de dénomination rapide automatisée (DRA – évaluation de l'accès au stock lexical) et une épreuve de narration (évaluation des compétences narratives et syntaxiques). Les compétences à l'épreuve de désignation ayant évolué de façon similaire dans le GE et le GC, nous ne pouvons pas conclure que c'est l'entraînement mis en place qui a permis ces améliorations pour le GE. Pour l'épreuve de dénomination, il n'y a pas eu de progression des performances du GE. Pour l'épreuve de DRA, les performances en vitesse du GE ont augmenté de façon significative entre T1 et T2 ; ce qui n'a pas été le cas pour le GC. Cependant, il n'y avait pas de différence entre les performances du GE et celles du GC en T2. Il semble donc que l'entraînement ait permis au GE d'augmenter modérément ses performances à l'épreuve de DRA en vitesse. En ce qui concerne l'épreuve de narration, des progrès ont été mis en évidence dans le GE, ce qui n'a pas été le cas dans le GC. Cependant, bien que les gains moyens du GE (6,41%) soient supérieurs à ceux du GC (2,21%), cette différence n'était pas significative. D'autre part, la comparaison entre les performances du GE et celles du GC en T1 avait objectivé une supériorité importante des performances du GC par rapport au GE. Une telle différence entre les deux groupes est surprenante et potentiellement due à un biais de passation découlant de l'investissement des sujets lors de l'épreuve. La différence de performance initiale entre les deux groupes était telle que, malgré les progrès du GE, cette différence était toujours présente en T2. L'entraînement semble donc avoir permis au GE d'améliorer modérément ses performances mais pas de façon significativement plus importante que le GC.

L'ensemble des résultats obtenus aux épreuves évaluant le stock lexical ne nous permettent pas de valider l'hypothèse (c). En effet, l'entraînement n'a pas permis aux sujets entraînés d'améliorer leurs performances aux épreuves évaluant le stock lexical passif et le stock lexical actif. D'autre part, bien qu'une évolution des performances ait été mise en évidence pour les épreuves évaluant l'accès lexical et les compétences narratives et syntaxiques, les progrès observés chez les sujets entraînés n'étaient pas significativement supérieurs à ceux observés chez les sujets non entraînés.

Cette étude comporte un certain nombre de biais et de limites qu'il convient d'aborder. C'est notamment le cas de la taille de l'échantillon. En effet, 31 sujets ayant participé à l'étude et ayant été séparés en deux groupes (un groupe expérimental : GE et un groupe contrôle : GC), 16 sujets seulement ont réalisé l'entraînement. Un autre biais lié à l'échantillon est que, du fait de contraintes organisationnelles, les groupes ont été constitués en deux temps. Ainsi, le groupe expérimental a été constitué et entraîné avant que le groupe contrôle ne soit constitué, ce qui a donné lieu à des biais d'échantillonnage.

D'autre part, si la constitution d'un GC nous a permis de contrôler les progrès dus à la maturation et à l'apprentissage ; le fait que ce GC n'ait pas suivi d'entraînement non spécifique ne nous a pas permis de contrôler les progrès dus à l'effet placebo et à l'effet de motivation qui se manifestent lors qu'un sujet participe à une étude et à un entraînement (Schelstraete et al., 2011). En outre, l'étude de Leclercq et Majerus (2010) a mis en évidence que le niveau des compétences en mémoire sérielle à 4 ans permettait de prédire le niveau de développement du stock lexical à 5 ans. Une évaluation à distance de l'entraînement aurait pu nous permettre de comparer l'évolution du GE à celle du GC à plus long terme ; et éventuellement d'observer des effets de l'entraînement sur le développement du stock lexical, ce qui n'a pas été le cas sur le court terme. Les résultats obtenus lors de cette étude sont des résultats préliminaires qui doivent être confirmés par des études ultérieures.

Un autre élément pouvant être critiqué est le choix de réaliser trois semaines d'entraînement. En effet, bien qu'une étude ait montré que les effets d'un entraînement attentionnel pouvaient apparaître au bout de cinq jours (Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, et Posner, 2005) ; dans la littérature les entraînements mnésiques ou cognitifs durent généralement cinq semaines, au minimum (Thorell et al., 2009 ; Bergman Nutley, Söderqvist, Bryde, Thorell, Humphreys et Klingberg, 2011). La réalisation d'une plateforme informatique pour effectuer l'entraînement n'ayant pas été possible, et la mise en place du protocole nécessitant deux semaines pour les tests pré et post-entraînement, le choix de trois semaines d'entraînement répondait à des contraintes chronologiques.

D'autre part, parmi les tests choisis pour contrôler l'évolution des compétences entre le début et la fin de l'entraînement, deux tests n'étaient pas adaptés : le test de répétition de logatomes et le test de répétition de phrases (EXALang 3-6, Thibault et Helloin, 2006). En effet, bien que les tests aient été adéquats pour la tranche d'âge de l'échantillon, les performances des sujets à ces deux tests se sont révélées être très élevées, et plusieurs enfants ont plafonné ces épreuves dès les tests pré-entraînement. Le choix de ces deux épreuves n'était donc pas adapté pour nous permettre d'observer une évolution des compétences au sein de cet échantillon.

Enfin, bien que nous ayons récupéré les données d'entraînement, celles-ci n'ont pas été étudiées. Nous n'avons donc pas de précision à apporter à propos de l'évolution des sujets au sein de l'entraînement.

Un dernier point à aborder concerne l'entraînement mis en place. Il a été élaboré d'après le principe utilisé dans la tâche de « La course des animaux » conçue par Majerus et al. (2006) pour maximiser les exigences de rétention de l'ordre sériel d'une séquence et

minimiser les exigences de rétention des items composant cette séquence. Nous avons donc supposé que l'entraînement élaboré, sollicitait majoritairement des compétences de traitement et de rétention de l'ordre sériel. Cependant, le matériel utilisé étant verbal, l'activation des représentations langagières reste sollicitée. D'autre part, des compétences d'attention sélective sont également sollicitées (Majerus et al., 2009b). Ainsi, la spécificité de l'entraînement peut être remise en cause. Afin d'améliorer cette spécificité en diminuant le recrutement des ressources attentionnelles et les exigences d'activation des représentations langagières, il serait intéressant de proposer un entraînement qui présenterait des séquences d'images à la fois sur le plan visuel et sur le plan auditif (en ajoutant un enregistrement qui dénommerait les images lorsqu'elles apparaissent visuellement lors de la présentation des séquences). Une autre amélioration à apporter à l'entraînement mis en place serait de proposer un entraînement progressif, à l'image de celui proposé dans l'étude de Thorell et al. (2009), qui ne mettrait pas les sujets en échec (ce qui a été le cas dans notre étude).

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de mener une expérimentation préliminaire de faisabilité visant la mise en place d'un entraînement de la mémoire sérielle, auprès d'enfants âgés de 4 à 5 ans, afin d'étudier les effets possibles d'un tel entraînement. Bien qu'il faille considérer avec précaution les résultats obtenus, compte tenu des biais évoqués, et les confirmer par des études ultérieures, ceux-ci semblent mettre en évidence qu'une intervention sur les compétences de rétention et de traitement de l'ordre sériel permettrait d'améliorer les performances à une tâche de reconstruction de l'ordre sériel chez des enfants tout-venant âgés de 4 à 5 ans. En revanche, les effets sur les performances à des tâches faisant intervenir d'autres composantes de la MCT ou à des tâches sollicitant l'intervention du stock lexical sont peu concluants.

L'enjeu clinique de l'élaboration d'un entraînement visant le développement des compétences de la mémoire sérielle serait de permettre à des sujets, souffrant d'un trouble de cette composante de la MCT, d'améliorer leurs compétences dans ce domaine. Quelques études ont démontré que certains sujets pouvaient présenter un trouble de la MCT de l'ordre sériel. En effet, une étude de Perez, Majerus, Mahot et Poncelet (2012) a mis en évidence la présence d'un trouble de la MCT de l'ordre sériel au sein d'un groupe d'enfants dyslexiques. Une autre étude de Majerus et al. (2009a) a montré qu'un groupe d'enfants porteurs de trouble du développement du langage présentait une altération des performances dans des tâches de MCT de l'ordre sériel par rapport à un groupe témoin,

apparié en âge, bien que ce trouble n'ait pas été reconnu comme spécifique. Les retentissements potentiels d'un trouble de la MCT sont discutés dans les deux études.

Notons que, s'il faut poursuivre la recherche pour savoir si un entraînement de la mémoire sérielle pourrait avoir un effet sur l'évolution des compétences lexicales, il est également nécessaire de sensibiliser les thérapeutes à l'intérêt d'objectiver un trouble de la mémoire sérielle, en cas de trouble de la MCT avéré. En effet, cela permettrait d'obtenir un profil plus détaillé des compétences mnésiques d'un patient, qui sont susceptibles d'avoir une influence sur les compétences langagières (Baddeley, 2003). Il existe d'ores et déjà des tests d'évaluation des compétences de la mémoire sérielle, en cours de normalisation, et disponibles gratuitement, parmi plusieurs tests évaluant les compétences en mémoire de travail, sur le site de l'Université de Liège à l'adresse suivante : http://www.psyncog.uliege.be/cms/c3777644/fr/tests-mis-a-disposition.

BIBLIOGRAPHIE

Archibald, L. M., et Joanisse, M. F. (2009). On the sensitivity and specificity of nonword repetition and sentence recall to language and memory impairments in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *52*(4), 899-914.

Archibald, L. M. et Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *41*(6), 675-693.

Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, *36*(3), 189-208.

Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., et Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study. *Developmental science*, *14*(3), 591-601.

Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A. et Greenhalgh, T. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *58*(10), 1068-1080.

Bishop, D. V. M. (2014). Ten questions about terminology for children with unexplained language problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *49*(4), 381-415.

Durlak, J. A. (2009). How to select, calculate, and interpret effect sizes. *Journal of pediatric psychology*, *34*(9), 917-928.

Kessels, R. P., Van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., et De Haan, E. H. (2000). The Corsi block-tapping task: standardization and normative data. *Applied neuropsychology*, *7*(4), 252-258.

Khomsi, A. (2001). *ELO: évaluation du langage oral*. ECPA, Les Editions du Centre de psychologie appliquée.

Leclercq, A. L. et Leroy, S. (2012). Introduction générale à la dysphasie : caractéristiques linguistiques et approches théoriques. Dans C. Maillart et M.-A. Schelstraete (dir.), *Les dysphasies : de l'évaluation à la rééducation*. Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.

Leclercq, A. L. et Majerus, S. (2010). Serial-order short-term memory predicts vocabulary development: Evidence from a longitudinal study. *Developmental Psychology*, *46*(2), 417-427.

Leonard, L. B., Weismer, S. E., Miller, C. A., Francis, D. J., Tomblin, J. B. et Kail, R. V. (2007). Speed of processing, working memory, and language impairment in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(2), 408-428.

Majerus, S. et Boukebza, C. (2013). Short-term memory for serial order supports vocabulary development: New evidence from a novel word learning paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, *116*(4), 811-828.

Majerus, S. (2012). L'évaluation de la mémoire à court terme. Dans X. Seron et M. Van Der Linden (éd.), *Traité de neuropsychologie clinique*. 2ème édition. Marseille, France : Solal.

Majerus, S., Leclercq, A. L., Grossmann, A., Billard, C., Touzin, M., Van der Linden, M., et Poncelet, M. (2009a). Serial order short-term memory capacities and specific language impairment: No evidence for a causal association. *Cortex*, *45*(6), 708-720.

Majerus, S., Heiligenstein, L., Gautherot, N., Poncelet, M. et Van der Linden, M. (2009b). Impact of auditory selective attention on verbal short-term memory and vocabulary development. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(1), 66-86.

Majerus, S., Poncelet, M., Greffe, C. et Van der Linden, M. (2006). Relations between vocabulary development and verbal short-term memory: The relative importance of short-term memory for serial order and item information. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*(2), 95-119.

Majerus, S. et Poncelet, M. (2005). Mémoire à court terme verbale et développement lexical chez l'enfant normal et l'enfant avec troubles spécifiques du langage. Dans : C. Hommet (dir.), *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (p. 205-219). Marseille, France : Solal.

Miller, S., McCulloch, S. et Jarrold, C. (2015). The development of memory maintenance strategies: Training cumulative rehearsal and interactive imagery in children aged between 5 and 9. *Frontiers in Psychology*, *6*.

Passolunghi, M. C. et Costa, H. M. (2016). Working memory and early numeracy training in preschool children. *Child Neuropsychology*, *22*(1), 81-98.

Perez, T. M., Majerus, S., Mahot, A., et Poncelet, M. (2012). Evidence for a specific impairment of serial order short-term memory in dyslexic children. *Dyslexia*, *18*(2), 94-109.

Rey, A. (1960). Test de copie d'une figure complexe [Rey-Osterrieth Complex Figure Test].

Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., et Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(41), 14931-14936.

Schelstraete, M.-A., Bragard, A., Collette, E., Nossent, C. et Van Schendel, C. (2011). *Traitement du langage oral chez l'enfant. Interventions et indications cliniques*. Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.

Thibault, M. P. et Helloin, M. C. (2006). Exalang 3/6, batterie d'examen chez les enfants de 3 à 6 ans.

Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., et Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental science*, *12*(1), 106-113.

Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J. et Verhoeven, L. (2014). Working memory performance and executive function behaviors in young children with SLI. *Research in Developmental Disabilities*, *35*(1), 62-74.

Annexe A. Tableau répertoriant l'âge, le niveau post-BAC des parents, les dates de passation, la répartition et la latéralité des 31 sujets ayant participé à l'étude.

Sujets	Age (en mois) à la 1ère séance de tests	Niveau post-BAC de la mère	Niveau post-BAC du père	Date de passation test pré-entraînement 1	Date de passation test pré-entraînement 2	Date de passation test post-entraînement 1	Date de passation test post-entraînement 2	Groupe	Latéralité
Sujet 1	66	0	3	26/09/17	28/09/17	29/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 2	58	8	2	26/09/17	28/09/17	29/11/17	01/12/17	GE	Droitier
Sujet 3	66	5	5	26/09/17	28/09/17	29/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 4	66	0	2	29/09/17	02/10/17	29/11/17	01/12/17	GE	Droitier
Sujet 5	66	8	8	26/09/17	28/09/17	27/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 6	63	0	0	26/09/17	28/09/17	27/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 7	60	2	0	26/09/17	02/10/17	27/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 8	68	2	0	27/09/17	28/09/17	29/11/17	01/12/17	GE	Gaucher
Sujet 9	58	5	4	27/09/17	28/09/17	28/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 10	49	5	5	27/09/17	29/09/17	27/11/17	29/11/17	GE	Droitier
Sujet 11	55	3	0	27/09/17	29/09/17	27/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 12	52	3	5	27/09/17	27/09/17	28/11/17	01/12/17	GE	Droitier
Sujet 13	54	4	2	28/09/17	29/09/17	28/11/17	30/11/17	GE	Gaucher
Sujet 14	54	5	2	29/09/17	02/10/17	04/12/17	05/12/17	GE	Droitier
Sujet 15	49	5	5	27/09/17	28/09/17	28/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 16	52	5	5	29/09/17	02/10/17	28/11/17	30/11/17	GE	Droitier
Sujet 17	70	3	0	08/01/18	11/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Gaucher
Sujet 18	65			08/01/18	12/10/18	08/02/18	16/02/18	GC	Droitier
Sujet 19	68	2	0	08/01/18	12/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Droitier
Sujet 20	71	5	5	09/01/18	11/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Droitier
Sujet 21	65	0	0	08/01/18	11/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Droitier
Sujet 22	66	2	0	08/01/18	11/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Droitier
Sujet 23	64	4	2	08/01/18	12/01/18	07/02/18	15/02/18	GC	Droitier
Sujet 24	50	5	5	09/01/18	12/01/18	08/02/18	16/02/18	GC	Droitier
Sujet 25	52	5	5	13/01/18	14/01/18	10/02/18	11/02/18	GC	Droitier
Sujet 26	56	2	2	13/01/18	14/01/18	10/02/18	11/02/18	GC	Droitier
Sujet 27	55	0	3	13/01/18	14/01/18	10/02/18	11/02/18	GC	Droitier
Sujet 28	58	2	0	13/01/18	14/01/18	10/02/18	11/02/18	GC	Droitier
Sujet 29	56	5	5	20/01/18	21/01/18	17/02/18	18/02/18	GC	Droitier
Sujet 30	54	5	5	20/01/18	21/01/18	17/02/18	18/02/18	GC	Droitier
Sujet 31	51	4	3	20/01/18	21/01/18	17/02/18	18/02/18	GC	Droitier

Annexe B. Tableau répertoriant les séquences élaborées pour les séances d'entraînement.

ENTRAÎNEMENTS 1 ET 9					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Cheval	Nez	Maison	Feuille	Poire	Bague
Poire	Bague	Feuille	Cheval	Feuille	Nez
Maison	Cheval	Poire	Bague	Nez	Poire
			Nez	Maison	Cheval
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Nez	Cheval	Poire	Bague	Maison	Feuille
Bague	Maison	Cheval	Maison	Nez	Poire
Maison	Bague	Feuille	Cheval	Feuille	Nez
Feuille	Poire	Bague	Poire	Bague	Cheval
Poire	Nez	Maison	Nez	Cheval	Maison
			Feuille	Poire	Bague

ENTRAÎNEMENTS 2 ET 10					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Pomme	Trompette	Vache	Botte	Chaise	Œil
Chaise	Œil	Botte	Pomme	Botte	Trompette
Vache	Pomme	Chaise	Œil	Trompette	Chaise
			Trompette	Vache	Pomme
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Trompette	Pomme	Chaise	Œil	Vache	Botte
Œil	Vache	Pomme	Vache	Trompette	Chaise
Vache	Œil	Botte	Pomme	Botte	Trompette
Botte	Chaise	Œil	Chaise	Œil	Pomme
Chaise	Trompette	Vache	Trompette	Pomme	Vache
			Botte	Chaise	Œil

ENTRAÎNEMENTS 3 ET 11					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Nuage	Arbre	Lampe	Chien	Clé	Crayon
Clé	Crayon	Chien	Nuage	Chien	Arbre
Lampe	Nuage	Clé	Crayon	Arbre	Clé
			Arbre	Lampe	Nuage
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Arbre	Nuage	Clé	Crayon	Lampe	Chien
Crayon	Lampe	Nuage	Lampe	Arbre	Clé
Lampe	Crayon	Chien	Nuage	Chien	Arbre
Chien	Clé	Crayon	Clé	Crayon	Nuage
Clé	Arbre	Lampe	Arbre	Nuage	Lampe
			Chien	Clé	Crayon

ENTRAÎNEMENTS 4 ET 12					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Verre	Train	Lit	Fleur	Chat	Fromage
Chat	Fromage	Fleur	Verre	Fleur	Train
Lit	Verre	Chat	Fromage	Train	Chat
			Train	Lit	Verre
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Train	Verre	Chat	Fromage	Lit	Fleur
Fromage	Lit	Verre	Lit	Train	Chat
Lit	Fromage	Fleur	Verre	Fleur	Train
Fleur	Chat	Fromage	Chat	Fromage	Verre
Chat	Train	Lit	Train	Verre	Lit
			Fleur	Chat	Fromage

ENTRAÎNEMENTS 5 ET 13					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Jupe	Table	Main	Cœur	Banane	Poisson
Banane	Poisson	Cœur	Jupe	Cœur	Table
Main	Jupe	Banane	Poisson	Table	Banane
			Table	Main	Jupe
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Table	Jupe	Banane	Poisson	Main	Cœur
Poisson	Main	Jupe	Main	Table	Banane
Main	Poisson	Cœur	Jupe	Cœur	Table
Cœur	Banane	Poisson	Banane	Poisson	Jupe
Banane	Table	Main	Table	Jupe	Main
			Cœur	Banane	Poisson

ENTRAÎNEMENTS 6 ET 14					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Plume	Fraise	Couteau	Livre	Lion	Oreille
Lion	Oreille	Livre	Plume	Livre	Fraise
Couteau	Plume	Lion	Oreille	Fraise	Lion
			Fraise	Couteau	Plume
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Fraise	Plume	Lion	Oreille	Couteau	Livre
Oreille	Couteau	Plume	Couteau	Fraise	Lion
Couteau	Oreille	Livre	Plume	Livre	Fraise
Livre	Lion	Oreille	Lion	Oreille	Plume
Lion	Fraise	Couteau	Fraise	Plume	Couteau
			Livre	Lion	Oreille

ENTRAÎNEMENTS 7 ET 15					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Tasse	Bougie	Etoile	Singe	Porte	Chapeau
Porte	Chapeau	Singe	Tasse	Singe	Bougie
Etoile	Tasse	Porte	Chapeau	Bougie	Porte
			Bougie	Etoile	Tasse
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Bougie	Tasse	Porte	Chapeau	Etoile	Singe
Chapeau	Etoile	Tasse	Etoile	Bougie	Porte
Etoile	Chapeau	Singe	Tasse	Singe	Bougie
Singe	Porte	Chapeau	Porte	Chapeau	Tasse
Porte	Bougie	Etoile	Bougie	Tasse	Etoile
			Singe	Porte	Chapeau

ENTRAÎNEMENT 8					
SÉQUENCES DE 3 IMAGES			**SÉQUENCES DE 4 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Lune	Montre	Tigre	Camion	Bol	Pied
Bol	Pied	Camion	Lune	Camion	Montre
Tigre	Lune	Bol	Pied	Montre	Bol
			Montre	Tigre	Lune
SÉQUENCES DE 5 IMAGES			**SÉQUENCES DE 6 IMAGES**		
Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 1**	**Série 2**	**Série 3**
Montre	Lune	Bol	Pied	Tigre	Camion
Pied	Tigre	Lune	Tigre	Montre	Bol
Tigre	Pied	Camion	Lune	Camion	Montre
Camion	Bol	Pied	Bol	Pied	Lune
Bol	Montre	Tigre	Montre	Lune	Tigre
			Camion	Bol	Pied

Annexe C. Tableau détaillé des enfants ayant progressé ou non en fonction des épreuves et selon leur groupe (GE ou GC)

Épreuve		Nombre d'enfants présentant une augmentation des performances		Nombre d'enfants présentant des performances stables		Nombre d'enfants présentant une diminution des performances	
		GE	**GC**	**GE**	**GC**	**GE**	**GC**
Désignation (ELO)		11 (69%)	10 (67%)	4 (25%)	1 (7%)	1 (6%)	4 (27%)
Dénomination (ELO)		9 (56%)	12 (80%)	1 (6%)	0	6 (38%)	3 (20%)
Reconstruction ordre sériel	**Séries**	15 (94%)	5 (5%)	1 (6%)	4 (27%)	0	6 (40%)
	Items	11 (69%)	9 (60%)	1 (6%)	0	4 (25%)	6 (40%)
Empan de Chiffres	**Endroit**	7 (44%)	1 (7%)	8 (50%)	11 (73%)	1 (6%)	3 (20%)
	Envers	5 (31%)	4 (27%)	11 (69%)	7 (47%)	0	4 (27%)
Empan de Corsi	**Endroit**	5 (31%)	4 (27%)	8 (50%)	4 (27%)	3 (19%)	7 (47%)
	Envers	6 (38%)	5 (33%)	7 (44%)	5 (33%)	3 (19%)	5 (33%)
Répétition de logatomes (3-6)		7 (44%)	4 (27%)	7 (44%)	10 (67%)	2 (13%)	1 (7%)
Répétition de phrases		6 (38%)	6 (40%)	9 (56%)	6 (40%)	1 (6%)	3 (20%)
Dénomination des couleurs		3 (19%)	4 (27%)	11 (69%)	6 (40%)	2 (13%)	5 (33%)
DRA (précision)		1 (6%)	2 (13%)	15 (94%)	13 (87%)	1 (6%)	2 (13%)
DRA (vitesse)		11 (69%)	10 (67%)	1 (6%)	1 (7%)	4 (25%)	4 (27%)
Narration		11 (69%)	8 (53%)	1 (6%)	3 (20%)	4 (25%)	4 (27%)