



Journal Homepage: -www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/20355
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/20355>



RESEARCH ARTICLE

ENTRAINEMENT DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL ET COGMED

Kaoutar Qabba

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 05 December 2024

Final Accepted: 09 January 2025

Published: February 2025

Key words:-

Executive Functioning,
Neuropsychology, Working Memory,
Research of Cogmed, Attention

Abstract

Working memory is essential for cognitive functioning related to executive functioning and attention. A group of investigators described the working memory as "sensible and valid". This chapter focuses on working memory and on how it interacts if the person has a working memory deficit. Especially, we are going to explore the research on Cogmed generalized to other areas of executive functioning. In this chapter, we will revise neurological plasticity.

Copyright, IJAR, 2025., All rights reserved.

Introduction:-

Mémoire de travail (MT) est un champ critique du fonctionnement cognitif qui est lié au fonctionnement exécutif (EF) et à l'attention. Un groupe d'investigateurs décrivent la mémoire du travail comme « la plus sensible et la composante la plus valide neuropsychologiquement des habilités du fonctionnement exécutif » (Séguin, Nagin, Assaad, & Tremblay, 2004). Ce chapitre se concentre sur le terme de la mémoire du travail et comment on peut intervenir lorsqu'une personne a un déficit de mémoire de travail. Spécialement, on va explorer la recherche avec Cogmed généralisée à d'autres champs du fonctionnement exécutif pour être considéré. On va aussi la revoir à la plasticité neurologique.

Mémoire de Travail :

Quelle est la mémoire du travail ? Comment la définir ? Pourquoi elle est importante et comment les problèmes de la mémoire de travail impactent les adolescents aux écoles ? Voici quelques questions posées par des chercheurs afin d'explorer la mémoire de travail.

La mémoire de travail décrit l'habilité d'avoir en esprit et manipuler l'information des périodes brèves durant les tâches cognitives précises. La mémoire de travail est la capacité de garder les événements à l'esprit et les manipuler (Goldman-Rakic, 1988). La mémoire de travail ne contient pas seulement la manipulation de la représentation en ligne mais la régénération des séquences de l'action potentielle (Roberts & Pennington, 1996). Juste et Carpenter (1992) classe la mémoire de travail comme « Un espace de travail mental dans lequel les produits des processus en cours peuvent être stockés et intégrés durant les activités complexes et exigeantes ».

Les modèles théoriques de la mémoire de travail diffèrent aux autres visions de la nature, structure, et fonction du système (pour une révision, see Dehn, 2010 ; Miyake & Shah, 1999). La distinction combine ces modèles, la mémoire de travail est considérée comme une entité distincte (e.g., Baddeley, 2000 ; Baddeley & Hitch, 1974) ou comme un processus à capacité limitée d'attention contrôlée qui sert à activer les représentations existantes en mémoire à long terme (e.g., Cowan, 2005 ; Dehn, 2010, Engle, Kane, & Tuholski, 1999). Ce modèle suggère que la mémoire de travail fait partie des diverses fonctions exécutives pouvant avoir un effet indirect sur la performance de la personne. Comme illustré dans la table ci-dessus, les fonctions de la mémoire de travail au niveau sous-jacent. La mémoire de travail est fondée pour influencer l'apprentissage tel que ceux avec

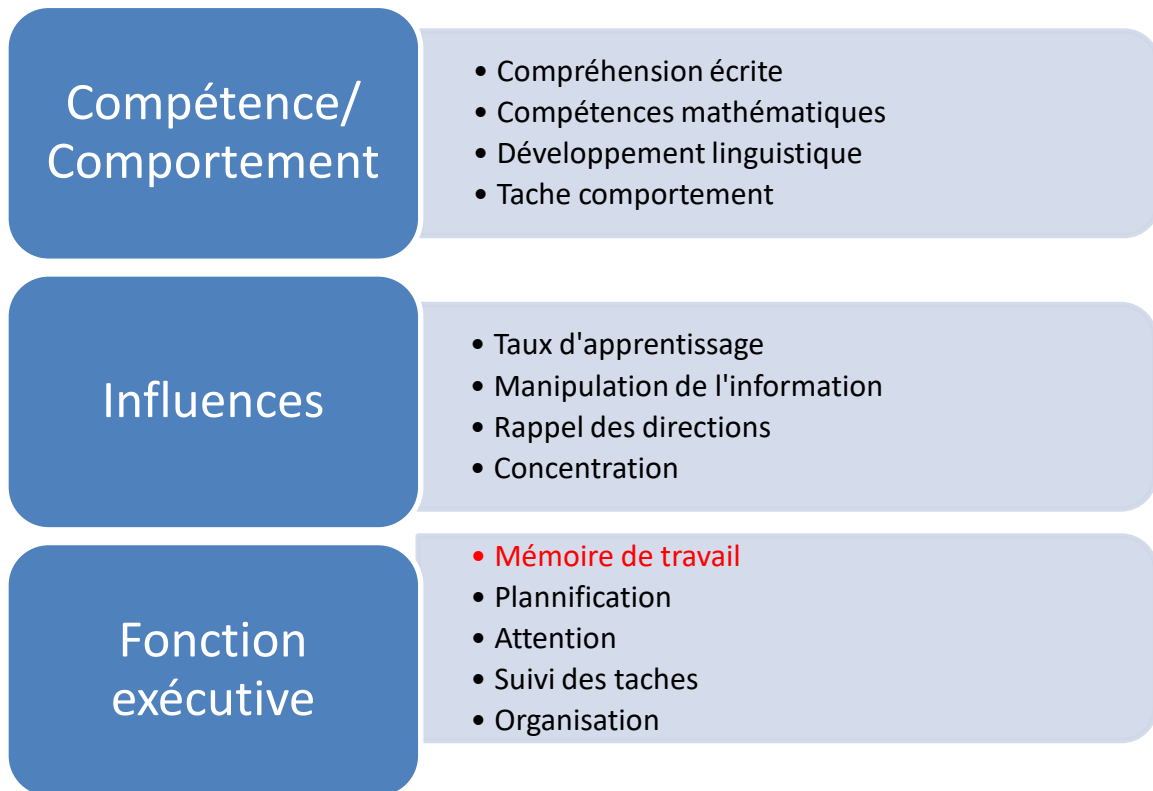


Fig.26.1. Cette figure illustre une conceptualisation possible des diverses fonctions exécutives et l'influence indirecte de la mémoire de travail sur l'acquisition de la compétence.

Une capacité de mémoire de travail rapide et plus apte à manipuler l'information, se souvenir des directions, et se concentrer (Dehn, 2008). Autrement dit, il est important de rappeler que la mémoire de travail MT sert comme une base dans n'importe quelle nouvelle information encodée dans la mémoire à long-terme. Une information peut être conceptualisée telle qu'un « espace bureau dans l'esprit ». Dans le cas d'un manque de capacité suffisante de lecture compréhension, compétences mathématiques et compétences linguistiques difficiles à développer. En fait, dans une étude intrigante sur l'acquisition de la compétence des enfants avec trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité ADHD, Huang-Pollock et Karalunas (2010) ont trouvé que le chargement de la mémoire de travail est faible, ceux avec ADHD sont plus sujets d'erreur et ont acquis plus lentement que prévu. Encore, lorsque la charge de la mémoire de travail est élevée, ceux avec ADHD ont acquis très lentement et échouer à parvenir « automatiquement ». Autrement dit, ils manquent de maîtrise du matériel comme un peut espérer qu'un enfant mémorise sa table de multiplication. Ainsi, ils ont moins de succès. Lorsqu'on présente à des enfants avec ADHD des tâches qui impliquent une charge élevée de mémoire de travail, il est improbable qu'ils maîtrisent des archives d'une compétence ou d'un domaine thématique. Tel que ces enfants vont perdre plusieurs opportunités à développer leurs compétences et peuvent risquer d'être délaissés académiquement et socialement (Fig.26.1).

Un des vastes modèles acceptés de la mémoire de travail comme multi composante du système (Baddeley & Hitch, 1974). Dans ce modèle, il existe deux domaines spécifiques de stockage de la mémoire à court terme MCT, la boucle phonologique et le carnet de croquis visuospatial, où elles sont spécialisées pour la maintenance temporaire de l'information verbale, visuelle et spatiale, respectivement. Gouvernés par un domaine général central du système exécutif relié au contrôle attentionnel. La mémoire de travail est responsable de la conservation et la manipulation de l'information de la mémoire à long terme, la coordination et la performance en double tâche, Changeant entre les différentes stratégies de récupération (e.g., Baddeley, 1996 ; Emslie, Kolodny & Duncan, 1998 ; Dehn, 2010 ; Engle et al. ;1999. Engle&kane, 2004 ; Kane, Conway, Hambrick, &Engle, 2007 ; Kane &Engle, 2000).

Ce modèle conçoit le central exécutif comme le jeu d'un rôle coordinateur. La boucle phonologique et le carnet de croquis sont décrits comme coordinateurs de la performance dans les tâches à domaine spécifique. Le central exécutif gère les doubles tâches à travers les domaines et change entre les différentes stratégies de récupération dans

un sous-système. Cela donne un rôle critique et éminent du sous-système central exécutif de la mémoire du travail. En plus, donné ce rôle essentiel de coordination dans la tâche cruciale d'apprentissage d'encodage de l'information nouvelle en mémoire à long terme, le central exécutif de la mémoire de travail sert à pivoter la fonction. Le central exécutif de la mémoire du travail est mesuré par les tâches complexes incluant travée arrière, lecture, et durée d'écoute. La quatrième composante, le tampon épisodique, ajouté très récemment à ce modèle, est responsable d'intégrer l'information des sous-composantes de la mémoire du travail et la mémoire à long terme (Baddeley, 2000).

Sans surprise, donné le rôle vital de la mémoire de travail dans l'apprentissage de nouvelles compétences et l'encodage du savoir vers la mémoire à long terme, un déficit dans ce champ est associé à la vaste gamme de difficultés cognitives reliées à l'apprentissage. En réalité, une distinction entre la mémoire du travail et autre fonctionnement exécutif et les construits de l'attention sont le corps substantiel et consistant de la recherche qui a trouvé que la mémoire de travail est reliée à la réalisation académique. A travers la légion des problèmes d'apprentissage trouvés pour être associés à la mémoire de travail sont les handicaps de lecture (Swanson, Zheng, & Jerman, 2009) et les problèmes de la compréhension écrite (Carretti, Borella, Cornoldi, & De Beni, 2009). La mémoire de travail fonde une forte relation, une relation prédictive, avec d'autres difficultés d'apprentissage (Daneman & Merikle, 1996). La mémoire de travail visuospatiale et la mémoire visuospatiale à court terme sont prédictives de la réussite mathématique (Bull, Espy, & Wiebe, 2008). La croissance de la mémoire de travail pourrait améliorer la résolution du problème mathématique du premier au troisième niveau des enfants (Swanson, Jerman, & Zheng, 2008). Pour les enfants diagnostiqués ADHD, la mémoire de travail combinée à une vitesse de processus sur l'échelle d'intelligence de Wechsler pour les enfants WISC III et WISC IV sont prédictives de la pauvre réussite académique et considérés comme les prédateurs les plus puissants des handicaps d'apprentissage (Mayes & Calhoun, 2007). Similairement, parmi les enfants avec difficultés d'apprentissage, la mémoire de travail prédit un apprentissage ultérieur (Alloway, 2009).

Largement parlant, les compétences de la mémoire de travail sont fortement associées aux habilités des enfants à apprendre dans des domaines clés tel que lecture, mathématiques, et science (Gathercole & Pickering, 2000). Cette forte connexion de la réussite académique et de l'apprentissage lui-même est unique pour la mémoire de travail. Aucun autres construits du fonctionnement exécutif ou du construit de l'attention n'est si noué à la réussite et l'apprentissage (avec une exception de l'attention prolongée. Les construits de l'inhibition, planification, attention sélective, et scanner visuel manquent tous d'une telle puissante connexion de la réussite académique.

L'entraînement de la mémoire de travail est-il efficace ?

Une recherche étendue connecte la mémoire de travail à la réussite académique (Alloway, 2009 ; Bull et al., 2008 ; Carretti et al., 2009 ; Daneman & Merikle, 1996 ; Gathercole & Pickering, 2000 ; Mayes & Calhoun, 2007 ; Swanson et al. 2008, 2009), La question cruciale est que on peut entraîner la mémoire de travail. Une approche pour remédier au pauvre travail de la fonction de la mémoire est de l'entraîner à travers la pratique répétée des tâches de la mémoire de travail. Les études qui ont tenté d'améliorer la capacité de la mémoire de travail en utilisant cette méthode dans les 1970 et 1980 ont seulement reporter que l'entraînement modéré gagne et seulement sous forme de temps réaction rapide, n'augmentant pas les capacités de la mémoire de travail, et sans preuve qui gagne lorsque les tâches de la mémoire de travail ne sont pas entraînées ou pour d'autres mesures cognitives (Kristofferson, 1972 ; Phillips & Nettlebeck, 1984). D'autres études d'entraînement, tels que ceux conduits par Hulme et Muir (1985), ont démontrés que le processus d'entraînement est crucial à efficace dans la mémoire de travail, tel que l'articulation et le taux de répétition, améliorer l'espace mémoire, bien encore plus légèrement. Plusieurs études ont noté que la stratégie d'entraînement, qui est la répétition verbale ou l'articulation répétitive (Comblain, 1994 ; Connors, Rosenquist, Arnett, Moore, & Hume, 2008 ; Turley-Ames & Whitfield, 2003) ou stratégies qui mettent l'accent sur l'élaboration de stratégies d'encodage (Carretti, Borella & De Beni, 2007 ; Cavallini, Pagnin, & Vecchi, 2002 ; McNamara & Scott, 2001) ont eu des gagnés dans la capacité de la mémoire de travail (Morrison & Chein, 2011).

Les approches de la stratégie d'entraînement rationnel ont trouvé que les enfants qui utilisent la répétition à l'enfance améliorent le rappel de mémoire (Flavell, Beach & Chinsky, 1966). Autrement dit, les enfants n'utilisant pas la répétition ont un désavantage comparé à ceux qui le font. Dont, les anciens investigateurs se sont concentrés sur l'enseignement des enfants pour pouvoir faire la répétition effectivement. Des stratégies ont inclus le découpage (combinant des articles d'une façon signifiante) et faisant une histoire mentale avec les articles et en utilisant l'imagerie pour rendre les articles plus saillants (Morrison & Chein, 2011). Comme noté par les critiques Morrison et Chein (2011), que cela résulte sous forme de gains raccordés dans la mémoire de travail. Alors, la limite est que la

stratégie d'entraînement est un résultat primaire des gains avec un transfert proche. Le transfert proche parvient lorsque la nouvelle tâche est similaire à la tâche entraînée. Un exemple plus connu est l'habileté du coureur à atteindre 80 chiffres de temps de course, comme courir un mile en 4 minutes et 52 secondes (Ericsson & Chase, 1982). Le sujet peut donc découper ces temps de course en longs et longues séries de nombres. Cette approche était hautement réussie avec les nombres, mais seulement avec les nombres. Ce sujet ne montre pas d'effets sur autres domaines de contenu (Ericsson & Chase, 1982). Il a testé la portée moyenne sur d'autres champs de mémoire de travail.

Une approche distincte d'entraînement de la mémoire de travail, entraînement de base, a montré plus de promesse sur le regard du lointain transfert. C'est que les améliorations faites avec une approche d'entraînement de base peuvent se transférer en tâches non entraînées. L'entraînement de base, tel que définis par Morrison et Chein (2011), incluent la limitation d'usage des stratégies, exigeant l'usage de multiples modalités et maintenance face à l'interférence de répétition. En plus, la fonctionnalité critique d'adaptation joue un rôle critique de maintien du chargement élevée de la mémoire de travail. La notion était que le logiciel de l'ordinateur peut automatiser le défi du chargement. D'une manière d'accomplir était comme si le sujet continue avec succès l'essai d'une tâche, le prochain essai sera légèrement très difficile. En contraste, si le sujet répond incorrectement, le prochain essai sera plus simple (Morrison & Chein, 2011). La question est sur l'utilisation de la haute demande de chargements de travail gérés vers des tâches de défis d'adaptation qui pouvant s'étirer ou améliorer la capacité de mémoire de travail. COGITO (Schmiedek, Lovden, & Lindengerger, 2010) est un essai de le réaliser, et Cogmed est un autre (Morrison & Chein, 2011). Morrison et Chein (2011) ont conçu les deux approches comme entraînement de base de la mémoire de travail. Intéressant étant donné que le rôle du logiciel informatique joue dans l'automatisation du niveau du défi, un pourrait supposer pouvoir être équitablement difficile de recréer sans l'aide d'un ordinateur.

Pourquoi Cogmed est développé ?

Westerberg, Hirvikoski, Forssberg, et Klingberg (2004) ont trouvé une divergence significative entre la capacité visuo-spaciale de la mémoire de travail chez des enfants avec ADHD avec une comparaison intersectionnelle de leurs pairs normaux dans leur étude. Cette découverte a soulevé les questions suivantes : la mémoire de travail peut-elle s'améliorer, et la technologie peut-elle être utilisée pour engager les enfants à améliorer ce processus à travers des adaptations en direct à la performance ? Ce chapitre adresse ces questions.

Comment Cogmed a été développé et pourquoi il se concentre sur la mémoire de travail ?

Cogmed est développé par des investigateurs à l'Institut Karolinska en collaboration avec les programmeurs de jeux vidéo. Les investigateurs ciblent la mémoire de travail parce que les données de la recherche avaient commencé à suggérer la saillance dans les difficultés de ceux avec ADHD. Par exemple, dans une méta-analyse de 83 études avec enfants avec ADHD, Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, and Pennington (2005) ont trouvé que les champs qui ont un effet large parmi les études publiés diffèrent entre les groupes avec ADHD et contrôlent la réponse inhibition, vigilance et mémoire de travail, et planification. La plupart des théoriciens considèrent ces champs des fonctions exécutives. La taille des effets tombe tous sur .46 et .69-en rangée moyenne. Encore, ces auteurs concluent que le déficit en fonction exécutive n'est ni suffisant ni nécessaire pour causer tous les cas de ADHD.

Similairement, Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, and Tanock (2005) ont conduit à la méta-analyse de 26 études comparant la mémoire de travail des enfants avec ou sans ADHD de 1997 à 2003. Ils ont trouvé que les deux la mémoire de travail spatiale et la mémoire de travail verbale étaient des déficits significatifs pour les enfants avec ADHD en comparaison aux contrôles, mais ces champs de mémoire de travail spatiale ont montré les plus grands déficits en termes de taille de l'effet. Trèsspécialement, le stockage spatial avait un effet sur la taille de .85 et le central exécutif spatial 1.06, tandis que la taille de l'effet du stockage verbal était .47, et la taille de l'effet du central exécutif verbal de la mémoire de travail était .43, parmi ceux avec ADHD. Il est important que les effets des tailles sur les déficits de la mémoire de travail soient rapportés par la méta-analyse de Martinussen et al. (2005) et dépassés ceux signalés dans la méta-analyse par Willcutt et al. (2005) qui est regardée plus largement sur les fonctions exécutives. Au total ces données soutiennent l'importance particulière de la mémoire de travail sur les autres fonctions exécutives chez ceux avec ADHD.

Un ouvrage de recherche fondateur, contestablement créant un tremplin pour la création de Cogmed, menée par Westerberg et al. (2004) et illustré dans le graphique ci-dessus. Il décrit la mémoire de travail visuo-spaciale des garçons avec ADHD d'âges compris entre 7,5 et 15,5 ans. La ligne droite continue indique la mémoire de travail visuo-spaciale des garçons avec ADHD, alors que la ligne pointée indique le groupe contrôlé des pairs normaux. Ce

graphe suggère qu'ils ont un petit « espace de bureau » dans leurs esprits pour acquérir des compétences ; comme s'ils étaient plus jeunes, dire que peut-être 7,5 ou 8 ans. La ligne orientée, i.e., ligne continue, indique le groupe ADHD, Tandis que la tendance pointillée indique le groupe control, ou typiquement les garçons développés. Il ne s'agit pas d'une étude longitudinale, donc le garçon avec ADHD indique à 7,5 ans est différent de celui suggéré par la tendance à environ 15 ans. Ce qui est notable que 15 ans avec ADHD ne prétendent pas avoir une capacité de mémoire de travail visuo-spatiale qui excède celui de 7,5 ans en contrepartie avec beaucoup à savoir pas du tout (Fig.26.2).

Au contraire des garçons ADHD, le développement typique montre une augmentation de taille considérable dans la mémoire visuo-spatiale par l'âge. Sans intervention ou effort intentionnel, ces garçons « typiquement développés » montrent une augmentation considérable de la mémoire de travail visuo-spatiale comparés aux 7,5 ans homologues. En effet, pour les enfants avec développement normal, la capacité de mémoire de travail grandit avec le temps sans intervention. Erzine (2011) l'a noté pour les enfants de 3 à 5 ans pendant la maturation comptabilisée avec le développement de la mémoire de travail non verbale. Similairement, Gathercole, Pickering, Ambridge, et Wearing (2004) ont noté que les enfants typiquement développés ont démontré la croissance de la capacité de mémoire de travail à travers l'enfance vers l'école primaire et secondaire jusqu'à l'adolescence. Ce n'est pas étonnant que les garçons 15,5 ans à développement normal sont très distincts dans leur maturité qu'aussi les garçons de 15,5 ans avec ADHD ou garçons de 7,5 ans avec ou sans ADHD. Les différences sont flagrantes. Un pourrait supposer que le développement réussi des compétences est également assez marqué. Le graphique suggère que le développement typique du garçon aux environs de 15,5 ans a 3-4 fois la capacité de la mémoire de travail visuo-spatiale que le sujet de 15,5 ans avec ADHD.

Description de Cogmed

Dans le programme développé par Klingberg, Forssberg, et Westerberg (2002), les individus s'entraînent intensément au fil des semaines (typiquement 5 semaines) sur les tâches adaptées informatisées de la mémoire de travail. Ces tâches d'entraînement demandent un rappel de séries immédiat des deux informations verbale ou visuo-spatiale, avec quelques tâches nécessitant le processus explicite avant le rappel (utilisation de la mémoire de travail). Les participants s'entraînent 20-25 min (typiquement 5 jours par semaines pendant 5 semaines), chaque jour complétant huit tâches différentes d'une banque de 12 tâches. Les sujets dépenseront chaque jour 30-45 min faisant Cogmed. Le retour positif verbal et visuel est construit par le logiciel dans quelques essais. La difficulté d'entraînement de tâches est ajustée automatiquement sur un essai par essai basique pour correspondre la capacité actuelle de la mémoire de travail du participant, maximisant les bénéfices de l'entraînement.

Les études initiales de Cogmed montrent des promesses

Dans les tous premiers essais de Cogmed, qui peuvent être vus comme des études de faisabilité, l'équipe de Klingberg's a utilisé une forme de programme d'entraînement qui incluent seulement quatre tâches d'entraînement, chacune avec 30 essais par jour : un bloc Corsi comme la tâche de mémoire visuo-spatiale, appelée portée spatiale ; deux tâches verbales de l'échelle de Wechsler (Wechsler, 2002) ; et un choix de tâche à temps de réaction, cette intensive et adaptative (entraînement non adaptif avec un groupe de contrôle plafond) L'entraînement de la mémoire de travail améliore significativement la performance chez les tâches non entraînés de la mémoire à court terme, le rappel des chiffres et le rappel Corsi, ou portée spatiale, et le test de Raven du non verbal ou raisonnement fluide, dans un petit nombre d'enfants avec un diagnostic de ADHD. L'activité motrice est significativement réduite dans le groupe traitement, et la performance sur la tâche de réponse inhibition est également significative dans l'entraînement suivant. Il existe des changements non significatifs dans la performance du groupe contrôle, qui ont complété la version placebo du programme dans lequel la difficulté des tâches d'entraînement sont posés un niveau bas durant la période d'entraînement (une portée de deux ou trois articles pour chaque tâche). Dans une seconde expérience, ils ont utilisé le même programme d'entraînement adapté avec quatre adultes bien portants. Des améliorations significatives de la performance sont signalées dans les deux les tâches entraînés et sur la tâche non entraînée de la mémoire visuospatiale, une tâche de Stroop, et une tâche de raisonnement non verbal (Klingberg et al, 2002)

Klingberg et al. (2005) ont dernièrement étendu leur travail pour évaluer les effets de l'entraînement dans un large groupe multisite des enfants avec ADHD dans un essai randomisé contrôlé. Chaque enfant a complété 90 essais de mémoire de travail par jour (rappelant la position des objets en grille 4*4 ou rappel de phénomènes, lettres, ou chiffres) pour 20-25 jours. Comme avant, la version placebo inclue un ensemble identique de programme de traitement. Les enfants sont attribués au hasard dans chaque condition, avec 27 complétant le programme de

traitement adaptif et 26 complétant la version placebo. Dans l'ensemble, le groupe traitement la comparaison est plus significative par rapport à la mesure non entraînée de la mémoire de travail visuospatiale. Ces effets persistent 3 mois après l'entraînement. En plus, les effets significatifs du traitement ont été observés en réponse inhibition, raisonnement complexe, et mémoire de travail verbale, et des réductions significatives d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité de l'entraînement suivant dans les notes du parent. Cependant, cette étude n'a pas montré une diminution dans l'activité moteur, tel que mesuré par nombre mouvement de la tête (mesuré par un caméra infrarouge placé à la tête de l'enfant) durant le test informatisé.

Des réductions de notes des problèmes cognitifs ont été aussi rapportés dans une étude pilote) avec 18 adultes plus d'un an après avoir fumé. Comme avant, il existait des améliorations dans les tâches la mémoire de travail entraînée et non entraînée, et également une diminution significative dans l'auto-évaluation des patients des problèmes cognitifs dans la vie quotidienne (Westerberg et al., 2007).

L'équipe à l'institut de Karolinska ont étendu leur travail sur la mémoire de travail au développement typique ou aux enfants normaux du préscolaire (Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009). Dans la connexion basique entre inhibition et mémoire de travail (voir Engle & Kane, 2004 ; Roberts & Pennington, 1996), le chevauchement des champs d'activité neuronales durant les tâches de mémoire de travail et d'inhibition (McNab et al., 2008) et le transfert des effets du traitement de la tâche de Stroop dans leurs études précédentes, l'équipe a décidé de comparer les effets de l'entraînement de la mémoire de travail visuospatiale et de l'entraînement de l'inhibition chez les enfants les plus jeunes.

Thorell et al. (2009) ont inclus quatre groupes d'enfants du préscolaire âgés de 4 et 5 ans dans l'étude. Le premier groupe a complété l'entraînement de la mémoire de travail visuospatiale. Le second groupe a complété l'entraînement de l'inhibition. Le troisième a complété la version placebo d'entraînement de la mémoire, comme les études précédentes. Le quatrième groupe a formé un groupe contrôle passif. Ceux dans les groupes d'entraînement ont complété l'entraînement adaptif des deux mémoires de travail et inhibition pendant 15 minutes par jour, chaque jour qu'ils sont présents au préscolaire dans une période de 5 semaines. Chaque jour qu'ils ont complété les cinq tâches possibles, qu'ils ont tourné à travers la période l'entraînement pour maintenir l'intérêt.

Les cinq entraînements de mémoire de travail visuospatiale ont nécessité le rappel des conséquences de l'information non verbale dans l'ordre correcte. L'entraînement d'inhibition consiste à cinq tâches que les paradigmes d'inhibition les plus connus deux tâches de vas-y/ne va pas et deux tâches du signal d'arrêt conçus d'entraîner la réponse inhibition et la tâche du flanqueur conçu d'entraîner le contrôle d'interférence, réponse inhibition, en avant ou en arrière le block Corsi, en avant et en arrière le rappel chiffré, attention soutenue et résolution du problème.

Les enfants du groupe d'entraînement de mémoire de travail se sont améliorés significativement sur toutes les tâches d'entraînement améliorés seulement par vas/ne va pas et tâches de contrôle d'interférence. Autrement dit, l'entraînement de l'inhibition n'a pas résulté de l'amélioration transférable. Contrairement, l'entraînement de la mémoire de travail conduit vers des gains significatifs dans les deux la mémoire verbale non entraînée et les tâches de mémoire visuospatiale et d'attention, mais il n'y avait pas de changements significatifs dans la performance des tâches non entraînées pour les enfants des groupes placebo ou de contrôle passif.

En général, les données de cette étude montrent que la mémoire de travail peut être entraînée chez les enfants à développement typique si jeunes de 4 ans et, important, ces fonctions cognitives différentes qui varient si facilement qu'ils peuvent les modifier par la pratique intensive (Theorell et al., 2009). Pendant la possibilité d'entraînement de la mémoire de travail et les effets transférés des tâches non entraînées, entraînement d'inhibition n'a pas transféré les tâches non entraînées. Les résultats de cette étude ont au point d'être des bénéfices généralisés de l'entraînement de la mémoire de travail et de la limitation des effets d'entraînement des autres fonctions exécutives tel que l'inhibition. En revanche, Diamond et Lee ont trouvé que l'entraînement des stratégies d'inhibition est important chez les jeunes enfants et a des effets de transfert ; cependant, elle a également noté que l'entraînement de Cogmed peut conduire vers l'amélioration de la mémoire de travail et du raisonnement à ce groupe d'âge (Diamond & Lee, 2011).

Recherche Cogmed additionnelle

Sur la base du succès de l'entraînement de la mémoire du travail avec les enfants, Holmes, Gathercole, and Dunning (2009) des évaluations conduites du programme de Cogmed. Joni Holmes, Susan Gathercole, et Darren Dunning

sont au courant de l'importance de la mémoire de travail dans la réussite académique. Gathercole en particulier a déjà conduit de nombreuses études qui montrent un lien solide entre la mémoire du travail et la réussite académique (Gathercole, Alloway, Willis, & Adams, 2006 ; Gathercole, Brown, & Pickering, 2003, Gathercole, Durling, Evans, Jeffcock, & Stone, 2008, Gathercole & Pickering, 2000). Mais l'équipe est hautement sceptique que la mémoire de travail peut être entraînée ou approuvée et efforcée pour examiner Cogmed dans une nouvelle étude.

L'étude est faite sur des enfants qui ont déjà enregistrés comme ou en dessous du 15ème percentile de la mémoire du travail comme partie de dépistage routinier conduit en Angleterre pour une mémoire de travail basse. Les enfants étaient assignés au hasard à une condition d'entraînement de forte ou de faible intensité. La mémoire de travail est évaluée en utilisant deux tests de mémoire de travail verbale, rappel d'écoute et rappel de chiffres d'évaluation en arrière du rappel automatisé de la mémoire de travail (AWMA), disponible en Angleterre. Il évalue la mémoire de travail à court terme (divisée en visuel, spatial, et verbal) et la mémoire de travail divisée similairement. Dans cette étude, l'entraînement à « forte intensité » est analogue à ce qu'il a été décrit par « entraînement adaptif. » Tandis que la « faible intensité » était décrite comme un entraînement de « groupe placebo » dans lequel il y a un faible plafond. La mémoire de travail est évaluée en utilisant deux tests de mémoire de travail verbale, rappel audio et addition en arrière. Au long avec les mesures du rappel automatisé de la mémoire de travail, Les investigateurs avaient utilisé un avant et après test de ces mesures suivantes : QI (Washi ; Wechsler, 1999), lecture basique (Word ; Rust, Golombok, & Trickey, 1993), raisonnement mathématique (WOND ; Wechsler, 1996), et tâche d'instructions suivantes, qui étaient fournies pour opérationnaliser l'attention suspendue en termes de comportement observable.

La tâche d'entraînement, utilisée dans l'étude de Holmes et al. (2009), est similaire aux instructions que peut donner l'enseignant à ses élèves : « Sortez vos livres de math. Tournez la page 72. Résoudre des problèmes étranges. Rappelez-vous de présenter votre travail. Soyez sûr d'utiliser votre crayon pour pouvoir effacer les erreurs ! Oh, oui, si vous faites le numéro 42 ça va être un crédit supplémentaire. Rappelez-vous de présenter votre travail. Soyez sûr d'utiliser vos crayons. » Un élève avec ADHD peut se tourner vers ses amis et demander, « Quelle page elle a dit ? » il est revenu à sa première instruction lorsque les autres avancent. Donc, la tâche d'instruction est décrite par Holmes et al. (2009) de la façon suivante :

Pour cette tâche, l'enfant est assis devant une gamme de produits (règles, dossiers, gommes, boîtes, (crayons) dans une gamme de couleurs (bleu, jaune, rouge) et ont essayer d'effectuer une instruction parlée, comme Touche le crayon jaune et après met la règle bleue dans le dossier rouge. Une méthode portée utilisée dans laquelle le nombre d'actions est augmenté dans les instructions au point que chaque enfant ne peut pas avancer dans une tâche correctement. Le nombre total des essais correctes à ce point est noté (Holmes et al., 2009).

Cela apparaît si ces études sont surprises de leurs propres résultats. Holmes et al. (2009) déclarent leurs découvertes dans les phrases de conclusion :

Cette étude fournit la première démonstration que ces déficits communs et les difficultés d'apprentissage associés peuvent être améliorées, et possiblement surmontées, par un entraînement intensif adapté sur une période relativement courte : juste 6 semaines.

Très spécifiquement, ils ont trouvé que le groupe d'entraînement s'est amélioré significativement dans la mémoire de travail à court terme, mémoire de travail verbale, mémoire de travail visuospatiale à court terme tel que comparée avec le groupe d'entraînement à faible intensité sur l'évaluation de la mémoire de travail automatisée. Ces gains sont maintenus jusqu'à 6 mois.

Comme Klingberg, la seconde étude par Holmes et al. (2010) est conclue avec les enfants diagnostiqués avec ADHD et connus d'avoir des déficits substantiels dans la mémoire du travail (Holmes, Gathercole, & Dunning 2010 ; Holmes, Gathercole, Place, Dunning, Hilton, & Elliott 2010 ; Martinussen et al., 2005). La première option de traitement pour réduire les symptômes comportementaux de ADHD est la méditation psychostimulante dans la forme de composés de méthylphénidate ou amphetamine, qui améliorent aussi la mémoire de travail visuospatiale (Bedard, Jain, Hogg-Johnson, & Tannock, 2007). Cette approche est considérée comme traitement additionnel de ADHD et est utilisé dans les Etats Unis d'Amérique dans les années 1970. Le but de l'étude de Holmes est cependant à comparer les impacts de l'entraînement de la mémoire de travail et l'effet rapide de la médication psychostimulante (Ritalin) sur les sous composants séparés de la mémoire du travail.

Holmes et al. Ont recrutés 25 enfants d'âges entre 8 et 11 ans avec un diagnostic clinique d'ADHD combiné qui ont reçu une relaxation de médication rapide (Ritalin) pour les symptômes ADHD. L'étude est conduite dans une école, et les enseignants n'ont pas voulu que les enfants arrêtent leur médication pour 5 à 6 semaines. Donc, initialement, les évaluations initiales étaient conduites pour arrêter les médicaments et après pour avoir la certitude sur l'impact de la médication. Les enfants sont installés à travers le programme d'entraînement et ont testé l'entraînement et après 6 mois après. Tous les enfants ont complété les évaluations de la mémoire verbale et visuospatiale à court terme avant et après l'entraînement et avec ou sans médication (AWMA ; Alloway, 2009). Le paradigme d'entraînement consiste à 20-25 sessions du programme d'entraînement adapté développé par Cogmed. Les enfants entraînés en deux ou dix tâches chaque jour, complétant 115 essais par session. Deux interventions avaient un impact significatif sur la mémoire de travail des enfants, mais de différents motifs de changement sont associés avec chaque approche.

Lorsque la médication conduit à l'amélioration sélective de la mémoire de travail visuospatiale, l'entraînement conduit vers des améliorations dans tous les aspects de la mémoire du travail. De façon cruciale, trois gains ont été maintenus 6 mois après l'arrêt de l'entraînement. Le Quotient Intellectuel QI des enfants n'est pas affecté par l'intervention, Wechsler. L'impact de la médication des aspects non verbaux de la mémoire de travail reflète seulement très souvent l'influence la prédominante de la médication en hémisphère droit des structures du cerveau qui sont associés à la mémoire de travail visuospatiale (e.g., Bedard et al., 2007). L'impact généralisé de l'entraînement de la mémoire de travail dans ce groupe peut avoir des bénéfices très pratiques pour l'apprentissage des enfants avec ADHD. Mais la médication aide à contrôler les symptômes adhésifs de ce trouble, en donnant des ressources de mémoire de travail approuvées à travers l'entraînement de la mémoire de travail dans ce groupe (Holmes, Gathercole, Place, et al., 2010). L'étude a aussi montré un effet additif dans lequel la médication améliore la mémoire de travail visuospatiale, mais Cogmed a ajouté significativement plus de gains. Ces découvertes suggèrent que, notablement, Cogmed peut entraîner avec ou sans médication. Ces résultats sont également importants à la lumière de 6- et 8- ans suivis de traitement multi modèle de résultats de ADHD. Dans cette étude, les groupes ADHD, indépendamment de s'ils ont reçus la médication, le traitement comportemental, ou la combinaison des deux, significativement améliorée depuis leurs scores de base mais étaient significativement mauvais qu'un échantillon de communauté dans la vaste majorité des mesures (Molina et al., 2009). En réalité, les auteurs de cette étude ont voulu cibler des interventions innovantes pour ADHD. La découverte par Holmes, Gathercole, Place, et al. (2010) suggère que la possibilité qu'une combinaison de médication avec Cogmed peut s'approuver effective en apportant le fonctionnement du groupe ADHD plus près que le groupe contrôle.

Quel est l'impact potentiel de Cogmed ?

On va explorer cette question en considérant la première mémoire visuospatiale, et après la mémoire de travail verbale, après des mesures d'attention, et dernièrement l'impact sur la réussite académique.

La mémoire de travail visuospatiale

La première cible de Cogmed est la mémoire de travail et, très spécifiquement, la mémoire de travail visuospatiale. Investigateurs du groupe de Karolinska ont trouvé une amélioration significative sur la mémoire de travail visuospatiale après avoir complété Cogmed d'âges du préscolaire aux adultes dans leurs 60 à 70 ans (Bellander et al., 2011 ; Bergman-Nutley et al. (2011) ; Brehmer et al., 2009, Brehmer et al., 2011, Brehmer, Westerberg, & Backman, 2012 ; Dahlin, 2010 ; Klingberg et al., 2002 ; Klingberg et al., 2005 ; McNab et al., 2009 ; Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004 ; Soderqvist, Bergam, Ottersen, Grill, & Klingberg, 2012 ; Thorell et al., 2009 ; Westerberg et al., 2007). Similairement, un nombre d'investigateurs indépendants ont trouvé que Cogmed améliore significativement la mémoire de travail visuospatiale (Beck, Hanson, Puffenberger, Benninger, & Benninger, 2010 ; Gibson et al., 2011 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010 ; Johansson & Tormaln, 2012 ; Kronenberger, Pisoni, Henning, Colson, & Hazzard, 2011 ; Lundqvist, Grundstrom, Samuelsson, & Ronnberg, 2010 ; Mezzacappa & Buckner, 2010 ; Roughan & Hadwin, 2011). Ces résultats ont été trouvés pour s'étendre à 6 mois (Dahlin, 2010 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010).

Mémoire de travail verbale

La mémoire de travail verbale est la seconde cible préminente de Cogmed, et plusieurs d'investigateurs de l'institut de Karolinska ont trouvé des améliorations significatives dans ce champ (Bellander et al., 2011 ; Berhmer et al., 2009, 2011 ; Dahlin, 2010 ; Klingberg et al., 2005 ; McNab et al., 2009 ; Olesen et al., 2004 ; Thorell et al., 2009 ; Westerberg & Klingberg, 2007). Similairement, un nombre d'investigateurs indépendants ont trouvé que Cogmed améliore significativement la mémoire de travail verbale (Green et al., 2012 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010 ; Kronenberger et al., 2011 ; Lundqvist et al., 2010 ; Mezzacappa & Buckner, 2010 ;

Roughan&Hadwin, 2011). Ces résultats sont découverts pour s'étendre à 6 mois (Dahlin, 2010 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, Place, et al., 2010 ; Lohaugen et al. 2011).

Mesures directes de l'attention

Les mesures directes de l'attention commencent par adresser une information mentionnée en section « Introduction » de ce chapitre, que si l'intervention Cogmed se généralise à d'autres champs du fonctionnement cognitif. Les résultats de la mémoire de travail visuospatiale et la mémoire de travail verbale donnent des preuves que les effets de l'entraînement donnent le résultat sur le transfert près des mesures indépendantes de ces construits. Des mesures directes de l'attention commencent à fournir des preuves du transfert loin. Par exemple, Le test de ces instructions dans l'étude de Holmes et al.2009 qui a été un exemple d'attention opérationnelle au comportement observable.

Test de séries d'addition auditive rythmées (PASAT) était un résultat de mesure qui fonde l'attention auditive chez les adultes. Il a été découvert pour être significativement approuvé dans deux études de Cogmed avec des jeunes adultes sains (Brhmer et al., 2009) et après avec des adultes âgés (ages 69-70) (Brehmer et al., 2011). Le Test de séries d'addition auditive rythmées demande des sujets à ajouter des nombres consécutifs comme ils sont présentés dans une bande auditive et répond oralement avec une somme convenable. Theroll et al. (2009) dans une étude de développement typique du préscolaire des améliorations significatives ont été trouvés dans un test de performance continue. Kronenberger et al. (2011) des études de répétition de la phrase avec des enfants sourds avec des implants cochléaires. La répétition de la phrase est une variable critique de l'apprentissage pour cette population et une qui demande une attention auditive. Krongberger et al., ont trouvés que ces sujets sont améliorés dans les deux en conclusion de Cogmed et ont montré une bonne amélioration en 6 mois. Similairement, avec des adultes d'un âge moyen de 47,5, Johansson et Toenmaln (2012) ont trouvés une réduction d'échecs cognitifs. Les échecs cognitifs incluent des choses comme avoir à relire le texte parce qu'une personne a oublié ce que il/elle ont juste lus ou une personne trouve que il/elle a oublié pourquoi il/elle est parti d'une chambre d'une maison à l'autre. Une peut les considérer comme échecs d'attention dans la vie quotidienne. Finalement, dans l'analyse la plus structurée de l'attention observable, Green et al. (2012) ont trouvés que parmi un groupe d'enfants d'âge entre 7 à 10 diagnostiqués avec ADHD après avoir complété Cogmed qu'ils ont significativement réduit le comportement hors-tache (Green et al., 2012). Les mesures utilisées étaient le paramètre de tache académique réduite, qui inclue des observations faites chaque 30s de tels comportements comme regarder loin du papier, de la chaise et jouer avec l'objet. Ces retrouvailles soutiennent la conclusion que l'amélioration du fonctionnement s'étend sur les mesures directes variés du comportement indiquant une attention améliorée qui dure jusqu'à 6 mois (Holmes et al., 2009 ; Johansson & Tornmaln, 2012 ; Kronenberger et al., 2011).

Notes réduites de l'inattention et symptômes d'ADHD

Un nombre d'études ont trouvé des réductions de symptômes d'ADHD de notes de parent (Beck et al., 2010 ; Klinberg et al., 2005). Quelques études ont trouvé des réductions des notes d'attention des enseignants (Beck et al., 2010 ; Mezzacappa&Buckner, 2010 ; Rougham&Hadwin, 2011). Encore les notes des enseignants n'étaient pas aveugles aux enfants qui ont recevant l'intervention.

La réussite académique et l'apprentissage

Cogmed est une intervention qui vise premièrement la mémoire de travail et possiblement deuxièmement vise l'attention, pendant que la réussite académique et l'apprentissage sont sans doute trois cibles. Pour résumer l'espace bureau dans l'analogie de l'esprit, cette intervention a augmenté l'espace bureau, mais est ce que l'élève a travaillé sur quelque chose nouvelle sur ce bureau remanié ? Une peut argumenter que les enfants sont à l'école et ne peut pas être suffisant ? Possiblement, mais un s'attendrait que ça soit peu probable. C'est parceque ces élèves ont raté des semaines, mois, et, dans plusieurs cas des années de compétence et savoir présent, information qui peut être hors de leur portée. Donc la question critique est si la remédiation d'adresser le non-développement arriéré des compétences et le manque du savoir mis en œuvre ? Si aucun nouveau matériel n'est présenté dans un domaine particulier (e.g., mathématiques, lecture) ni aucune nouvelle compétence n'a été enseigné (E.g., compétences sociales, gestion d'anxiété), après cela va paraître non raisonnable d'attendre que des gains se font dans un tel champ. C'est particulièrement évident avec des enfants plus grands qui peuvent avoir manqué des années d'opportunités pour le développement de la compétence et du savoir. Alors c'est l'espérance de ces auteurs pour que les gains se produisent dans tels champs, Construction de compétence, enseignement, ou entraînement dans des champs désirés auraient à suivre Cogmed. Depuis l'espace bureau dans l'esprit a été démontré, un va pouvoir espérer que les sujets vont maintenant apprendre un tel contenu ou compétences. Néanmoins, certaines compétences sont trouvées pour être développés après Cogmed.

Dahlin (2010) a trouvé une amélioration en compréhension de lecture après Cogmed. Holmes et al. (2009) ont trouvé que 6 mois après Cogmed, ces enfants d'âge scolaire se sont améliorés en mathématiques. Klingberg et al. (2002, 2005) ont trouvé des améliorations en raisonnement non verbal. Comme noté auparavant, Kronenberger et al. (2011) ont trouvé une amélioration en répétition de la phrase. Lohaugen et al. (2011) ont trouvé une amélioration en tâche d'apprentissage verbal en suivant Cogmed dans lequel les sujets doivent se rappeler d'une histoire orale. Beck et al. (2010) ont trouvé que les fonctions exécutives se sont améliorées tel que noté par les parents et enseignants. Parmi les adultes, Westerberger et al. (2007) ont trouvés qu'une réduction de problèmes cognitifs dans la vie quotidienne et des améliorations dans la mémoire déclarée. Également avec les adultes, Brehmer et al. (2009, 2011) ont trouvé des améliorations dans la mémoire épisodique. Tel qu'il a été vu de ces divers données établies, un nombre de champs d'apprentissage apparait pour être impacté par Cogmed. Cependant, des données plus consistantes et maintenues avec ces champs divers qui nécessitent d'être publiés pour plus d'état sans équivoque que Cogmed a eu un impact positif dans ces champs. Néanmoins, Ces résultats apparaissent certainement promettants.

Y'a-t-il de Nouvelles Preuves ?

Pour dater il y a eu 34 études de recherches publiées dans Cogmed. Pendant que plusieurs études étaient par TorkelKlingberg et son équipe de recherche à l'institut de Karolinska, depuis ce temps un nombre d'équipes indépendantes de recherche ont exploré l'application de Cogmed avec une variété de populations cliniques. Très récemment, un nombre d'études ont incorporés Cogmed dans leur design. Gray et al. (2012) ont exploré la relation entre les effets du programme d'entraînement informatisé de la mémoire du travail sur la mémoire de travail, attention, et académiques chez les adolescents avec déficience d'apprentissage et ADHD comorbide. Sodeqvist et al. (2012) ont exploré l'utilisation de l'entraînement informatisé du raisonnement non verbal et de la mémoire de travail chez les enfants avec déficience intellectuelle et a été discuté les effets sur le système dopaminergique.

Possiblement la nouvelle investigation la plus convaincante en relation avec Cogmed et la réussite académique est une étude récemment publiée en Mai2012 par Holmes et Gathercole. Le second essai de cette étude inclue 50 enfants (25 âgés de 5ans et 25 âgés de 6ans) les 9-11ans qui ont été identifiés sur la base d'avoir une performance académique basse dans une école en Angleterre. Ces enfants sont comparés avec 50 qui ne sont pas entraînés, mais ceux qui ont effectué faiblement les examens nationaux. C'est intéressant, les élèves d'âgés de 5ans sont entraînés comme une classe entière dans un groupe de 25 élèves dans un laboratoire informatique supervisés par un professeur principal et un assistant de la classe à la fin de la journée. La taille de ces groupes d'entraînement et le fait que les enseignants ont supervisé l'entraînement en école ce qui a rendu cette étude distincte à travers la recherche Cogmed. Les élèves de 6ans qui ont complété le score de Cogmed significativement haut dans les tests standardisés d'Anglais et de Maths indiquant le plus grand progrès à l'école à travers l'année académique. Les enfants de 5ans ont fait un progrès significatif en math. Les résultats de cette étude sont à travers la provocation en trois niveaux. Le premier, les élèves qui ont été sélectionnés sans se baser sur la mémoire de travail ou le déficit d'attention, mais sur la réussite académique. Deuxièmement, ils ont montré des améliorations significantes en réussite académique à travers l'année scolaire lorsque les élèves ont complété Cogmed. Et finalement, Cogmed a été administré par les enseignants avec l'entraînement de la classe entière en même temps ou la classe divisée en moitié et entraînant deux groupes séparés. Les résultats ont montré une haute conformité et un bon progrès dans les activités entraînées ainsi qu'une amélioration dans les raches de transfert loin. Ces données suggèrent une méthode possible de comment Cogmed peut être délivré en écoles en identifiant les élèves avec une faible réussite académique et en utilisant un modèle de classe entière administré par les enseignants. Dans ce temps, il y a plus de 60 études en développement en explorant la cause de Cogmed avec une variété de divers groupes cliniques à différents âges. Veuillez-vous référer au site pour plus de détails : <http://www.cogmed.com/research>.

Y'a-t-il une preuve de l'élasticité du cerveau ?

Y'a-t-il une preuve de changements dans la plasticité du cerveau suivant l'entraînement de la mémoire du travail ? C'est une question particulièrement importante parce qu'elle essaye d'évaluer si les changements internes accompagnent les changements des comportements externes notés ci-dessus. C'est possible que l'entraînement intensif informatisé inclue des changements à long terme dans la plasticité des régions du cerveau qui servent la mémoire de travail. Cela peut aussi être le cas si certains changements sont courts dans le temps. Deux études de neuroimagerie, une par Olesen et al. Et l'autre par Westerberg et Klingberg (2007), ont montré une activation augmentée dans le cortex pariétal et préfrontal suivant la mémoire de travail. Dans leur première étude, ils ont rapporté une augmentation dans l'activité du cerveau dans les deux régions chez trois sujets qui ont suivi l'entraînement des tâches verbales et visuospatiale de la mémoire de travail. Dans une seconde étude, huit adultes étaient scannés cinq fois durant l'entraînement sur trois tâches de mémoire de travail visuospatiale pendant une

période de 5 semaines. Une autre fois, des augmentations dans l'activité neuronale sont observés dans les régions préfrontales et pariétales (Fig.26.3).

Dans une analyse de sujet unique, Westerberg et Klingberg (2007) ont montré un entraînement qui a induit des changements qui ne sont pas dus aux activations de n'importe quel champ additionnel qui n'était pas activé avant l'entraînement. Plutôt, ils ont observé que les champs où la tâche est reliée à l'activité ont été remarqué augmenter en entraînement suivi de taille. En relation avec cela, des changements de densité au cortex préfrontal et pariétal et des récepteurs de dopamine sont rapportés après entraînement de la mémoire. Soit beaucoup ou très peu de stimulation des récepteurs de D1 qui résultent de la tâche de performance déficiente de la mémoire de travail. L'entraînement induit diminue le potentiel de liaison du récepteur D1 associé avec l'augmentation de la capacité de la mémoire de travail qui sont interprétés comme démontrant un haut niveau de plasticité du système de récepteur D1 (McNab et al., 2009).

Dans l'ensemble, l'équipe de Klingberg a montré que l'entraînement induit des changements dans deux régions du cerveau, les cortex pariétal et préfrontal, qui sont associés à la mémoire de travail. L'activation préfrontale est positivement corrélée avec la capacité de mémoire de travail des enfants (Klingberg et al., 2002 ;

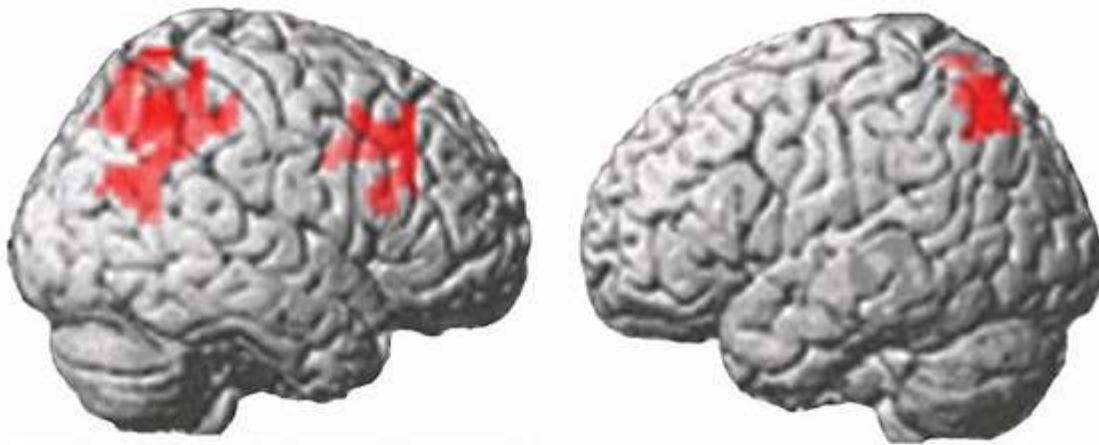


Fig.26.3: Les champs du cerveau activés par Cogmed décrits dans la recherche par Olesen et al. (2004).

Kwon, Reiss, & Menon, 2002), et réseaux front pariétaux sont reliés au succès du les taches de mémoire de travail. Ces champs du cerveau ont été impliqué dans le travail de Curtis et d'Esposito (2003). Le travail de McNab suggère que les changements coticaux et biochimiques résultent de la pratique des taches de la mémoire de travail (McNab et al., 2009). Ces études suggèrent qu'il existe des changements au niveau biochimique ainsi que dans les structures du cerveau chez des adultes normaux en bonne santé qui ont suivi l'entraînement de Cogmed. Cette recherche a été suivi avec des populations de grands adultes dans le travail de Bellander et al. (2011).

Conclusion:

Ce chapitre a discuté le sujet du travail de la mémoire et décrit une intervention pour améliorer la mémoire de travail. Le fondement scientifique de Cogmed, une intervention empirique, la recherche actuelle et son effectivité, et les implications pour la réussite académique a été incluse. Les changements dans l'élasticité du cerveau qui peuvent être suivi par l'entraînement Cogmed de la mémoire de travail sont notés. Cogmed a montré des résultats dans le transfert près pour les taches de la mémoire de travail verbale et visuospatiale améliorées non entraînée et un transfert loin poul'attention améliorée et quelques champs d'apprentissage. Cependant, un nombre d'études donné a ainsi inclus l'investigation des changements académiques après Cogmed, la prudence est suggérée dans l'interprétation de ces résultats. C'est l'opinion des présents auteurs ont préparé un élève pour apprendre en améliorant la capacité de la mémoire de travail et l'attention soutenue. Cependant, dans le cas des enfants avec ADHD, l'histoire attendue d'un manque de compétence et de développement du savoir dans les deux champs académique et social dans la construction de la compétence et les interventions d'acquisition doivent suivre Cogmed pour assurer le développement désiré. C'est spécifiquement vrai avec les grands enfants, donné à la probabilité de pénurie des compétences existantes. Encore, jusqu'à présent, peu de champs d'apprentissage spécifique et/ou réussite académique ont été articulé pour fournir des indices sur le futur impact possible de cet entraînement. Ces

données soutiennent la discussion du concept posé de l'impact futur de cet entraînement. Ces données soutiennent et discutent le concept posé de l'attention exécutive comme chevauchement entre la mémoire de travail et l'attention. Ces résultats de plus de 60 études sortantes sont prévues clarifier si Cogmed seul peut booster la réussite académique ou si Cogmed peut être réalisé effectivement pour la préparation d'autres interventions académiques. L'étude la plus récente par Holmes & Gathercole (2013) suggère un modèle possible pour Cogmed dans les écoles ce qui peut clarifier le problème par identifiant les élèves basés sur la faible réussite académique et la livraison de Cogmed par les enseignants dans une forme de classe entière. En effet, cela peut être le cas avec des populations avec différents problèmes présentés Cogmed peut jouer des rôles distincts.

Etude (année)	Echantillon (âge années)	Test	Traitement (n)	Contrôle (n)	Amélioration par Traitement (%)	Amélioration par traitement suivi (%)	Après test (d)	Suivi (d)
Bergman-Nutley et al. (2009)	Typique 4 ans	Odd One Out	24	25	41		96	
Bergman-Nutley et al. (2009)	Typique 4 ans demi-dose	Odd One Out	27		27		68	
Thorell et al. (2009)	Typique 4-5 ans	Planche de portée	17	14	40		61	
Thorell et al. (2009)	Typique 4-5 ans	Planche de portée		16				
Klingberg et al. (2005)	ADHD 7-12 ans	Planche de portée	20	24	19	21	79	81
Klingberg et al. (2002)	ADHD 7-15 ans	Planche de portée	7	7	45			
Kronenberger et al. (2011)	Sourd (w/CI) 7-15 ans	Planche de portée (arrière)	9		13	11		
Holmes, Gathercole, Place, et al. (2010)	ADHD 8-11 ans	Mr X	25		13	10		
Mezzacappa et Buckner (2010)	ADHD 8-10,5	Fenêtre de doigt	8		33		73	
Dahlin (2010)	Besoins spéciaux de Ed 9-12 ans	Planche de portée	41	25	30	26	74	65
Holmes et al. (2009)	Faible MT 10 ans	Score composite	22	20	17	15	89	
Roughan et Hadwin (2011)	Difficultés sociales émotionnelles et comportementales 13 ans	Score composite (planche de portée & étendu de chiffres)	7	8	24	29	2,29	
Lohaugen et al. (2011)	Pré terme Très faible poids de naissance 14-15 ans	Planche de portée (arrière)	16	11	37	26		
Lohaugen et	Typique 14-15	Planche	19		20	16		

al. (2011)	ans	de portée (arrière)							
Résumé enfant	----		235	150	29	18	87	73	
Brehmer et al. (2012)	Typique 20-30 ans	Planche de portée (arrière)	29	26	27	28	1,72	1,36	
Brehmer et al. (2012)	Typique 60-70 ans	Planche de portée (arrière)	26	19	24	29	1,32	1,65	
McNab et al. (2009)	Typique 20-28 ans	Planche de portée (arrière)	13		22				
Lundqvist et al. (2010)	20-65 ans	Planche de portée (arrière)	21		21	29			
Westerberg et al (2007)	34-65 ans	Planche de portée	9	9	19		83		
Brehmer et al. (2011)	Typique (aging) 60-70 ans	Planche de portée (arrière)	12	11	16		1,03		
Résultat adulte			110	65	21	28	1,23	1,51	

Cette table indique qu'il existe des tailles d'effets robustes dans la recherche de Cogmed avec la mémoire de travail visuospatiale avec les enfants et adultes. La moyenne pour les enfants est 77. Pour les adultes la moyenne est de 1,51. Au total il y avait 345 en traitement et 270 en contrôle. Dans l'ensemble l'effet de la taille était 94 pour l'après test et 1,12 pour suivre le lecteur se réfère aux sources originales pour détails (Ralph, 2010) : Résultats non Publiés ; www.Cogmed.com

Cette issue va se résoudre seulement par une recherche additionnelle. Le lecteur est demandé de dessiner ses propres conclusions concernant la validité scientifique de l'efficacité démontrée de cette intervention dans un large contexte des traitements additionnels et pour être préparé à une clarification poussée comme plusieurs autres études sur Cogmed qui sont publiées dans les années qui suivent.

La table suivante résume la recherche discutée ci-dessus avec les effets de taille. (Les auteurs veulent exprimer leur gratitude à Kat Ralph et Sissela Bergman-Nuttley et TorkelKlingberg pour avoir donnée leur permission d'inclure ce tableau récapitulatif de la recherche de Cogmed.)

Références:-

1. Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25 (2), 92–98.
2. Baddeley, A. D. (1996). The concept of working memory. In S. E. Gathercole (Ed.), *Models of short-term memory* (pp. 1–27). Hove: Psychology Press.
3. Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417–423.
4. Baddeley, A. D., Emslie, H., Kolodny, J., & Duncan, J. (1998). Random generation and the executive control of working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 51A (4), 819–852.
5. Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–87). London: Academic Press.
6. Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., & Benninger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39 (6), 825–836.

7. Bedard, A.-C., Jain, U., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2007). Effects of methylphenidate on working memory components: Influence of measurement. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48 (9), 872–880.
8. Bellander, M., Brehmer, Y., Westerberg, H., Karlsson, S., Further, D., Bergman, O., et al. (2011). Preliminary evidence that allelic variation in the LmX1A gene influences training-related working memory improvement. *Neuropsychologia*, 49 (7), 1938–1942.
9. Bergman-Nutley, S., Soderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., & 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.
10. Brehmer, Y., Rieckmann, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H., & Backman, L. (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *NeuroImage*, 58 (4), 1110–1120.
11. Brehmer, Y., Westerberg, H., & Backman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6 (63).
12. Brehmer, Y., Westerberg, H., Bellander, M., Furth, D., Karlsson, S., & Backman, L. (2009). Working memory plasticity modulated by dopamine transporter genotype. *Neuroscience Letters*, 467 (2), 117–120.
13. Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (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.
14. Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19 (2), 245–251.
15. Carretti, B., Borella, E., & De Beni, R. (2007). Does strategic memory training improve the working memory performance of younger and older adults? *Experimental Psychology*, 54 (4), 311–320.
16. Cavallini, E., Pagnin, A., & Vecchi, T. (2002). The rehabilitation of memory in old age: Effects of mnemonics and metacognition in strategic training. *Clinical Gerontologist: The Journal of Aging and Mental Health*, 26 (1–2), 125–141.
17. Comblain, A. (1994). Working memory in Down's syndrome: Training the rehearsal strategy. *Down Syndrome: Research and Practice*, 2 (3), 123–126.
18. Conners, F. A., Rosenquist, C. J., Arnett, L., Moore, M. S., & Hume, L. E. (2008). Improving memory span in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52 (3), 244–255.
19. Cowan, N. (2005). Working memory capacity. New York: Psychology Press.
20. Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7 (9), 415–423.
21. Dahlin, K. (2010). Effects of working memory training on reading in children and with special needs. *Reading and Writing*, 24 (4), 479–491.
22. Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3 (4), 422–433.
23. Dehn, M. J. (2008). Working memory and academic learning: Assessment and intervention. John Hoboken, NJ: Wiley.
24. Dehn, M. J. (2010). Long-term memory problems in children and adolescents: Assessment, intervention and effective instruction. Hoboken, NJ: Wiley.
25. Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333 (6045), 959–964.
26. Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 145–199). New York: Elsevier Science.
27. Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake, A. & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102–134). New York: Cambridge University Press.
28. Ericsson, K. A., & Chase, W. G. (1982). Exceptional memory. *American Scientist*, 70 (6), 607–615.
29. Erzine, G. A. (2011). Effects of language on the development of executive functions in preschool children. Department of Counseling and Psychological Services at Digital Archive at GSU. Paper No. 41. Doctoral dissertation, Georgia State University, Atlanta, GA.
30. Flavell, J. H., Beach, D. R., & Chinsky, J. M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in a memory task as a function of age. *Child Development*, 37 (2), 283–299.

31. Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93 (3), 265–281.
32. Gathercole, S., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational and Child Psychology*, 20 (3), 109–122.
33. Gathercole, S. E., Durling, E., Evans, M., Jeffcock, S., & Stone, S. (2008). Working memory abilities and children's performance in laboratory analogues of classroom activities. *Applied Cognitive Psychology*, 22 (8), 1019–1037.
34. Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievement in the national curriculum at 7 year of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177–194.
35. Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of Age. *Developmental Psychology*, 40 (2), 177–190.
36. Gibson, B. S., Gondoli, D. M., Johnson, A. C., Steeger, C. M., Dobizenski, B. A., & Morrissey, R. A. (2011). Component analysis of verbal versus spatial working memory training in adolescents with ADHD: A randomized, controlled trial. *Child Neuropsychology*, 17 (6), 546–563.
37. Goldman-Rakic, P. S. (1988). Topography of cognition: Parallel distribution networks in Primate Association Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 11 (1), 137–156.
38. Gray, S. A., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., et al. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: A randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53 (12), 1277–1284.
39. Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Losif, A. M., Dixon, J. F., Miller, M. R., et al. (2012). Will working memory training generalize to improve off-task behavior in children with attention deficit/hyperactivity disorder? *Neurotherapeutics*, 9 (3), 639–48.
40. Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12 (4), F9–F15.
41. Holmes, J., Gathercole, S., & Dunning, D. (2010). Poor working memory: Impact and interventions. In J. Holmes (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 39, pp. 1–43). Academic Press: London.
42. Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24 (6), 827–836.
43. Huang-Pollock, C. L., & Karalunas, S. L. (2010). Working memory demands impair skill acquisition in children with ADHD. *Journal of Abnormal Psychology*, 119 (1), 174–185.
44. Hulme, C., & Muir, C. (1985). Developmental changes in speech rate and memory span: A causal relationship. *British Journal of Developmental Psychology*, 3 (2), 175–181.
45. Johansson, B., & Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired brain injury: Effects in daily life. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19 (2), 176–183.
46. Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99 (1), 122–149.
47. Kane, M. J., Conway, A. R., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. T. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 21–46). New York: Oxford University Press.
48. Kane, M. J., Engle, R. W. (2000). Working memory capacity, task set, and stroop interference in speed and accuracy. *Abstracts of the Psychonomic Society: 41st Annual Meeting*.
49. Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al. (2005). Computerised training of working memory in children with ADHD—a randomised, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44 (2), 177–186.
50. Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (1), 1–10.
51. Kristofferson, M. W. (1972). Effects of practice on character- classification performance. *Canadian Journal of Psychology*, 26 (1), 54–60.
52. Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., Henning, S. C., Colson, B. G., & Hazzard, L. M. (2011). Working memory training for children with cochlear implants: A pilot study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 54 (4), 1182–1196.

53. Kwon, H., Reiss, A. L., & Menon, V. (2002). Neural basis of protracted developmental changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99 (20):13336–13341. Retrieved November 7, 2012, from <http://www.pnas.org/content/99/20/13336.full.pdf>
54. Løhaugen, G. C., Antonsen, I., Håberg, A., Gramstad, A., Vik, T., Brubakk, A. M., et al. (2011). Computerized working memory training improves function in adolescents born at extremely low birth weight. *The Journal of Pediatrics*, 158 (4), 555–561.
55. Lundqvist, A., Grundstrom, K., Samuelsson, K., & Ronnberg, J. (2010). Computerized training of working memory in a group of patients suffering from acquired brain injury. *Brain Injury*, 24 (10), 1173–1183.
56. Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44 (4), 377–384.
57. Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Wechsler Intelligence Scale for Children-Third and -Fourth Edition predictors of academic achievement in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *School Psychology Quarterly*, 22 (2), 234–249.
58. McNab, F., Leroux, G., Strand, F., Thorell, L., Bergman, S., & Klingberg, T. (2008). Common and unique components of inhibition and working memory: An fMRI, within-subjects investigation. *Neuropsychologia*, 46 (11), 2668–2682.
59. McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forsberg, H., et al. (2009). Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *NeuroImage*, 47, S77–S77.
60. McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*, 29 (1), 10–17.
61. Mezzacappa, E., & Buckner, J. C. (2010). Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School Mental Health*, 2 (4), 202–208.
62. Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press.
63. Molina, B. S., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Arnold, E. L., Vitiello, B., Jensen, P. S., et al. (2009). The MTA at 8 years: Prospective follow-up of children treated for combined-type ADHD in a multisite study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 48 (5), 484–500.
64. Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18 (1), 46–60.
65. Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7 (1), 75–79.
66. Phillips, C. J., & Nettlebeck, T. (1984). Effects of practice on recognition memory of mildly mentally retarded adults. *American Journal of Mental Deficiency*, 88 (6), 678–687.
67. Ralph, K. J. (2012). COGMED research claims & evidence, Version 1.3. Retrieved from www.cogmed.com/research.
68. Roberts, R. J., & Pennington, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental Neuropsychology*, 12 (1), 105–126.
69. Roughan, L., & Hadwin, J. A. (2011). The impact of working memory training in young people with social, emotional and behavioral difficulties. *Learning and Individual Differences*, 21 (6), 759–764.
70. Rust, J., Golombok, S., & Trickey, G. (1993). *WORD, Wechsler objective reading dimensions manual*. London: Psychological Corporation.
71. Schmiedek, F., Lovden, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, pii, 27.
72. Séguin, J. R., Nagin, D., Assaad, J., & Tremblay, R. E. (2004). Cognitive-neuropsychological function in chronic physical aggression and hyperactivity. *Journal of Abnormal Psychology*, 113 (4), 603–613.
73. Soderqvist, S., Bergman, N. S., Ottersen, J., Grill, K. M., & Klingberg, T. (2012). Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with intellectual disability. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 271.
74. Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100 (2), 343–379.
75. Swanson, H. L., Zheng, X., & Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory, and reading disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Journal of Learning Disabilities*, 42 (3), 260–287.
76. Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12 (1), 106–113.

77. Turley-Ames, K. J., & Whitfield, M. M. (2003). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language*, 49 (4), 446–468.
78. Wechsler, D. (1996). *Wechsler objective number dimensions: WOND*. New York: Psychological Corporation.
79. Wechsler, D. (1999). *The Wechsler abbreviated scale of intelligence: WASI*. San Antonio, TX: Psychological Corporation/Harcourt Brace.
80. Wechsler, D. (2002). *The Wechsler preschool and primary scale of intelligence (3rd ed.)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
81. Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forsberg, H., & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working memory span: A sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 10 (3), 155–161.
82. Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Ostensson, M. L., Bartfai, A., et al. (2007). Computerized working memory training after stroke— A pilot study. *Brain Injury*, 21 (1), 21–29.
83. Westerberg, H., & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working memory—A single- subject analysis. *Physiology & Behavior*, 92 (1–2), 186–192.
84. Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57 (11), 1336–1346.