



HAL
open science

Effets d'entraînements de la mémoire et de la production d'inférences dans la compréhension de texte

F Lion, Jean-Charles Houillon, Nicolas Gauvrit

► **To cite this version:**

F Lion, Jean-Charles Houillon, Nicolas Gauvrit. Effets d'entraînements de la mémoire et de la production d'inférences dans la compréhension de texte. A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2016. hal-04241289

HAL Id: hal-04241289

<https://hal.science/hal-04241289>

Submitted on 18 Jan 2024

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.

Effets d'entraînements de la mémoire et de la production d'inférences dans la compréhension de texte.

Franck Lion : Psychologue éducation nationale

Jean-Charles Houillon: Psychologue éducation nationale, Professeur associé IED, Université Paris-Saint-Denis Laboratoire PARAGRAPHE CRAC

Nicolas Gauvrit : CHArt (paris), Ecole Pratique des Hautes Etudes & Université Paris-Saint-Denis

Contributions

JCH et FL ont conçu l'expérience. FL a réalisé l'expérience. FL et NG ont analysé les données. FL, JCH et NG ont rédigé l'article.

Résumé : Effets d'entraînements de la mémoire et de la production d'inférences dans la compréhension de texte.

Un entraînement de la mémoire de travail ou portant sur les inférences pourrait améliorer la compréhension de jeunes lecteurs. Dans cette étude (n = 32), nous testons l'effet de ces entraînements sur la compréhension chez des élèves de grande section de maternelle. Nous montrons un effet bénéfique de l'entraînement à la mémoire sur la mémoire et sur la compréhension et un effet bénéfique sur la compréhension d'un entraînement à l'inférence. L'interaction est également discutée.

Mots clés : Mémoire de travail – Compréhension de texte – Préscolaire – Inférences – Entraînement.

SUMMARY: Effects of training of memory and inference making on reading comprehension

Working memory and inference trainings have been suggested as a means to increase reading comprehension in young readers. Those skills are predictive of reading comprehension. Here, we experimentally test (N = 32) the idea that early training in working memory and inference enhance comprehension. We conclude that memory training has a beneficial effect on memory and comprehension, while inference training enhances comprehension only. We also highlight a possible interaction between trainings.

Key words: Working memory – Preschool – Reading comprehension – Inferences – Training.

RESUMEN: Efectos de los entrenamientos de la memoria y de la producción de inferencias en la comprensión de textos

El entrenamiento de la memoria de trabajo o referido a las inferencias podría mejorar la comprensión de los jóvenes lectores. En este estudio (n = 32) analizamos el efecto de estos entrenamientos sobre la comprensión en los alumnos de último curso de Educación Infantil. Demostramos un efecto beneficioso del entrenamiento de la memoria sobre la memoria y sobre la comprensión, y un efecto beneficioso del entrenamiento de la inferencia sobre la comprensión. También se discute sobre la interacción.

Palabras clave: Memoria de trabajo – Comprensión de texto – Preescolar – Inferencias – Entrenamiento.

Citer cet article :

Lion, F., Houillon, J.-C. & Gauvrit, N. (2016). Effets d'entraînements de la mémoire et de la production d'inférences dans la compréhension de texte. *A.N.A.E.*, 143, 456-465.

Argument

La compréhension de la lecture est un enjeu majeur dans la recherche sur l'éducation et une clé de la réussite scolaire. Des avancées récentes ont conduit les chercheurs à se focaliser sur les déterminants de la compréhension de la lecture chez les élèves de l'école élémentaire (Cain, Oakhill, & Bryant, 2004; Schaffner & Schiefele, 2013; Yeung, Ho, Chan, Chung, et Wong, 2013). Certaines études, cependant, se sont intéressées à l'âge préscolaire, une période précédant l'enseignement formel de la lecture (Kendeou, Bohn-Gettler, Blanc, & van den Broek, 2008 ; Leppänen, Aunola, Niemi, & Nurmi, 2008; Potocki & Ecalle, 2013). Différentes capacités se développent dans les années préscolaires, qui sont essentielles à la compréhension de la lecture plus tard.

Parmi celles-ci, la mémoire de travail semble d'une importance particulière car elle est reliée aux capacités attentionnelles de l'élève (Cain, Oakhill, & Lemmon, 2004, Savage, Lavers & Pillay, 2006; Kendeou, Papadopoulos & Spanoudis, 2012). Qui plus est, la capacité de faire des inférences prend une importance capitale dans la compréhension des textes lus (Goff, 2005 ; Pretorius, 2000; Oakhill & Cain, 1998, 2003; Kendeou, Savage, & van den Broek, 2009).

Cependant, nous savons encore peu de chose sur les entraînements de la mémoire de travail et des productions d'inférences, comme levier pour améliorer la compréhension de la lecture ultérieure. Les remédiations de type COGMED¹ pointent l'intérêt d'un marché de l'attention et donc de la mémoire de travail comme fondement important de la réussite scolaire.

Cette recherche exploratoire avec des enfants de maternelle tente donc d'approcher un dispositif d'entraînement de ces deux pôles que sont la mémoire de travail et la production d'inférences afin d'améliorer la compréhension.

La mémoire de travail et la compréhension en lecture

Depuis les travaux fondateurs de Baddeley et Hitch (1974), la mémoire de travail a été liée à une diversité de compétences, y compris de nombreuses compétences cognitives de haut niveau (Baddeley, 2000; Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2009; McVay & Kane, 2012). La réussite scolaire en général dépend de la mémoire de travail (Barrouillet Camos, & Suchaut, 2008; Melby-Lervåg & Hulme, 2013). La mémoire de travail a également été liée à plusieurs niveaux, incluant les compétences mathématiques (Ransdell & Hecht, 2003), la capacité à raisonner (sous, Oberauer, Wittman, Wilhelm, & Schultz, 2002; Schuchardt, Maehler, Hasselhorn, 2008), la compréhension chez des élèves d'âge préscolaire (Florit *et al*, 2009; Potocki *et al*, 2013), ou à la compréhension en lecture (Daneman & Carpenter, 1980, Oakhill *et al*, 2003; Seigneuric & Ehrlich, 2005).

Concernant la compréhension de la lecture, il a été montré que certains troubles de la lecture sont associées à une faiblesse de la mémoire de travail (Alloway, Bibile, 2013; Gathercole *et al*, 2006; McVay & Kane, 2012). Étudiant les différences individuelles, Burton et Daneman (2007) ou McVay et Kane (2012) concluent que les différences de compréhension de la lecture sont expliquées par des disparités distinctives dans la mémoire de travail des sujets.

La compréhension en lecture est fondée sur la construction continue et la mise à jour d'une représentation mentale (Johnson-Laird, 1983 ; Kintsch, 1988). Le lecteur doit stocker la représentation tout en intégrant diverses informations (Kendeou *et al*, 2012 ; Juste & Carpenter, 1980; Goff *et al*, 2005), mettant ainsi en exergue le rôle de la mémoire de travail.

Compréhension en lecture et inférences

Construire une représentation globale de la situation en lisant n'exige pas seulement la mémoire de travail. En effet, établir des liens entre des informations données dans le texte avec les informations stockées dans la mémoire à long terme, et produire des inférences sont aussi des compétences nécessaires (Palincsar & Brown, 1984; Pretorius, 2000; Cain, Oakhill, Barnes & Bryant, 2001; Oakhill, Cain, & Bryant, 2003).

Cain *et al*. (2001) ont exploré si les difficultés rencontrées par des « faibles compreneurs » venaient d'un manque de connaissance du lecteur, c'est-à-dire que les inférences ne sauraient faire écho dans la

¹ <http://www.cogmed.com/www.cogmed.com/research>

mémoire à long terme à ce qui est lu. L'étude montre que les connaissances ne sont pas significativement impliquées. La capacité de faire des inférences très pertinentes semble être impliquée, plutôt que les connaissances générales stockées dans la mémoire à long terme. Cain (1999) spécule alors que ce pourrait être un problème de détection du moment de génération de l'inférence. En effet, même lorsque les conclusions attendues sont fournies au lecteur, les « faibles compreneurs » affichent toujours un déficit dans la production d'inférences.

La capacité de faire des inférences étayerait donc la compréhension de la lecture (Oakhill, Cain, & Bryant, 2003). En effet, la capacité des enfants d'âge préscolaire à inférer des relations est prédictive de leur capacité en compréhension de la lecture quelques années plus tard. Ainsi, les compétences de compréhension se développent à un âge précoce, de façon simultanée et non séquentielle avec les compétences de langage (Van den Broek *et al.*, 2005 ; Blanc, 2009).

Améliorer la mémoire de travail et la production d'inférence

La question de l'efficacité de l'entraînement en mémoire de travail n'est toujours pas tranchée. Certains chercheurs avancent que la mémoire de travail ne peut être améliorée grâce à un entraînement (Kremen *et al.*, 2007). Toutefois, des méthodes récentes pour améliorer la mémoire de travail ont été testées (Chein & Morrison, 2011; Buschkuhl, Jaeggi, & Jonides, 2012, Verhaeghen, Cerella, & Basak, 2004, Schmiedek, Lövdén, & Lindenberger, 2010; Dahlin, Backman, Neely, & Nyberg, 2009, COGMED de Pearson).

En revanche, il existe plus de travaux prouvant que l'apprentissage de la production d'inférence améliore la compréhension. Palincsaret Brown (1984) ont étudié l'enseignement réciproque. Leur méthode est fondée sur la construction d'inférences en cours de lecture. L'enseignant aide les élèves à interagir pour produire ensemble des inférences pertinentes. Cette méthode permet d'améliorer la compréhension. Plus tard, Schünemann *et al.* (2013) ont souligné l'importance de l'interaction en montrant que les élèves qui ont suivi un enseignement réciproque surpassent leurs pairs dans la compréhension en lecture.

Dernièrement, McMaster *et al.* (2012) ont testé l'effet de différents types de question sur la compréhension en lecture d'élèves de 9 ans : questions causales, questions générales et questions relatives à « qui, quoi, quand, où ». Le dispositif avec les questions causales a aidé les « faibles compreneurs » qui avaient des difficultés à générer de bonnes inférences en améliorant leur compréhension en pointant les relations causales. Le dispositif des questions générales a aidé les « faibles compreneurs », qui ne faisaient que peu de connections entre les parties du texte, à mieux se souvenir du texte. Les interventions visant à améliorer la génération d'inférence durant la période préscolaire pourraient donc améliorer la compréhension en lecture ultérieure.

Transfert

Une question fondamentale réside dans les transferts après les entraînements. Le transfert est la capacité à réinvestir ce qui a été appris lors des entraînements dans un autre contexte (Higélé, 1998). Récemment, Morrison et Chein (2011) ont fait le point sur l'entraînement en mémoire de travail. Ils ont identifié des études qui ont évalué les transferts suite à des entraînements chez des adultes et des enfants.

Quelques études suggèrent que l'entraînement en mémoire de travail peut bénéficier à d'autres domaines. Klingberg *et al.* (2005) rapportent une amélioration de la mémoire de travail après une session d'entraînement avec des enfants avec trouble déficitaire de l'attention. L'entraînement en mémoire de travail semble avoir des effets sur le contrôle attentionnel et le raisonnement fluide. Thorell *et al.* (2009) montrent un transfert vers l'attention des élèves. Mezzacappa et Buckner (2010) rendent compte d'effets bénéfiques d'un entraînement en mémoire de travail sur l'attention des élèves en classe.

En ce qui concerne les effets d'un entraînement en mémoire de travail sur la compréhension en lecture, certains auteurs suggèrent qu'aucun transfert n'apparaît (Holmes *et al.*, 2009; Melby-Lervåg & Hulme, 2013), alors que d'autres affirment des conclusions plus optimistes (Loosli *et al.*, 2012; Chein & Morrison, 2010; Klingberg, 2010).

Cette question est donc toujours d'une actualité brûlante, et cette question du transfert fait débat depuis la note de synthèse de Loarer publié en 1998 dans la revue française de pédagogie qui faisait un inventaire de l'efficacité de l'éducabilité cognitive.

L'importance de comprendre avant de lire

La plupart des études au sujet de la mémoire de travail et de la production d'inférences se sont focalisées sur la compréhension en lecture à l'âge de l'école élémentaire, quand la lecture est systématisée. Pourtant, récemment, l'intérêt pour la compréhension s'est orienté sur la période précédant l'entrée dans la lecture. En effet, la compréhension à ces âges est prédictive de la compréhension ultérieure en compréhension en lecture (Kendeou et al., 2009). Ceci suggère que les processus impliqués dans la compréhension se développent très tôt, simultanément aux compétences de décodage et non de façon séquentielle (Kendeou et al., 2005). Il n'y aurait pas un accès unique au décodage qui conduirait à la compréhension mais différentes capacités qui se développeraient séparément (Paris & Paris, 2003; Lynch, *et al.*, 2008).

Dans leur étude longitudinale au sujet de la compréhension d'histoires audio et vidéo, Kendeou *et al.* (2005) ont étudié le rôle de la compréhension narrative, en se focalisant sur les relations causales entre les événements. L'influence du média utilisé n'est pas significative. La compréhension narrative évaluée à l'âge de 6 ans prédit la compréhension en lecture à 8 ans. La compréhension narrative se développe indépendamment des compétences de langage.

Dans une étude suivante, Kendeou et al. (2008) ont affiné l'étude de la compréhension précoce en abordant la question de la génération d'inférences. Ils réitèrent l'importance de la capacité à extraire du sens en connectant des parties du texte entre elles mais aussi avec les connaissances propres du lecteur, c'est-à-dire la génération d'inférences. Ils se sont alors intéressés aux inférences chez les jeunes enfants. Ainsi, la capacité à produire des inférences à partir d'une histoire audio ou vidéo est fortement corrélée à la capacité ultérieure à comprendre l'écrit.

Plus récemment, Tompkins et al. (2013) ont montré que le nombre total d'inférences générées durant la lecture d'un album sans texte chez des élèves d'âge préscolaire était relié à leur compréhension de l'histoire. Trois types d'inférences étaient significatifs : le but des personnages, les actions entreprises pour parvenir à ces buts et les états mentaux des personnages.

Ces avancées à propos de la période précédant l'apprentissage systématique de la lecture soulignent le rôle des inférences. Van Kleeck (2008) exprime l'idée qu'un entraînement précoce en compréhension peut être bénéfique à la compréhension en lecture ultérieure des élèves. A notre connaissance, l'effet d'un tel entraînement n'a jamais été étudié chez des élèves d'âge préscolaire.

Dans l'expérience suivante, nous testons l'hypothèse que la mémoire de travail et la compréhension peuvent être améliorées avant le début de la lecture. Nous comparons également différents dispositifs d'apprentissage et évaluons l'efficacité d'un entraînement combiné.

Méthode

Nous présentons ci-dessous une étude comparant un entraînement en mémoire de travail, un entraînement en production d'inférence et un entraînement combiné à un groupe contrôle selon une modalité pré-test-post-test.

Les participants

Nous avons administré à un premier échantillon de 76 élèves de grande section de maternelle le test de compréhension décrit plus bas. Parmi cet échantillon, nous avons sélectionné les élèves qui ont obtenu un score moyen (entre 8 et 12) pour servir d'échantillon expérimental. Nous souhaitons en effet avoir un échantillon d'élèves médians et en nombre correspondant à 4 groupes restreints. La taille réduite de l'échantillon permet une intervention en petits groupes qui nous semblait potentiellement plus efficace. La restriction à des élèves dont les résultats étaient proches de la médiane permet de réduire la variance et d'augmenter ainsi la puissance des tests. Le nouvel échantillon ainsi obtenu est composé de 32 élèves (19 filles, 13 garçons) âgés de 5,1 ans à 6,1 ans (moyenne \pm écart type = 5,51 \pm 0,27). Les élèves sont assignés aléatoirement à un groupe parmi le groupe contrôle (1), le groupe mémoire (2), le groupe compréhension (3) et le groupe combiné (4). Au prétest, les groupes ne diffèrent pas selon l'âge ($F(3,28) = 0,024$, $p = 0,99$), le sexe ($\chi^2(3) = 0,39$, $p = 0,95$), ou le score de compréhension moyen ($F(3,28) = 0,20$, $p = 0,89$). Comme nous le verrons plus bas, les groupes diffèrent en ce qui concerne la mémoire de travail.

Mesures

Nous avons utilisé le subtest Mémoire des chiffres du Wisc-IV pour évaluer la composante auditivo-verbale de la mémoire de travail (Alloway, 2007 ; Gathercole, Brown, & Pickering, 2003; Bull, Espy, & Wiebe, 2008). Nous avons également évalué la composante spatiale de la mémoire de travail grâce au test des blocs de Corsi issu de l'échelle non verbale de Wechsler. La somme de ces scores est considérée comme une mesure globale de la mémoire de travail.

Nous avons mesuré la compréhension en adaptant en français un test de Paris & Paris (2003). Nous avons utilisé un album sans texte (« la partie de pêche », Rodriguez, 2011), les enfants de la maternelle étant familiers de ces livres. Le score de compréhension combine l'évaluation des informations explicites et implicites (Bull *et al.*, 2008). Plus de détails sont fournis en annexes. Nous avons procédé à un pré test auprès de 26 élèves de grande section de maternelle et obtenu des résultats similaires à l'étude de Paris et Paris (2003), nous permettant de penser que notre adaptation était valide.

Les entraînements

Tous les entraînements ont été administrés par la même personne que nous nommerons adulte, expérimentateur ou enseignant indifféremment dans cet article. Cet expérimentateur n'est pas l'enseignant des élèves.

L'entraînement de la mémoire

L'entraînement en mémoire de travail s'intéresse à la composante de mise à jour de la mémoire de travail. Nous avons utilisé une version adaptée de l'entraînement développé par Dahlin (2009), initialement conçu pour des adultes.

La tâche d'entraînement consiste à présenter une série d'images (couleur, nombre ou localisation spatiale) (Fig. 1). Pour chaque série, les items sont présentés toutes les secondes et demie. Un écran blanc indique la fin de la présentation. Les élèves suivent la présentation et doivent rappeler le dernier item présenté puis les deux derniers à mesure que l'entraînement progresse. Les élèves savent dès le début le nombre d'item à rappeler. Il ignore en revanche le nombre d'items présentés dans la série.

Le nombre d'items présentés et le nombre d'items à rappeler changent avec l'avancée de l'entraînement (de 2 à 4 items présentés et un item à rappeler jusqu'à 5 à 9 items présentés pour 2 items à rappeler en fin d'entraînement).

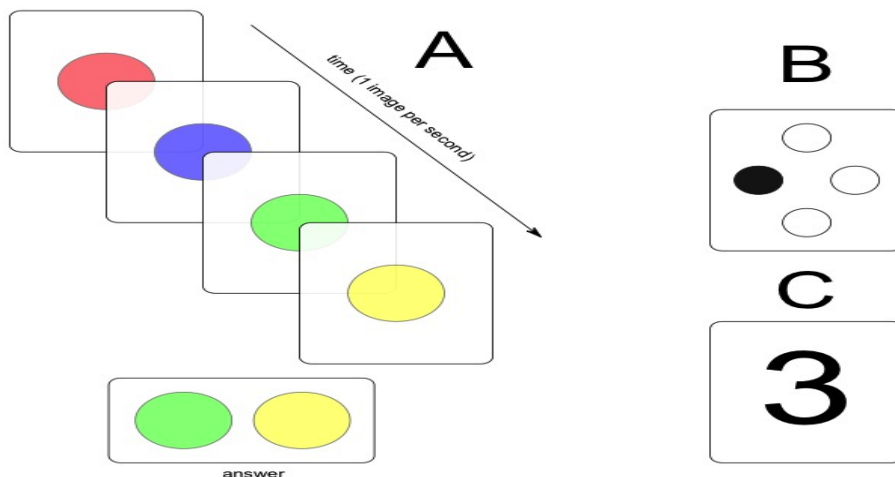


Fig 1 : L'entraînement en mémoire de travail adapté de Dahlin (2009) avec les couleurs [A]. Exemples de stimuli pour les localisations [B] et les nombres [C].

L'entraînement est fondé sur une présentation aléatoire d'items. La présentation est informatisée mais reste sous le contrôle de l'expérimentateur qui peut être à l'écoute des besoins des élèves et aménager des pauses entre les séries. Ce parti pris permet de tirer avantage des interactions positives qui existent entre élèves et enseignant. Leur importance sur les apprentissages a été montrée (Kim & Shallert, 2014).

L'entraînement de la production d'inférences

Nous avons fondé notre entraînement sur les inférences sur deux principes adoptés par McMaster *et al.* (2012) dans leur étude auprès d'élèves plus âgés. Le premier est d'expliquer les relations causales. Celles-ci sont un élément important de la compréhension (Trabasso & van den Broek, 1985 ; McMaster *et al.*, 2014). Le second principe est de donner aux élèves un rôle actif dans l'entraînement.

Comme pour l'entraînement en mémoire, l'expérimentateur s'impliquait auprès des élèves. Lerikkanen *et al.* (2012) ont montré que cela affecte les résultats particulièrement chez les jeunes élèves. De plus, l'objectif de l'entraînement était expliqué aux élèves : Bohn Gettler et Kendeou (2014) rappellent en effet que quand les élèves connaissant le but de la tâche, ils sont plus performants.

Chaque semaine est consacrée à un album (« Une rencontre » (Camcam, 2013), « L'ami paresseux » (Badel, 2014), « Le voleur de poule » (Rodriguez, 2008), « Chagrin d'ours » (Dorémus, 2010) et « Eau glacée » (Geisert, 2009)) construit selon la même structure : une situation initiale, une problématique, une solution et une résolution finale.

L'adulte présente l'album au groupe d'élèves. A chaque évènement important (arrivée d'un personnage important, survenue d'un évènement important, changement d'étape dans la structure), une question est posée aux élèves. Les questions étaient : « *qui est ce personnage ?* », « *que sait-il ?* », « *que pense-t-il ?* », « *comment se sent-il ?* », « *que se passe-t-il ?* », « *comment est-ce arrivé ?* ». Questionner les élèves à mesure que l'histoire avance semble particulièrement efficace (Mc Master *et al.*, 2014). Une discussion suit avec le groupe (Mc Keown, Beck, & Blake, 2009). Le but des personnages, les actions entreprises pour accomplir ces buts et les états mentaux des personnages sont évoqués. En accord avec le principe de l'enseignement mutuel (Palincsar & Brown, 1984), la réponse est d'abord donnée par un élève. L'adulte reprend ensuite la réponse et l'explique. Un débat s'ouvre alors avec les enfants, les plaçant dans une situation de socio-construction des savoirs.

Procédure

Comme mentionné plus haut, nous avons constitué 4 groupes aléatoires de 8 élèves. Le groupe contrôle est entraîné 2 x 30 minutes par semaine pendant 5 semaines en graphisme. Le groupe Mémoire de travail est entraîné 2 x 30 minutes par semaine pendant 5 semaines selon la procédure décrite plus haut. Le groupe Compréhension est entraîné 30 minutes, 2 fois par semaine pendant 5 semaines. Enfin, le groupe Entraînement dual suit l'entraînement de mémoire et de compréhension pendant 5 semaines (ce groupe est ainsi entraîné deux fois plus que les trois autres). La mémoire de travail et la compréhension sont évaluées *avant et après les entraînements*.

Résultats

Contrairement aux scores de compréhension, les scores en mémoire au pré-test dépendent du groupe, $F(3,28) = 3,07$, $p = 0,044$, $h^2 = 0,25$. Les moyennes par groupe sont de 6,37 (contrôle), 7,62 (mémoire de travail), 8,12 (compréhension) et 9,37 (double). Une analyse de covariance a été réalisée pour étudier les scores de mémoire de fin d'étude (VD) en fonction du groupe (VI) et des scores de mémoire en pré-test (covariable).

Il n'y a aucune interaction significative entre le groupe et la mémoire au pré-test ($F(3,24) = 2,27$, $p = 0,11$) et nous utilisons dans la suite un modèle sans interaction. Dans ce modèle, le groupe ($F(3,27) = 7,51$, $p < 0,001$) et les scores pré-test ($F(3,27) = 10,90$, $p < 0,003$) ont un effet significatif sur les scores post-test.

La figure 2 montre les scores de mémoire moyens aux pré-tests et post-tests par groupe. Pré-test et post-tests sont significativement différentes dans le groupe « mémoire » uniquement ($t = 2,37$, $p = 0,05$).

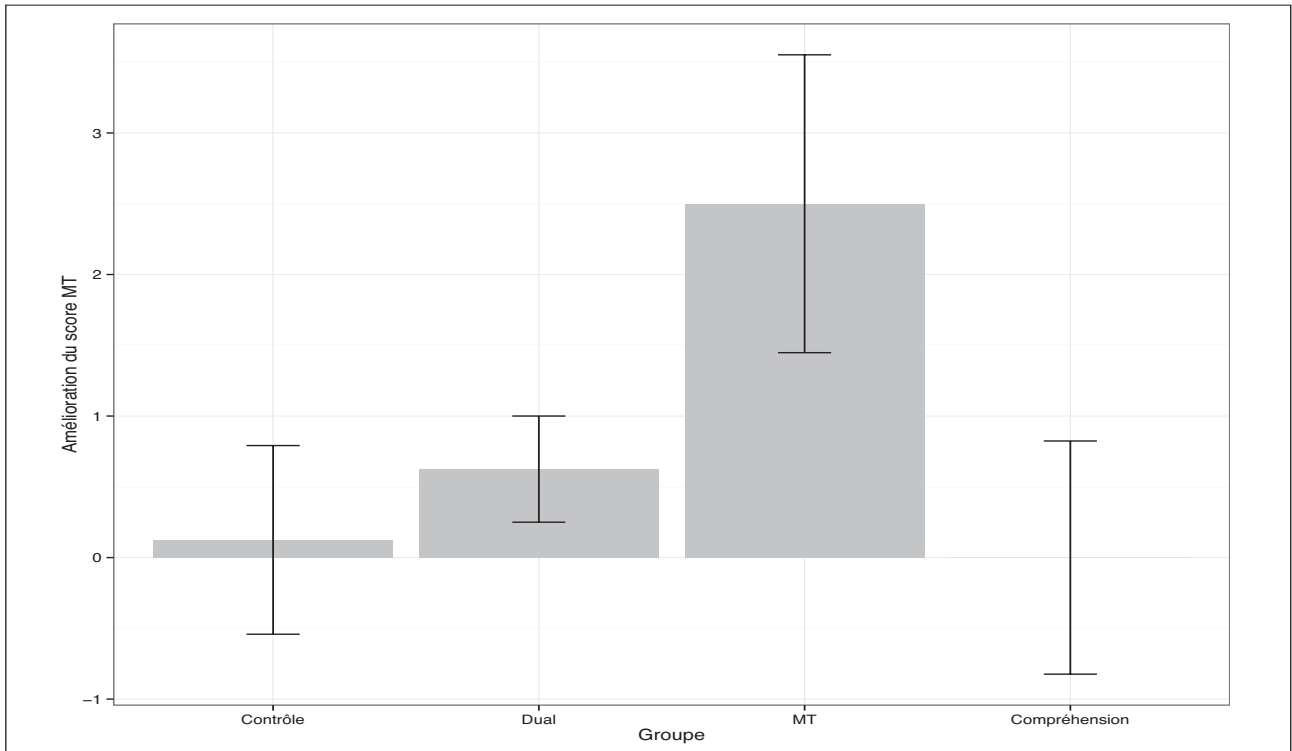


Figure. 2: Evolution des scores moyens de mémoire par groupe.

Une analyse de covariance a également été réalisée avec le score de compréhension post-test (VD), le groupe (VI) et le score de compréhension pré-test comme covariable. Il n'y a aucune interaction significative entre le groupe et le score de pré-test ($F = 1,30$, $p = 0,30$) et nous utilisons donc le modèle sans interaction.

Nous trouvons un effet significatif du groupe ($F = 39,42$, $p < 0,0001$) et du score de pré-test ($F = 12,50$, $p < 0,002$) sur les scores post-test.

Un test post-hoc de Tukey sur les scores d'amélioration (différences entre le post-test et le pré-test) montre que les améliorations moyennes ne diffèrent pas entre les groupes Compréhension et Entraînement dual mais toutes les autres paires sont significativement différentes, comme nous le voyons sur la figure3.

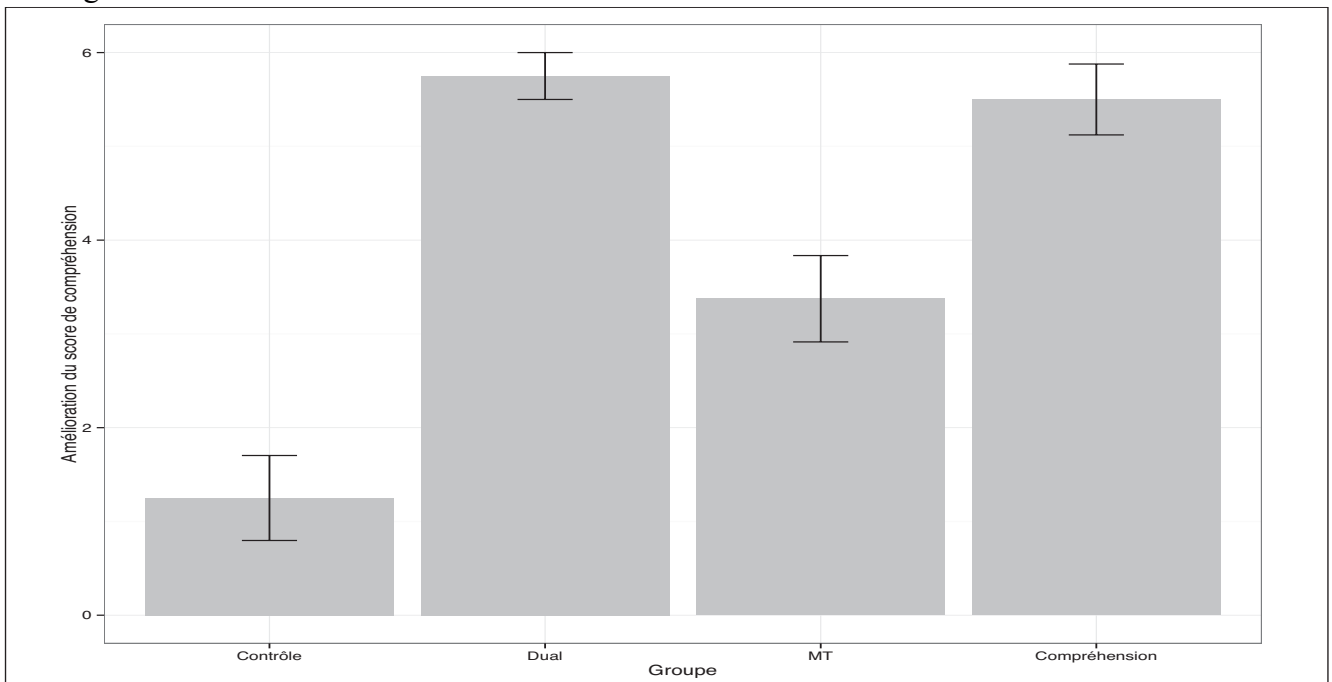


Figure3 : Amélioration du score de compréhension en fonction du groupe (moyenne \pm erreur standard de la moyenne).

Notons que le groupe contrôle a vu son score moyen augmenter de 1,25 points, passant de 10,25 à 11,50 ($t(7) = 3,03, p = 0,012$). Dans les analyses précédentes, nous avons supposé que les scores de mémoire de travail et de compréhension étaient normaux, justifiant l'utilisation de statistiques paramétriques malgré la faible taille d'échantillon. Cette hypothèse n'étant peut-être pas justifiée, nous complétons ces analyses par des statistiques non paramétriques (moins puissantes).

Un test de Kruskal-Wallis sur les scores d'amélioration ne montre pas de différence significative entre les groupes en ce qui concerne la mémoire de travail, $\chi^2(3) = 4,20, p = 0,24$. En revanche, les différences concernant l'amélioration de la compréhension sont confirmées, $\chi^2(3) = 22,18, p < 0,0001$. Un test de Wilcoxon confirme que le groupe « Mémoire de travail » donne un score d'amélioration en compréhension supérieure au groupe contrôle, $W = 7, p = 0,009$. De même, le groupe « Entraînement dual » a plus progressé que le groupe mémoire de travail, $W = 59, p = 0,004$. En revanche, les groupes Entraînement dual et Compréhension ne sont pas significativement différents, $W = 35, p = 0,78$. Cela confirme les résultats précédents.

Discussion

L'entraînement en mémoire de travail est efficace sur les scores de mémoire de travail, confirmant les résultats recueillis chez des élèves plus âgés (Melby-Lervåg & Hulme, 2013 ; Alloway, Bibile & Lau, 2013) et chez les adultes (Sprenger & al., 2013; von Bastian & Oberauer, 2013). Il apparaît que l'amélioration des compétences de mémoire est transférée à la compréhension (voir Fig. 3). Les élèves qui ont suivi uniquement l'entraînement en mémoire de travail ont amélioré leur score de compréhension dans une plus forte proportion que le groupe contrôle. Par conséquent, l'entraînement en mémoire de travail semble bénéfique à la capacité en mémoire de travail et, par le biais d'un transfert, aux compétences de compréhension. Un tel entraînement semble prometteur pour améliorer la compréhension en lecture ultérieure.

L'entraînement en compréhension a un effet significatif sur la compréhension. Toutefois, il n'apparaît pas de transfert vers la capacité en mémoire de travail (Fig. 2). Les élèves qui ont suivi l'entraînement en compréhension n'ont pas amélioré leur capacité de mémoire de travail plus que le groupe contrôle.

Notre étude apporte la nouveauté de tester un entraînement combiné qui pourrait détecter des effets interactionnels entre les entraînements en mémoire de travail et en compréhension. La figure 2 suggère qu'un entraînement combiné est moins efficace qu'un entraînement seul en mémoire de travail concernant les capacités en mémoire de travail. Toutefois, cela peut être dû à un effet plafond et de prochaines études seront nécessaires pour déterminer si, en effet, il y a une interaction entre les entraînements sur l'amélioration des capacités en mémoire de travail.

Concernant les scores de compréhension, la figure 3 illustre l'entraînement combiné et l'entraînement en compréhension seul ont des effets similaires même si l'entraînement en mémoire seul a des effets positifs. Encore une fois, cela peut être dû à un effet plafond, les moyennes concernées étant plus grandes que celles des deux autres groupes.

Nous pouvons à présent synthétiser nos résultats au sujet de l'efficacité des différents entraînements. Concernant les capacités en mémoire de travail, l'entraînement en mémoire de travail apparaît le plus prometteur et même plus que l'entraînement combiné, mais la preuve de son efficacité n'est pas attestée par notre expérience. Concernant la compréhension, qui était notre intérêt premier, l'entraînement combiné et l'entraînement en compréhension apparaissent aussi efficaces. L'entraînement en mémoire a un effet supérieur au seuil défini par le groupe contrôle, mais inférieur aux deux autres conditions.

Cette étude comporte néanmoins des limites, en effet il aurait été intéressant de savoir si les inférences apparaissent spontanément chez les élèves ou si ce sont les questions de l'évaluation qui les déclenchent. D'autre part, nous avons sorti les élèves de leurs classes respectives. Nous savons que les apprentissages se déroulent en classe, au sein d'un système composé des élèves et de l'enseignant dans des situations écologiques d'enseignement/apprentissage. Des normes et des habitudes s'y créent, produisant un contexte ou milieu régit par des habitudes sociales. Lors de notre étude, nous avons créé un groupe artificiel.

Remarques conclusives

Cette étude expérimentale suggère qu'un entraînement en compréhension ou un entraînement combiné améliore les capacités de compréhension des élèves avant même l'apprentissage systématique de la lecture. Plusieurs études pourraient être envisagées pour apporter des réponses à certaines questions : (1) l'entraînement combiné est-il plus efficace qu'un entraînement seul ? (2) L'amélioration des compétences de compréhension à l'âge pré-élémentaire conduit-elle à une meilleure compréhension en lecture quelques mois ou quelques années plus tard ?

A notre connaissance, cette étude exploratoire mêlant deux types d'entraînement en lecture sur des enfants d'âge pré-scolaire est un travail non encore réalisé en France.

Il serait intéressant de reproduire cette expérience à plus grande échelle en contrôlant de manière encore plus stricte les niveaux des élèves avant entraînement.

Références

- Alloway, T. (2007). Working memory, reading, and mathematical skills in children with developmental coordination disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 20-36.
- Alloway, T., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training : Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, 29, 632-638.
- Alloway, T., Gathercole, S., Kirkwood, H., & Elliot, J. (2009). The Cognitive and Behavioral Characteristics of Children With Low Working Memory. *Child Development*, 80, 606-621.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 417 - 423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. Dans G. A. Bower, *Recent advances in learning and motivation*, New York: Academic Press, 8, 647-667.
- Badel, R. (2014). *L'ami paresseux*. Autrement.
- Barrouillet, P., Camos, V., & Suchaut, B. (2008). Compétences scolaires, capacités cognitives et origine sociale : quels liens à l'école élémentaire. *Revue Française de Pédagogie*, 5-14.
- Blanc, N. (2009). *Lecture et habiletés de compréhension chez l'enfant*. Paris: Dunod.
- Bohn-Gettler, C. M., & Kendeou, P. (2014). The interplay of reader goals, working memory, and text structure during reading. *Contemporary Educational Psychology*, 39, 3, 206-219.
- Bull, R., Espy, K., & Wiebe, S. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Burton, C., & Daneman, M. (2007). Compensating for a limited working memory capacity during reading : evidence from eye movements. *Reading Psychology*, 28, 163-186.
- Buschkuhl, M., Jaeggi, S., & Jonides, J. (2012). Neuronal effects following working memory training. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 167-179.

- Cain, K. (1999). Ways of reading: How knowledge and use of strategies are related to reading comprehension. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 295–312.
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's Reading Comprehension Ability: Concurrent Prediction by Working Memory, Verbal Ability, and Component Skills. *Journal of Educational Psychology*, 96, 31-42.
- Cain, K., Oakhill, J., & Lemmon, K. (2004). Individual Differences in the Inference of Word Meanings From Context: The Influence of Reading Comprehension, Vocabulary Knowledge, and Memory Capacity. *Journal of Educational Psychology*, 96, 671-681.
- Cain, K., Oakhill, J., Barnes, M., & Bryant, P. (2001). Comprehension skill, inference-making ability, and their relation to knowledge. *Memory & Cognition*, 29, 850-859.
- Camcam, P. (2013). *Une rencontre*. Autrement.
- Chein, J., & Morrison, A. (2010). Expanding the mind's workspace : Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17 (2), 193-199.
- Dahlin, E., Backman, L., Neely, A., & Nyberg, L. (2009). Training of the executive component of working memory: Subcortical areas mediate transfer effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27, 405-419.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Backman, L., & Neely, A. (2008). Plasticity of Executive Functioning in Young and Older Adults: Immediate Training Gains, Transfer, and Long-Term Maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 720-730.
- Dahlin, E. (2009). Train Your Brain - Updating, Transfer, and Neural Changes. Doctoral dissertation from the Department of Integrative Medical Biology, section for Physiology, Umeå University, S-901 87 Umeå, Sweden.
- Daneman, M., & Carpenter, P. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Behavior*, 19 (4), 450-466.
- Dorémus, G. (2010). *Chagrin d'ours*. Autrement.
- Florit, E., Roch, M., Altoè, G., & Levorato, M. (2009). Listening comprehension in preschoolers : The role of memory. *British Journal of Developmental Psychology*, 27 (4), 935-951.
- Gathercole, S.E., Alloway, T., Willis, C., & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93 (3), 265-281.
- Gathercole, S. E.; Brown, L; Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational & Child Psychology*, 109-122.
- Geisert, A. (2009). *Eau glacée*. Autrement.

- Goff, D., Pratt, C., & Ong, B. (2005). The relations between children's reading comprehension, working memory, language skills and components of reading decoding in a normal sample. *Reading and Writing*, 18 (7), 583-616.
- Higelé, P. (1998). Le transfert en éducatibilité. *Revue française de pédagogie*, 113-120.
- Holmes, J., Gathercole, S., & Dunning, D. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 9-15.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Harvard University Press Cambridge, MA, USA.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87 (4), 329-354.
- Kendeou, P., Bohn-Gettler, C., White, M., & van den Broek, P. (2008). Children's inference generation across different media. *Journal of Research in Reading*, 31, 259-272.
- Kendeou, P., Lynch, J., van den Broek, P., Espin, C., White, M., & Kremer, K. (2005). Developing Successful Readers: Building Early Comprehension Skills through Television Viewing and Listening. *Early Childhood Education Journal*, 33, 91-98.
- Kendeou, P., Papadopoulos, T., & Spanoudis, G. (2012). Processing demands of reading comprehension tests in young readers. *Learning and Instruction*, 22, 354-367.
- Kendeou, P., Savage, R., & van den Broek, P. (2009). Revisiting the simple view of reading. *British Journal of Educational Psychology*, 79, 353-370.
- Kim, T., & Schallert, D. L. (2014). Mediating effects of teacher enthusiasm and peer enthusiasm on students' interest in the college classroom. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 134-144.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 317-324.
- Klingberg, T., Fernel, e., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD—A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 781-791.
- Kremen, W., Jacobsen, K., Xian, H., Eisen, S., Eaves, L., Tsuang, M., & Lyons, M. (2007). Genetics of Verbal Working Memory Processes: A Twin Study of Middle-Aged Men. *Neuropsychology*, 21(5), 569-580.

- Loarer, E., (1998) L'éducation cognitive, modèles et méthodes pour apprendre à penser, *Revue Française de Pédagogie*, n°122, janvier-février-mars 1998, 122-161
- Leppänen, U., Aunola, K., Niemi, P., & Nurmi, J. (2008). Letter knowledge predicts Grade 4 reading fluency and reading comprehension. *Learning and Instruction*, 18 (6), 548-564.
- Lerikkanen, M. K., Kiuru, N., Pakarinen, E., Viljaranta, J., Poikkeus, A. M., Rasku-Puttonen, H., & Nurmi, J. E. (2012). The role of teaching practices in the development of children's interest in reading and mathematics in kindergarten. *Contemporary Educational Psychology*, 37 (4), 266-279.
- Loosli, S., Buschkueh, M., Perrig, W., & Jaeggi, S. (2012). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, 18 (1), 62–78.
- Lynch, J., van den Broek, P., Kremer, K., Kendeou, P., White, M., & Lorch, E. (2008). The Development of Narrative Comprehension and its Relation to Other Early Reading Skills. *Reading Psychology*, 29 (4), 327-365.
- McKeown, M., Beck, I., & Blake, R. (2009). Rethinking Reading Comprehension Instruction: A Comparison of Instruction for Strategies and Content Approaches. *Reading Research Quarterly*, 44 (3), 218-253.
- McVay, J., & Kane, M. (2012). Why Does Working Memory Capacity Predict Variation in Reading Comprehension? On the Influence of Mind Wandering and Executive Attention. *Journal of Experimental Psychology*, 141 (2), 302-320.
- McMaster, K., van den Broek, P., Espin, C., White, M., Rapp, D., Kendeou, P., Carlson, S. (2012). Making the right connections: Differential effects of reading intervention for subgroups of comprehenders. *Learning and Individual Differences*, 22, 100-111.
- McMaster, K. L., van den Broek, P., Espin, C. A., Pinto, V., Janda, B., Lam, E., & van Boekel, M. (2015). Developing a reading comprehension intervention: Translating cognitive theory to educational practice. *Contemporary Educational Psychology*, 40, 28-40
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is Working Memory Training Effective? A Meta-Analytic Review. *Developmental Psychology*, 49, 270-291.
- Mezzacappa, E., & Buckner, J. (2010). Working Memory Training for Children with Attention Problems or Hyperactivity: A School-Based Pilot Study. *School Mental Health*, 2 (4), 202-208.
- Morrison, A., & Chein, J. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18 (1), 46-60.
- Oakhill, J., Cain, K., & Bryant, P. (2003). The dissociation of word reading and text comprehension: Evidence from component skills. *Language and cognitive processes*, 18 (4), 443-468.
- Oakhill, J., Cain, K., & Yuill, N. (1998). Individual differences in children's comprehension skill :Toward an integrated model. Dans C. Hulme, & R. Joshi, *Reading and spelling: Development and disorders*, 343–367.

- Palincsar, A., & Brown, A. (1984). Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. *Cognition and Instruction*, 2, 117-175.
- Paris, A., & Paris, S. (2003). Assessing narrative in young children. *Reading Research Quarterly*, 38 (1), 36-76.
- Potocki, A., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Narrative Comprehension Skills in 5-Year-Old Children : Correlational Analysis and Comprehenders Profiles. *The Journal of Educational Research*, 106 (1), 14-26.
- Pretorius, Elizabeth Josephine (2000) Inference generation in the reading of expository texts by university students, University of South Africa, Pretoria, <http://hdl.handle.net/10500/15816>
- Ransdell, S., & Hecht, S. (2003). Time and resource limit on working memory : Cross age consistency in counting span performance. *Journal of Experimental Child psychology*, 86, 303-313.
- Rodriguez, B. (2008). *Le voleur de poules*. Autrement.
- Rodriguez, B. (2011). *La partie de pêche*. Autrement.
- Savage, R., Lavers, N., & Pillay, V. (2006). Working Memory and Reading Difficulties: What We Know and What We Don't Know About the Relationship. *Educational Psychology Review*, 19 (2), 185-221.
- Schaffner, E., & Schiefele, U. (2013). The prediction of reading comprehension by cognitive and motivational factors: Does text accessibility during comprehension testing make a difference? *Learning and Individual Differences*, 26, 42-54.
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in aging neuroscience*, 1-10.
- Schünemann, N., Spoerer, N., & Brunstein, J. C. (2013). Integrating self-regulation in whole-class reciprocal teaching: A moderator–mediator analysis of incremental effects on fifth graders' reading comprehension. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), 289-305.
- Seigneuric, A., & Ehrlich, M.-F. (2005). Contribution of working memory capacity to children's reading comprehension: A longitudinal investigation. *Reading and Writing* 18, 617-656.
- Sprenger, A. M., Atkins, S. M., Bolger, D. J., Harbison, J., Novick, J. M., Chrabaszcz, J. S. & Dougherty, M. R. (2013). Training working memory: Limits of transfer. *Intelligence*, 41(5), 638-663.
- Süb, H., Oberauer, K., Wittman, W., Wilhem, O., & Schultze, R. (2002). Working memory capacity explains reasoning ability - and a little bit more. *Intelligence*, 30 (3), 261-288.
- Thorell, L., Lindqvist, S., Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12 (1), 106-113.

- Tompkins, V., Guo, Y., & Justice, L. (2013). Inference generation, story comprehension, and language skills in the preschool years. *Reading and Writing*, 26 (3), 403-429.
- Trabasso, T., & van den Broek, P. (1985). Causal thinking and the representation of narrative events. *Journal of Memory and Language*, 24, 612–630.
- van den Broek, P., Rapp, D., & Kendeou, P. (2005). Integrating Memory-Based and Constructionist Processes in Accounts of Reading Comprehension. *Discourse Processes*, 39 (2&3), 299-316.
- van Kleeck, A. (2008). Providing Preschool Foundations for Later Reading Comprehension: the Importance of and Ideas for Targeting Inference in Storybook-sharing Interventions. *Psychology in the Schools*, 45 (7), 627-643.
- von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2013). Distinct transfer effects of training different facets of working memory capacity. *Journal of Memory and Language*, 69 (1), 36-58.
- Verhaeghen, P., Cerella, J., & Basak, C. (2004). A Working Memory Workout: How to Expand the Focus of Serial Attention From One to Four Items in 10 Hours or Less. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30 (6), 1322–1337.
- Yeung, P., Ho, C., Chan, D., Chung, K., & Wong, Y. (2013). A model of reading comprehension in Chinese elementary school children. *Learning and Individual Differences*, 25, 55-56.

Appendice

L'évaluation de la mémoire de travail

Les données auditives de la mémoire de travail ont été mesurées par le test de répétition des chiffres dans l'ordre inverse du WISC-IV

Nous évaluons l'empan spatial de la mémoire de travail avec des blocs de Corsi, test en provenance de l'échelle de Wechsler non verbale.

Le score total de la mémoire de travail est la somme des deux scores précédents.

L'évaluation de la compréhension

Nous choisissons d'évaluer la compréhension à partir d'un album sans texte, «la Partie de pêche» (Rodriguez, 2011). Nous nous référons au travail de Paris et de Paris (2003) afin d'évaluer quatre éléments :

-Image à lire : cinq items score de 0, 1 ou 2 pour un total de 10 pour saisir le comportement spontané de l'élève pendant la récupération.

-Reformulation : Le livre est retiré et l'élève est invité à raconter l'histoire du mieux qu'il le peut. Un point est attribué à chaque catégorie mentionnée par l'élève (contexte-caractères-but-problème-solution-conclusion).

-Questions de compréhension explicite : cinq questions notées 0, 1 ou 2 sur les personnages, la situation, l'événement initial, le problème et la résolution pour un total de 10.

-Questions de compréhension implicite : cinq questions notées 0, 1 ou 2 sur les sentiments des personnages, les dialogues, les relations de cause à effet, les prévisions et l'objet de l'histoire pour un total de 10.

Nous veillons à ce que les élèves puissent avoir la possibilité de répondre par une question supplémentaire.

Le score total de compréhension est la somme des scores des questions explicites et implicites.