

# 1                    **Entrainement de la Mémoire de Travail et Cogmed**

2

## 3   **Abstract:**

4   Working memory is essential for cognitive functioning related to executive  
5   function and attention. A group of investigators described the working memory  
6   as "sensible and valid". This chapter focuses on the term of working memory  
7   and how it interacts if the person has a deficit in working memory. Especially,  
8   we are going to explore the research of Cogmed generalised to other areas of  
9   executive functioning to be considered. In this chapter, we will revise  
10   neurological plasticity.

11   **Keywords:** Executive functioning – Neuropsychology - Working memory -  
12   Research of Cogmed – Attention

## 13   **Introduction :**

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

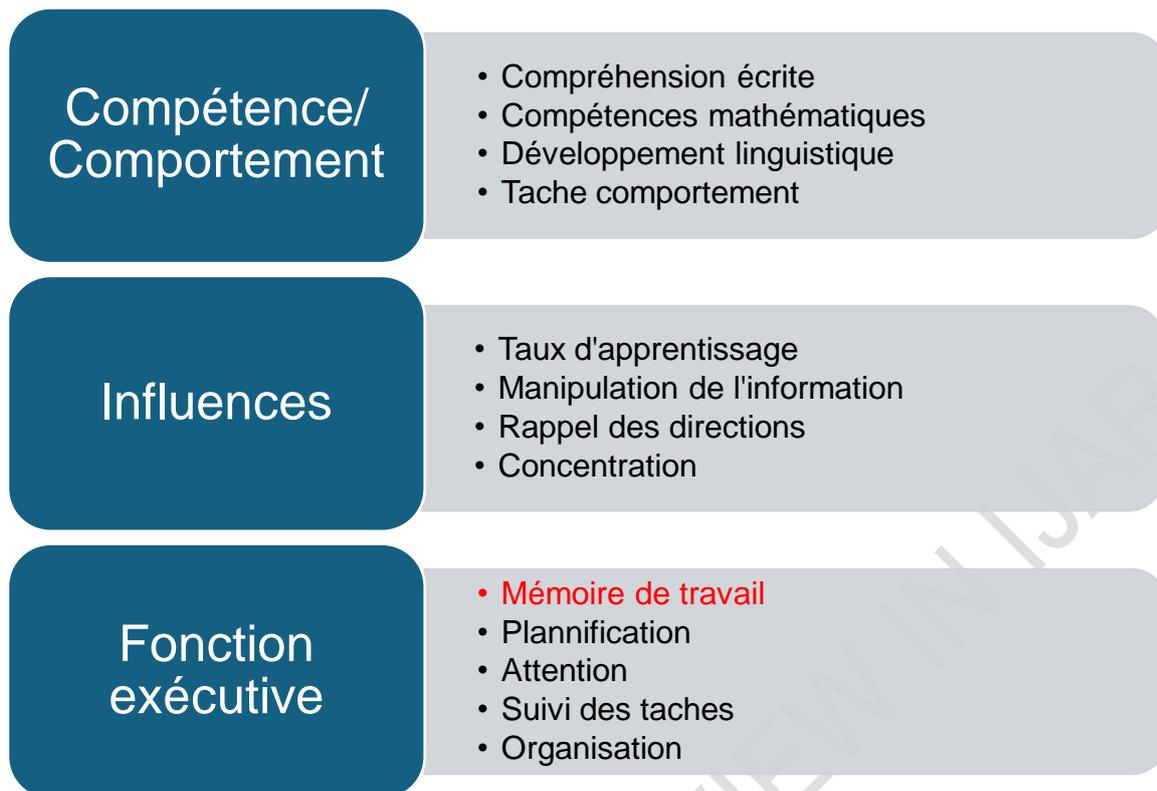
## 24   **Mémoire de Travail :**

25   Quelle est la mémoire du travail ? Comment la définir ? Pourquoi elle est  
26   importante et comment les problèmes de la mémoire de travail impactent les

27 adolescents aux écoles ? Voici quelques questions posées par des chercheurs afin  
28 d'explorer la mémoire de travail.

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

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



50  
51 **Fig.26.1.** Cette figure illustre une conceptualisation possible des diverses fonctions exécutives  
52 et l'influence indirecte de la mémoire de travail sur l'acquisition de la compétence.

53 capacité de mémoire de travail rapide et plus apte à manipuler l'information, se  
54 souvenir des directions, et se concentrer (Dehn, 2008). Autrement dit, il est  
55 important de se souvenir que la mémoire de travail MT sert comme une base  
56 dans n'importe quelle nouvelle information encodée dans la mémoire à long-  
57 terme. Une peut être conceptualisée comme étant un « espace bureau dans  
58 l'esprit ». Quand un manque de capacité suffisante de lecture compréhension,  
59 compétences mathématiques et compétences linguistiques sont difficiles à  
60 développer. En fait, dans une étude intrigante sur l'acquisition de la compétence  
61 des enfants avec le Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité ADHD,  
62 Huang-Pollock et Karalunas (2010) ont trouvé que lorsque le chargement de la  
63 mémoire de travail est faible, ceux avec ADHD sont plus sujets d'erreur et ont  
64 acquis plus lentement que prévu. Encore, quand la charge de la mémoire de  
65 travail est élevée, ceux avec ADHD ont acquis très lentement et échouer à  
66 parvenir « automatiquement ». Autrement dit, ils manquent de maîtrise du

67 matériel comme un peut espérer qu'un enfant mémorise sa table de  
68 multiplication. Ainsi, ils ont moins de succès. Lorsqu'on présente à des enfants  
69 avec ADHD des tâches qui impliquent une charge élevée de mémoire de travail,  
70 il est improbable qu'ils maîtrisent des archives d'une compétence ou d'un  
71 domaine thématique. Tel que ces enfants vont perdre plusieurs opportunités à  
72 développer leurs compétences et peuvent risquer d'être délaissés  
73 académiquement et socialement (Fig.26.1).

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

86 Ce modèle conçoit le central exécutif comme le jeu d'un rôle coordinateur. La  
87 boucle phonologique et le carnet de croquis sont décrits comme coordinateurs de  
88 la performance dans les tâches à domaine spécifique. Le central exécutif gère les  
89 doubles tâches à travers les domaines et change entre les différentes stratégies de  
90 récupération dans un sous-système. Cela donne un rôle critique et éminent du  
91 sous-système central exécutif de la mémoire du travail. En plus, donné ce rôle  
92 essentiel de coordination dans la tâche cruciale d'apprentissage d'encodage de  
93 l'information nouvelle en mémoire à long terme, le central exécutif de la  
94 mémoire de travail sert à pivoter la fonction. Le central exécutif de la mémoire

95 du travail est mesuré par les tâches complexes incluant travée arrière, lecture, et  
96 durée d'écoute. La quatrième composante, le tampon épisodique, ajouté très  
97 récemment à ce modèle, est responsable d'intégrer l'information des sous-  
98 composantes de la mémoire du travail et la mémoire à long terme (Baddeley,  
99 2000).

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

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

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

133 Une recherche étendue connecte la mémoire de travail à la réussite académique  
134 (Alloway, 2009 ; Bull et al., 2008 ; Carretti et al., 2009 ; Daneman &  
135 Merikle, 1996 ; Gathercole & Pickering, 2000 ; Mayes & Calhoun, 2007 ;  
136 Swanson et al. 2008, 2009), La question cruciale est que on peut entrainer la  
137 mémoire de travail. Une approche pour remédier au pauvre travail de la fonction  
138 de la mémoire est de l'entraîner à travers la pratique répétée des taches de la  
139 mémoire de travail. Les études qui ont tenté d'améliorer la mémoire de travail  
140 en utilisant cette méthode dans les 1970 et 1980 ont seulement reporter que  
141 l'entraînement modéré gagne et seulement sous forme de temps réaction rapide,  
142 n'augmentant pas les capacités de la mémoire de travail, et sans preuve qui  
143 gagne lorsque les taches de la mémoire de travail ne sont pas entraînées ou pour  
144 d'autres mesures cognitives ( Kristofferson, 1972 ; Phillips & Nettlebeck, 1984).  
145 D'autres études d'entraînement, tels que ceux conduits par Hulme et Muir  
146 (1985), ont démontrés que le processus d'entraînement est crucial à efficient  
147 dans la mémoire de travail, tel que l'articulation et le taux de répétition,  
148 améliorer l'espace mémoire, bien encore plus légèrement. Plusieurs études ont  
149 notés que la stratégie d'entraînement, qui est la répétition verbale ou  
150 l'articulation répétitive (Comblain, 1994 ; Connors, Rosenquist, Arnett, Moore,

151 & Hume, 2008 ; Turley-Ames & Whitfield, 2003) ou stratégies qui mettent  
152 l'accent sur l'élaboration de stratégies d'encodage (Carretti, Borella & De Beni,  
153 2007 ; Cavallini, Pagnin, & Vecchi, 2002 ; McNamara & Scott, 2001) ont eu des  
154 gagné dans la capacité de la mémoire de travail (Morrison & Chein, 2011).

155 Les approches de la stratégie d'entraînement rationnel ont trouvé que les  
156 enfants qui utilisent la répétition à l'enfance améliorent le rappel de mémoire  
157 (Flavell, Beach & Chinsky, 1966). Autrement dit, les enfants qui n'ont pas  
158 utilisé la répétition ont un désavantage comparé à ceux qui le font. Dont, les  
159 anciens investigateurs se sont concentrés sur l'enseignement des enfants pour  
160 pouvoir faire la répétition effectivement. Des stratégies ont inclus le découpage  
161 (combinant des articles d'une façon signifiante) et faisant une histoire mentale  
162 avec les articles et en utilisant l'imagerie pour rendre les articles plus saillants  
163 (Morrison & Chein, 2011). Comme noté par les critiques Morrison et Chein  
164 (2011), que cela résulte sous forme de gains raccordés dans la mémoire de  
165 travail. Alors, la limite est que la stratégie d'entraînement est un résultat  
166 primaire des gains avec un transfert proche. Le transfert proche parvient lorsque  
167 la nouvelle tâche est similaire à la tâche entraînée. Un exemple plus connu est  
168 l'habileté du coureur à atteindre 80 chiffres de temps de course, comme courir un  
169 mile en 4 minutes et 52 secondes (Ericsson & Chase, 1982). Le sujet peut donc  
170 découper ces temps de course en longs et longs séries de nombres. Cette  
171 approche était hautement réussie avec les nombres, mais seulement avec les  
172 nombres. Ce sujet ne montre pas d'effets sur autres domaines de contenu  
173 (Ericsson & Chase, 1982). Il a testé la portée moyenne sur d'autres champs de la  
174 mémoire de travail.

175 Une approche distincte de l'entraînement de la mémoire de travail,  
176 entraînement de base, a montré plus de promesse sur le regard du loin transfert.  
177 C'est que les améliorations faites avec une approche d'entraînement de base  
178 peuvent se transférer en tâches non entraînées. L'entraînement de base, tel que

179 définis par Morrison et Chein (2011), incluent la limitation d'usage des  
180 stratégies, exigeant l'usage de multiples modalités et maintenance face à  
181 l'interférence de répétition. En plus, la fonctionnalité critique d'adaptation joue  
182 un rôle critique de maintien du chargement élevée de la mémoire de travail. La  
183 notion était que le logiciel de l'ordinateur peut automatiser le défi du  
184 chargement. D'une manière d'accomplir était comme si le sujet continue avec  
185 succès l'essai d'une tâche, le prochain essai sera légèrement très difficile. En  
186 contraste, si le sujet répond incorrectement, le prochain essai sera plus simple  
187 (Morrison & Chein, 2011). La question est sur l'utilisation de la haute demande  
188 des chargements de travail gérés vers des tâches de défis d'adaptation qui  
189 pouvant s'étirer ou améliorer la capacité de mémoire de travail. COGITO  
190 (Schmiedek, Lovden, & Lindengerger, 2010) est un essai de le réaliser, et  
191 Cogmed est un autre (Morrison & Chein, 2011). Morrison et Chein (2011) ont  
192 conçu les deux approches comme entraînement de base de la mémoire de travail.  
193 C'est intéressant étant donné que le rôle du logiciel informatique joue dans  
194 l'automatisation du niveau du défi, un pourrait supposer pouvoir être  
195 équitablement difficile de recréer sans l'aide d'un ordinateur.

## 196 **Pourquoi Cogmed est développé ?**

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

## 204 **Comment Cogmed a été développé et pourquoi il se concentre sur** 205 **la mémoire de travail ?**

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

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

234 Un ouvrage de recherche fondateur, contestablement créant un tremplin pour la  
235 création de Cogmed, menée par Westerberg et al. (2004) et illustré dans le  
236 graphique ci-dessus. Il décrit la mémoire de travail visuo-spatiale des garçons  
237 avec ADHD d'âges entre 7,5 et 15,5 ans. La ligne droite continue indique la  
238 mémoire de travail visuo-spatiale des garçons avec ADHD, alors que la ligne  
239 pointée indique le groupe contrôlé des pairs normaux. Ce graphe suggère qu'ils  
240 ont un petit « espace de bureau » dans leurs esprits pour acquérir des  
241 compétences ; comme s'ils étaient plus jeunes, dire que peut-être 7,5 ou 8 ans.  
242 La ligne orientée, i.e., ligne continue, indique le groupe ADHD, Tandis que la  
243 tendance pointillée indique le groupe control, ou typiquement les garçons  
244 développés. Il ne s'agit pas d'une étude longitudinale, donc le garçon avec  
245 ADHD indique à 7,5 ans est différent de celui suggéré par la tendance à environ  
246 15 ans. Ce qui est notable que 15 ans avec ADHD n'apparaissent pas avoir une  
247 capacité de mémoire de travail visuo-spatiale qui excède celui de 7,5 ans en  
248 contrepartie de beaucoup à savoir pas du tout (Fig.26.2).

249 Au contraire des garçons ADHD, le développement typique montre une  
250 augmentation de taille considérable dans la mémoire visuo-spatiale par l'âge.  
251 Sans intervention ou effort intentionnel, ces garçons « typiquement développés »  
252 montrent une augmentation considérable de la mémoire de travail visuo-spatiale  
253 comparés aux 7,5 ans homologues. En effet, pour les enfants avec  
254 développement normal, la capacité de mémoire de travail grandit avec le temps  
255 sans intervention. Erzine (2011) l'a noté pour les enfants de 3 à 5 ans pendant la  
256 maturation comptabilisée avec le développement de la mémoire de travail non  
257 verbale. Similairement, Gathercole, Pickering, Ambridge, et Wearing (2004) ont  
258 noté que les enfants typiquement développés ont démontré la croissance de la  
259 capacité de mémoire de travail à travers l'enfance vers l'école primaire et  
260 secondaire jusqu'à l'adolescence. Ce n'est pas étonnant que les garçons 15,5 ans  
261 à développement normal sont très distincts dans leur maturité qu'aussi les

262 garçons de 15,5 ans avec ADHD ou garçons de 7,5 ans avec ou sans ADHD. Les  
263 différences sont flagrantes. Un pourrait supposer que le développement réussi  
264 des compétences est également assez marqué. Le graphique suggère que le  
265 développement typique du garçon aux environs de 15,5 ans a 3-4 fois la capacité  
266 de la mémoire de travail visuo-spatiale que celui de 7,5 ans avec ADHD.

## 267 **Description de Cogmed**

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

## 281 **Les études initiales de Cogmed montrent des promesses**

282 Dans les tous premiers essais de Cogmed, qui peuvent être vus comme des  
283 études de faisabilité, l'équipe de Klingberg's a utilisé une forme de programme  
284 d'entraînement qui incluent seulement quatre tâches d'entraînement, chacune  
285 avec 30 essais par jour : un bloc Corsi comme la tâche de mémoire visuo-  
286 spatiale, appelée portée spatiale ; deux tâches verbales de l'échelle de Wechsler  
287 (Wechsler, 2002) ; et un choix de tâche à temps de réaction, cette intensive et  
288 adaptative (entraînement non adaptatif avec un groupe de contrôle plafond)

289 L'entraînement de la mémoire de travail améliore significativement la  
290 performance chez les tâches non entraînées de la mémoire à court terme, le rappel  
291 des chiffres et rappel Corsi, ou portée spatiale, et le test de Raven du non verbal  
292 ou raisonnement fluide, dans un petit nombre d'enfants avec un diagnostic de  
293 ADHD. L'activité motrice est significativement réduite dans le groupe  
294 traitement, et la performance sur la tâche de réponse inhibition est également  
295 significative dans l'entraînement suivant. Il existe des changements non  
296 significatifs dans la performance du groupe contrôle, qui ont complété la version  
297 placebo du programme dans lequel la difficulté des tâches d'entraînement sont  
298 posés un niveau bas durant la période d'entraînement (une portée de deux ou  
299 trois articles pour chaque tâche). Dans une seconde expérience, ils ont utilisé le  
300 même programme d'entraînement adapté avec quatre adultes bien portants. Des  
301 améliorations significatives de la performance sont signalées dans les deux les  
302 tâches entraînées et sur la tâche non entraînée de la mémoire visuospatiale, une  
303 tâche de Stroop, et une tâche de raisonnement non verbal (Klingberg et al, 2002)

304 Klingberg et al. (2005) ont dernièrement étendu leur travail pour évaluer les  
305 effets de l'entraînement dans un large groupe multisite des enfants avec ADHD  
306 dans un essai randomisé contrôlé. Chaque enfant a complété 90 essais de  
307 mémoire de travail par jour (rappelant la position des objets en grille 4\*4 ou  
308 rappel de phénomènes, lettres, ou chiffres) pour 20-25 jours. Comme avant, la  
309 version placebo inclue un ensemble identique de programme de traitement. Les  
310 enfants sont attribués au hasard dans chaque condition, avec 27 complétant le  
311 programme de traitement adaptif et 26 complétant la version placebo. Dans  
312 l'ensemble, le groupe traitement la comparaison est plus significative par rapport à  
313 la mesure non entraînée de la mémoire de travail visuospatiale. Ces effets  
314 persistent 3 mois après l'entraînement. En plus, les effets significatifs du  
315 traitement ont été observés en réponse inhibition, raisonnement complexe, et  
316 mémoire de travail verbale, et des réductions significatives d'inattention et

317 d'hyperactivité/impulsivité de l'entraînement suivant dans les notes du parent.  
318 Cependant, cette étude n'a pas montré une diminution dans l'activité moteur, tel  
319 que mesuré par nombre mouvement de la tête (mesuré par un caméra infrarouge  
320 placé à la tête de l'enfant) durant le test informatisé.

321 Des réductions de notes des problèmes cognitifs ont été aussi rapportés dans  
322 une étude pilote) avec 18 adultes plus d'un an après avoir fumé. Comme avant,  
323 il existait des améliorations dans les tâches la mémoire de travail entraînée et  
324 non entraînée, et également une diminution significative dans l'auto-évaluation  
325 des patients des problèmes cognitifs dans la vie quotidienne (Westerberg et al.,  
326 2007).

327 L'équipe à l'institut de Karolinska ont étendu leur travail sur la mémoire de  
328 travail au développement typique ou aux enfants normaux du préscolaire  
329 (Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009). Dans la  
330 connexion basique entre inhibition et mémoire de travail (voir Engle & Kane,  
331 2004 ; Roberts & Pennington, 1996), le chevauchement des champs d'activité  
332 neuronaux durant les tâches de mémoire de travail et d'inhibition (McNab et al.,  
333 2008) et le transfert des effets du traitement de la tâche de stroop dans leurs  
334 études précédentes, l'équipe a décidé de comparer les effets de l'entraînement de  
335 la mémoire de travail visuospatiale et de l'entraînement de l'inhibition chez les  
336 enfants les plus jeunes.

337 Thorell et al. (2009) ont inclus quatre groupes d'enfants du préscolaire âgés de  
338 4 et 5 ans dans l'étude. Le premier groupe a complété l'entraînement de la  
339 mémoire de travail visuospatiale. Le second groupe a complété l'entraînement  
340 de l'inhibition. Le troisième a complété la version placebo d'entraînement de la  
341 mémoire, comme les études précédentes. Le quatrième groupe a formé un  
342 groupe contrôle passif. Ceux dans les groupes d'entraînement ont complété  
343 l'entraînement adaptif des deux mémoires de travail et inhibition pendant 15  
344 minutes par jour, chaque jour qu'ils sont présents au préscolaire dans une

345 période de 5 semaines. Chaque jour qu'ils ont complété les cinq tâches  
346 possibles, qu'ils ont tourné à travers la période l'entraînement pour maintenir  
347 l'intérêt.

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

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

365 En général, les données de cette étude montrent que la mémoire de travail peut  
366 être entraînée chez les enfants à développement typique si jeunes de 4 ans et,  
367 important, ces fonctions cognitives différentes qui varient si facilement qu'ils  
368 peuvent les modifier par la pratique intensive (Theorell et al., 2009). Pendant la  
369 possibilité d'entraînement de la mémoire de travail et les effets transférés des  
370 tâches non entraînées, entraînement d'inhibition n'a pas transféré les tâches non  
371 entraînées. Les résultats de cette étude ont au point d'être des bénéfices  
372 généralisés de l'entraînement de la mémoire de travail et de la limitation des

373 effets d'entraînement des autres fonctions exécutives tel que l'inhibition. En  
374 revanche, Diamond et Lee ont trouvé que l'entraînement des stratégies  
375 d'inhibition est important chez les jeunes enfants et a des effets de transfert ;  
376 cependant, elle a également noté que l'entraînement de Cogmed peut conduire  
377 vers l'amélioration de la mémoire de travail et du raisonnement à ce groupe  
378 d'âge (Diamond & Lee, 2011).

### 379 **Recherche Cogmed additionnelle**

380 Sur la base du succès de l'entraînement de la mémoire de travail avec les  
381 enfants, Holmes, Gathercole, and Dunning (2009) des évaluations conduites du  
382 programme de cogmed. Joni Holmes, Susan Gathercole, et Darren Dunning sont  
383 au courant de l'importance de la mémoire de travail dans la réussite académique.  
384 Gathercole en particulier a déjà conduit de nombreuses études qui montrent un  
385 lien solide entre la mémoire de travail et la réussite académique (Gathercole,  
386 Alloway, Willis, & Adams, 2006 ; Gathercole, Brown, & Pickering, 2003,  
387 Gathercole, Durling, Evans, Jeffcock, & Stone, 2008, Gathercole & Pickering,  
388 2000). Mais l'équipe est hautement sceptique que la mémoire de travail peut être  
389 entraînée ou approuvée et efforcée pour examiner Cogmed dans une nouvelle  
390 étude.

391 L'étude est faite sur des enfants qui ont déjà enregistrés comme ou en dessous  
392 du 15ème percentile de la mémoire de travail comme partie de dépistage  
393 routinier conduit en Angleterre pour une mémoire de travail basse. Les enfants  
394 étaient assignés au hasard à une condition d'entraînement de forte ou de faible  
395 intensité. La mémoire de travail est évaluée en utilisant deux tests de mémoire  
396 de travail verbale, rappel d'écoute et rappel de chiffres d'évaluation en arrière du  
397 rappel automatisé de la mémoire de travail (AWMA), disponible en Angleterre.  
398 Il évalue la mémoire de travail à court terme (divisée en visuel, spatial, et  
399 verbal) et la mémoire de travail divisée similairement. Dans cette étude,  
400 l'entraînement à « forte intensité » est analogue à ce qu'il a été décrit par

401 « entraînement adaptif. » Tandis que la « faible intensité » était décrite comme  
402 un entraînement de « groupe placebo » dans lequel il y a un faible plafond. La  
403 mémoire de travail est évaluée en utilisant deux tests de mémoire de travail  
404 verbale, rappel audio et addition en arrière. Au long avec les mesures du rappel  
405 automatisé de la mémoire de travail, Les investigateurs avaient utilisé un avant  
406 et après test de ces mesures suivantes : QI (Washi ; Wechsler, 1999), lecture  
407 basique (Word ; Rust, Golombok, & Trickey, 1993), raisonnement mathématique  
408 (WOND ; Wechsler, 1996), et tache d'instructions suivantes, qui étaient fournies  
409 pour opérationnaliser l'attention suspendue en termes de comportement  
410 observable.

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

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

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

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

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

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

450 Holmes et al. Ont recrutés 25 enfants d'âges entre 8 et 11 ans avec un  
451 diagnostic clinique d'ADHD combiné qui one reçu une relaxation de médication  
452 rapide (Ritalin) pour les symptômes ADHD. L'étude est conduite dans une  
453 école, et les enseignants n'ont pas voulu que les enfants arrêtent leur médication  
454 pour 5 à 6 semaines. Donc, initialement, les évaluations initiales étaient  
455 conduites pour arrêter les médications et après pour avoir la certitude sur  
456 l'impact de la médication. Les enfants sont installés à travers le programme

457 d'entraînement et ont testé l'entraînement et après 6 mois après. Tous les enfants  
458 ont complété les évaluations de la mémoire verbale et visuospatiale à cours  
459 terme avant et après l'entraînement et avec ou sans médication (AWMA ;  
460 Alloway, 2009). Le paradigme d'entraînement consiste à 20-25 session du  
461 programme d'entraînement adapté développé par Cogmed. Les enfants entraînés  
462 en deux ou dix tâches chaque jour, complétant 115 essais par session. Deux  
463 interventions avaient un impact significatif sur la mémoire de travail des enfants,  
464 mais de différents motifs de changement sont associés avec chaque approche.

465 Lorsque la médication conduit à l'amélioration sélective de la mémoire de  
466 travail visuospatiale, l'entraînement conduits vers des améliorations dans tous  
467 les aspects de la mémoire du travail. De façon cruciale, trois gains ont été  
468 maintenus 6 mois après l'arrêt de l'entraînement. Le Quotient Intellectuel QI des  
469 enfants n'est pas affecté par l'intervention, Wechsler. L'impact de la médication  
470 des aspects non verbaux de la mémoire de travail reflète seulement très souvent  
471 l'influence la prédominante de la médication en hémisphère droit des structures  
472 du cerveau qui sont associés à la mémoire de travail visuospatiale (e.g., Bedard  
473 et al., 2007). L'impact généralisé de l'entraînement de la mémoire de travail  
474 dans ce groupe peut avoir des bénéfices très pratiques pour l'apprentissage des  
475 enfants avec ADHD. Mais la médication aide à contrôler les symptômes  
476 adverses de ce trouble, en donnant des ressources de mémoire de travail  
477 approuvées à travers l'entraînement de la mémoire de travail dans ce groupe  
478 (Holmes, Gathercole, Place, et al., 2010). L'étude a aussi montré un effet additif  
479 dans lequel la médication améliore la mémoire de travail visuospatiale, mais  
480 Cogmed a ajouté significativement plus de gains. Ces découvertes suggèrent  
481 que, notablement, Cogmed peut entraîner avec ou sans médication. Ces résultats  
482 sont également importants à la lumière de 6- et 8- ans suivis de traitement multi  
483 modèle de résultats de ADHD. Dans cette étude, les groupes ADHD,  
484 Indépendamment de s'ils ont reçus la médication, le traitement comportemental,

485 ou la combinaison des deux, significativement améliorée depuis leurs scores de  
486 base mais étaient significativement mauvais qu'un échantillon de communauté  
487 dans la vaste majorité des mesures (Molina et al., 2009). En réalité, les auteurs  
488 de cette étude ont voulu cibler des interventions innovantes pour ADHD. La  
489 découverte par Holmes, Gathercole, Place, et al. (2010) suggère que la  
490 possibilité qu'une combinaison de médication avec Cogmed Peut s'approuver  
491 effective en apportant le fonctionnement du groupe ADHD plus près que le  
492 groupe contrôle.

### 493 **Quel est l'impact potentiel de Cogmed ?**

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

### 497 **La mémoire de travail visuospatiale**

498 La première cible de Cogmed est la mémoire de travail et, très spécifiquement,  
499 la mémoire de travail visuospatiale. Investigateurs du groupe de Karolinska ont  
500 trouvé une amélioration significative sur la mémoire de travail visuospatiale  
501 après avoir complété Cogmed d'âges du préscolaire aux adultes dans leurs 60 à  
502 70 ans (Bellander et al., 2011 ; Bergman-Nutley et al. (2011) ; Brehmer et al.,  
503 2009, Brehmer et al., 2011, Brehmer, Westerberg, & Backman, 2012 ; Dahlin,  
504 2010 ; Klingberg et al., 2002 ; Klingberg et al., 2005 ; McNab et al., 2009 ;  
505 Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004 ; Soderqvist, Bergam, Ottersen, Grill, &  
506 Klingberg, 2012 ; Thorell et al., 2009 ; Westerberg et al., 2007). Similairement,  
507 un nombre d'investigateurs indépendants ont trouvé que Cogmed améliore  
508 significativement la mémoire de travail visuospatiale (Beck, Hanson,  
509 Puffenberger, Benninger, & Benninger, 2010 ; Gibson et al., 2011 ; Holmes et  
510 al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010 ; Johansson & Tormaln, 2012 ;  
511 Kronenberger, Pisoni, Henning, Colson, & Hazzard, 2011 ; Lundqvist,

512 Grundstrom, Samuelsson, & Ronnberg, 2010 ; Mezzacappa & Buckner, 2010 ;  
513 Roughan & Hadwin, 2011). Ces résultats ont été trouvé pour s'étendre à 6 mois  
514 (Dahlin, 2010 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010).

### 515 **Mémoire de travail verbale**

516 La mémoire de travail verbale est la seconde cible proéminente de Cogmed, et  
517 plusieurs d'inverstigateurs de l'institut de Karolinska ont trouvé des  
518 améliorations significatives dans ce champ (Bellander et al., 2011 ; Berhmer et  
519 al., 2009, 2011 ; Dahlin, 2010 ; Klingberg et al., 2005 ; McNab et al., 2009 ;  
520 Olesen et al., 2004 ; Thorell et al., 2009 ; Westerberg & Klingberg, 2007).  
521 Similairement, un nombre d'investigateurs indépendants ont trouvé que Cogmed  
522 améliore significativement la mémoire de travail verbale (Green et al., 2012 ;  
523 Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, & Dunning, 2010 ; Kronenberger et  
524 al., 2011 ; Lundqvist et al., 2010 ; Mezzacappa & Buckner, 2010 ; Roughan &  
525 Hadwin, 2011). Ces résultats sont découverts pour s'étendre à 6 mois (Dahlin,  
526 2010 ; Holmes et al., 2009, Holmes, Gathercole, Place, et al., 2010 ; Lohaugen  
527 et al. 2011).

### 528 **Mesures directes de l'attention**

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

538 Test de séries d'addition auditive rythmées (PASAT) était un résultat de mesure  
539 qui fonde l'attention auditive chez les adultes. Il a été découvert pour être  
540 significativement approuvé dans deux études de Cogmed avec des jeunes adultes  
541 sains (Brhmer et al., 2009) et après avec des adultes âgés (ages 69-70) (Brehmer  
542 et al., 2011). Le Test de séries d'addition auditive rythmées demande des sujets  
543 à ajouter des nombres consécutifs comme ils sont présentés dans une bande  
544 auditive et répond oralement avec une somme convenable. Theroll et al.  
545 (2009) dans une étude de développement typique du préscolaire des  
546 améliorations significatives ont été trouvés dans un test de performance continue.  
547 Kronenberger et al. (2011) des études de répétition de la phrase avec des enfants  
548 sourds avec des implants cochléaires. La répétition de la phrase est une variable  
549 critique de l'apprentissage pour cette population et une qui demande une  
550 attention auditive. Krongberger et al., ont trouvés que ces sujets sont améliorés  
551 dans les deux en conclusion de Cogmed et ont montré une bonne amélioration  
552 en 6 mois. Similairement, avec des adultes d'un âge moyen de 47,5, Johansson  
553 et Toenmaln (2012) ont trouvés une réduction d'échecs cognitifs. Les échecs  
554 cognitifs incluent des choses comme avoir à relire le texte parce qu'une  
555 personne a oublié ce que il/elle ont juste lus ou une personne trouve que il/elle a  
556 oublié pourquoi il/elle est parti d'une chambre d'une maison à l'autre. Une peut  
557 les considérer comme échecs d'attention dans la vie quotidienne. Finalement,  
558 dans l'analyse la plus structurée de l'attention observable, Green et al. (2012)  
559 ont trouvés que parmi un groupe d'enfants d'âge entre 7 à 10 diagnostiqués avec  
560 ADHD après avoir complété Cogmed qu'ils ont significativement réduit le  
561 comportement hors-tache (Green et al., 2012). Les mesures utilisées étaient le  
562 paramètre de tache académique réduite, qui inclue des observations faites  
563 chaque 30s de tels comportements comme regarder loin du papier, de la chaise et  
564 jouer avec l'objet. Ces retrouvailles soutiennent la conclusion que l'amélioration  
565 du fonctionnement s'étend sur les mesures directes variés du comportement

566 indiquant une attention améliorée qui dure jusqu'à 6 mois (Holmes et al., 2009 ;  
567 Johansson & Tornmaln, 2012 ; Kronenberger et al., 2011).

### 568 **Notes réduites de l'inattention et symptômes d'ADHD**

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

### 575 **La réussite académique et l'apprentissage**

576 Cogmed est une intervention qui vise premièrement la mémoire de travail et  
577 possiblement deuxièmement vise l'attention, pendant que la réussite académique  
578 et l'apprentissage sont sans doute trois cibles. Pour résumer l'espace bureau  
579 dans l'analogie de l'esprit, cette intervention a augmenté l'espace bureau, mais  
580 est ce que l'élève a travaillé sur quelque chose nouvelle sur ce bureau remanié ?  
581 Une peut argumenter que les enfants sont à l'école et ne peut pas être suffisant ?  
582 Possiblement, mais un s'attendrait que ça soit peu probable. C'est parce que ces  
583 élèves ont raté des semaines, mois, et, dans plusieurs cas des années de  
584 compétence et savoir présent, information qui peut être hors de leur portée.  
585 Donc la question critique est si la remédiation d'adresser le non-développement  
586 arriéré des compétences et le manque du savoir mis en œuvre ? Si aucun  
587 nouveau matériel n'est présenté dans un domaine particulier (e.g.,  
588 mathématiques, lecture) ni aucune nouvelle compétence n'a été enseigné (E.g.,  
589 compétences sociales, gestion d'anxiété), après cela va paraître non raisonnable  
590 d'attendre que des gains se font dans un tel champ. C'est particulièrement  
591 évident avec des enfants plus grands qui peuvent avoir manqué des années  
592 d'opportunités pour le développement de la compétence et du savoir. Alors c'est

593 l'espérance de ces auteurs pour que les gains se produisent dans tels champs,  
594 Construction de compétence, enseignement, ou entraînement dans des champs  
595 désirés auraient à suivre Cogmed. Depuis l'espace bureau dans l'esprit a été  
596 démontré, un va pouvoir espérer que les sujets vont maintenant apprendre un tel  
597 contenu ou compétences. Néanmoins, certaines compétences sont trouvées pour  
598 être développés après Cogmed.

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

617 Y'a-t-il de Nouvelles Preuves ?

618 Pour dater il y a eu 34 études de recherches publiées dans Cogmed. Pendant que  
619 plusieurs études étaient par Torkel Klingberg et son équipe de recherche à  
620 l'institut de Karolinska, depuis ce temps un nombre d'équipes indépendantes de

621 recherche ont exploré l'application de Cogmed avec une variété de populations  
622 cliniques. Très récemment, un nombre d'études ont incorporés Cogmed dans  
623 leur design. Gray et al. (2012) ont exploré la relation entre les effets du  
624 programme d'entraînement informatisé de la mémoire du travail sur la mémoire  
625 de travail, attention, et académiques chez les adolescents avec déficience  
626 d'apprentissage et ADHD comorbide. Sodeqvist et al. (2012) ont exploré  
627 l'utilisation de l'entraînement informatisé du raisonnement non verbal et de la  
628 mémoire de travail chez les enfants avec déficience intellectuelle et a été discuté  
629 les effets sur le système dopaminergique.

630 Possiblement la nouvelle investigation la plus convaincante en relation avec  
631 Cogmed et la réussite académique est une étude récemment publiée en Mai 2012  
632 par Holmes et Gathercole. Le second essai de cette étude inclue 50 enfants (25  
633 âgés de 5ans et 25 âgés de 6ans) les 9-11ans qui ont été identifiés sur la base  
634 d'avoir une performance académique basse dans une école en Angleterre. Ces  
635 enfants sont comparés avec 50 qui ne sont pas entraînés, mais ceux qui ont  
636 effectué faiblement les examens nationaux. C'est intéressant, les élèves d'âgés  
637 de 5ans sont entraînés comme une classe entière dans un groupe de 25 élèves  
638 dans un laboratoire informatique supervisés par un professeur principal et un  
639 assistant de la classe à la fin de la journée. La taille de ces groupes  
640 d'entraînement et le fait que les enseignants ont supervisé l'entraînement en  
641 école ce qui a rendu cette étude distincte à travers la recherche Cogmed. Les  
642 élèves de 6ans qui ont complété le score de Cogmed significativement haut dans  
643 les tests standardisés d'Anglais et de Maths indiquant le plus grand progrès à  
644 l'école à travers l'année académique. Les enfants de 5ans ont fait un progrès  
645 significatif en math. Les résultats de cette étude sont à travers la provocation en  
646 trois niveaux. Le premier, les élèves qui ont été sélectionnés sans se baser sur la  
647 mémoire de travail ou le déficit d'attention, mais sur la réussite académique.  
648 Deuxièmement, ils ont montré des améliorations significantes en réussite

649 académique à travers l'année scolaire lorsque les élèves ont complété Cogmed.  
650 Et finalement, Cogmed a été administré par les enseignants avec l'entraînement  
651 de la classe entière en même temps ou la classe divisée en moitié et entraînant  
652 deux groupes séparés. Les résultats ont montré une haute conformité et un bon  
653 progrès dans les activités entraînées ainsi qu'une amélioration dans les raches de  
654 transfert loin. Ces données suggèrent une méthode possible de comment  
655 Cogmed peut être délivré en écoles en identifiant les élèves avec une faible  
656 réussite académique et en utilisant un modèle de classe entière administré par les  
657 enseignants. Dans ce temps, il y a plus de 60 études en développement en  
658 explorant la cause de Cogmed avec une variété de divers groupes cliniques à  
659 différents âges. Veuillez vous référer au site pour plus de détails :  
660 <http://www.cogmed.com/research>.

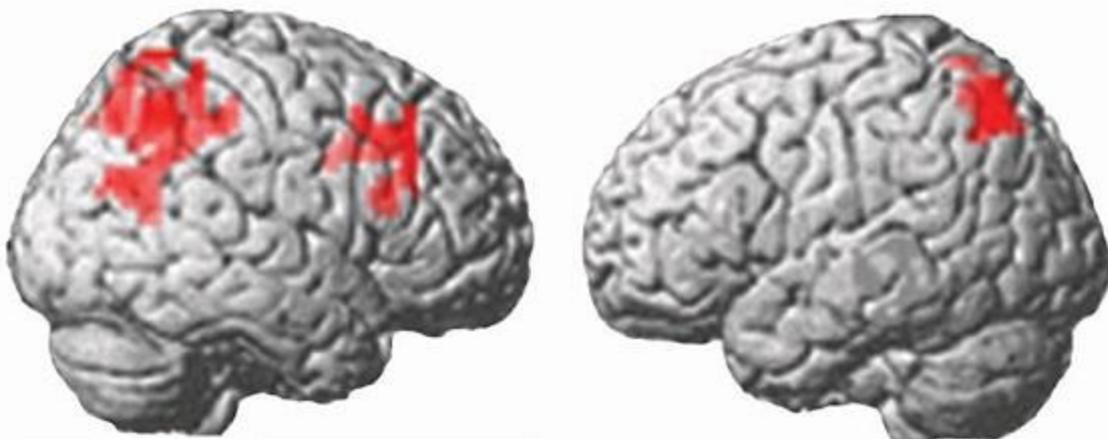
### 661 **Y'a-t-il une preuve de l'élasticité du cerveau ?**

662 Y'a-t-il une preuve de changements dans la plasticité du cerveau suivant  
663 l'entraînement de la mémoire du travail ? C'est une question particulièrement  
664 importante parce qu'elle essaye d'évaluer si les changements internes  
665 accompagnent les changements des comportements externes notés ci-dessus.  
666 C'est possible que l'entraînement intensif informatisé inclue des changements à  
667 long terme dans la plasticité des régions du cerveau qui servent la mémoire de  
668 travail. Cela peut aussi être le cas si certains changements sont courts dans le  
669 temps. Deux études de neuroimagerie, une par Olesen et al. Et l'autre par  
670 Westerberg et Klingberg (2007), ont montré une activation augmentée dans le  
671 cortex pariétal et préfrontal suivant la mémoire de travail. Dans leur première  
672 étude, ils ont rapporté une augmentation dans l'activité du cerveau dans les deux  
673 régions chez trois sujets qui ont suivi l'entraînement des tâches verbales et  
674 visuospatiale de la mémoire de travail. Dans une seconde étude, huit adultes  
675 étaient scannés cinq fois durant l'entraînement sur trois tâches de mémoire de  
676 travail visuospatiale pendant une période de 5 semaines. Une autre fois, des

677 augmentations dans l'activité neuronale sont observés dans les régions  
678 préfrontales et pariétales (Fig.26.3).

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

691 Dans l'ensemble, l'équipe de Klingberg a montré que l'entraînement induit des  
692 changements dans deux régions du cerveau, les cortex pariétal et préfrontal, qui  
693 sont associés à la mémoire de travail. L'activation préfrontale est positivement  
694 corrélée avec la capacité de mémoire de travail des enfants (Klingberg et al.,  
695 2002 ;



696

697

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

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

## 709 **Conclusion**

710 Ce chapitre a discuté le sujet du travail de la mémoire et décrit une intervention  
711 pour améliorer la mémoire de travail. Le fondement scientifique de Cogmed,  
712 une intervention empirique, la recherche actuelle et son effectivité, et les  
713 implications pour la réussite académique a été incluse. Les changements dans  
714 l'élasticité du cerveau qui peuvent être suivi par l'entraînement Cogmed de la  
715 mémoire de travail sont notés. Cogmed a montré des résultats dans le transfert  
716 près pour les taches de la mémoire de travail verbale et visuospatiale améliorées  
717 non entraînée et un transfert loin pour l'attention améliorée et quelques champs  
718 d'apprentissage. Cependant, un nombre d'études donné a ainsi inclus  
719 l'investigation des changements académiques après Cogmed, la prudence est  
720 suggérée dans l'interprétation de ces résultats. C'est l'opinion des présents  
721 auteurs ont préparé un élève pour apprendre en améliorant la capacité de la  
722 mémoire de travail et l'attention soutenue. Cependant, dans le cas des enfants  
723 avec ADHD, l'histoire attendue d'un manque de compétence et de  
724 développement du savoir dans les deux champs académique et social dans la  
725 construction de la compétence et les interventions d'acquisition doivent suivre

726 Cogmed pour assurer le développement désiré. C'est spécifiquement vrai avec  
 727 les grands enfants, donné à la probabilité de pénurie des compétences existantes.  
 728 Encore, jusqu'à présent, peu de champs d'apprentissage spécifique et/ou réussite  
 729 académique ont été articulés pour fournir des indices sur le futur impact possible  
 730 de cet entraînement. Ces données soutiennent la discussion du concept posé de  
 731 l'impact futur de cet entraînement. Ces données soutiennent et discutent le  
 732 concept posé de l'attention exécutive comme chevauchement entre la mémoire  
 733 de travail et l'attention. Ces résultats de plus de 60 études sortantes sont prévues  
 734 clarifier si Cogmed seul peut booster la réussite académique ou si Cogmed peut  
 735 être réalisé effectivement pour la préparation d'autres interventions  
 736 académiques. L'étude la plus récente par Holmes & Gathercole (2013) suggère  
 737 un modèle possible pour Cogmed dans les écoles ce qui peut clarifier le  
 738 problème par identifiant les élèves basés sur la faible réussite académique et la  
 739 livraison de Cogmed par les enseignants dans une forme de classe entière. En  
 740 effet, cela peut être le cas avec des populations avec différents problèmes  
 741 présentés Cogmed peut jouer des rôles distincts.

742

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			
Kronenberg 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	Planche de	41	25	30	26	74	65

	Ed 9-12 ans	portée						
Holmes et al. (2009)	Faible MT 10 ans	Score compo site	22	20	17	15	89	
Roughan et Hadwin (2011)	Difficultés sociales émotionnelle s et comporteme ntales 13 ans	Score compo site (planc he de portée & étendu de chiffre s)	7	8	24	29	2,2 9	
Lohaugen et al. (2011)	Pré terme Très faible poids de naissance 14-15 ans	Planch e de portée (arrière )	16	11	37	26		
Lohaugen et al. (2011)	Typique 14- 15 ans	Planch e de portée (arrière )	19		20	16		
<i>Résumé enfant</i>	----		235	150	29	18	87	73
Brehmer	Typique 20-	Planch	29	26	27	28	1,7	1,3

et al. (2012)	30 ans	e de portée (arrière )					2	6
Brehmer et al. (2012)	Typique 60-70 ans	Planch e de portée (arrière )	26	19	24	29	1,3 2	1,6 5
McNab et al. (2009)	Typique 20-28 ans	Planch e de portée (arrière )	13		22			
Lundqvist et al. (2010)	20-65 ans	Planch e de portée (arrière )	21		21	29		
Westerberg et al (2007)	34-65 ans	Planch e de portée	9	9	19		83	
Brehmer et al. (2011)	Typique (aging) 60-70 ans	Planch e de portée (arrière )	12	11	16		1,0 3	
<i>Résultat</i>			110	65	21	28	1,2	1,5

<i>adulte</i>							3	1
---------------	--	--	--	--	--	--	---	---

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

749 [www.Cogmed.com](http://www.Cogmed.com)

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

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

760

761 **Références :**

762 Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children  
763 with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25 (2), 92–98.

764 Baddeley, A. D. (1996). The concept of working memory. In S. E. Gathercole (Ed.), *Models*  
765 *of short-term memory* (pp. 1–27). Hove: Psychology Press.

766 Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory *Trends*  
767 *in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417–423.

768 Baddeley, A. D., Emslie, H., Kolodny, J., & Duncan, J. (1998). Random generation and the  
769 executive control of working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A:  
770 Human Experimental Psychology*, 51A (4), 819–852.

771 Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The  
772 psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–87). London: Academic Press.

773 Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., & Benninger, W. B. (2010).  
774 A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD.  
775 *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39 (6), 825–836.

776 Bedard, A.-C., Jain, U., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2007). Effects of methylphenidate  
777 on working memory components: Influence of measurement. *Journal of Child Psychology  
778 and Psychiatry*, 48 (9), 872–880.

779 Bellander, M., Brehmer, Y., Westerberg, H., Karlsson, S., Further, D., Bergman, O., et al.  
780 (2011). Preliminary evidence that allelic variation in the LmX1A gene influences training-  
781 related working memory improvement. *Neuropsychologia*, 49 (7), 1938–1942.

782 Bergman-Nutley, S., Soderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., & Klingberg, T.  
783 (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A  
784 controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14 (3), 591–601.

785 Brehmer, Y., Rieckmann, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H., & Backman, L.  
786 (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *NeuroImage*,  
787 58 (4), 1110–1120.

788 Brehmer, Y., Westerberg, H., & Backman, L. (2012). Working-memory training in younger  
789 and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*,  
790 6 (63).

791 Brehmer, Y., Westerberg, H., Bellander, M., Furth, D., Karlsson, S., & Backman, L. (2009).  
792 Working memory plasticity modulated by dopamine transporter genotype. *Neuroscience  
793 Letters*, 467 (2), 117–120.

794 Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and  
795 executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement  
796 at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 205–228.

797 Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in  
798 explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A  
799 meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19 (2), 245–251.

800 Carretti, B., Borella, E., & De Beni, R. (2007). Does strategic memory training improve the  
801 working memory performance of younger and older adults? *Experimental Psychology*, 54 (4),  
802 311–320.

803 Cavallini, E., Pagnin, A., & Vecchi, T. (2002). The rehabilitation of memory in old age:  
804 Effects of mnemonics and metacognition in strategic training. *Clinical Gerontologist: The*  
805 *Journal of Aging and Mental Health*, 26 (1–2), 125–141.

806 Comblain, A. (1994). Working memory in Down's syndrome: Training the rehearsal strategy.  
807 *Down Syndrome: Research and Practice*, 2 (3), 123–126.

808 Conners, F. A., Rosenquist, C. J., Arnett, L., Moore, M. S., & Hume, L. E. (2008). Improving  
809 memory span in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52  
810 (3), 244–255.

811 Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. New York: Psychology Press.

812 Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during  
813 working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7 (9), 415–423.

814 Dahlin, K. (2010). Effects of working memory training on reading in children and with  
815 special needs. *Reading and Writing*, 24 (4), 479–491.

816 Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A  
817 meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3 (4), 422–433.

818 Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*.  
819 John Hoboken, NJ: Wiley.

820 Dehn, M. J. (2010). *Long-term memory problems in children and adolescents: Assessment,*  
821 *intervention and effective instruction*. Hoboken, NJ: Wiley.

822 Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in  
823 children 4 to 12 years old. *Science*, 333 (6045), 959–964.

- 824 Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a  
825 two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and*  
826 *motivation* (pp. 145–199). New York: Elsevier Science.
- 827 Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working  
828 memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence  
829 and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake, A. & P. Shah (Eds.), *Models of working*  
830 *memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102–134). New York:  
831 Cambridge University Press.
- 832 Ericsson, K. A., & Chase, W. G. (1982). Exceptional memory. *American Scientist*, 70 (6),  
833 607–615.
- 834 Erzine, G. A. (2011). Effects of language on the development of executive functions in  
835 preschool children. Department of Counseling and Psychological Services at Digital Archive  
836 at GSU. Paper No. 41. Doctoral dissertation, Georgia State University, Atlanta, GA.
- 837 Flavell, J. H., Beach, D. R., & Chinsky, J. M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in a  
838 memory task as a function of age. *Child Development*, 37 (2), 283–299.
- 839 Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. (2006). Working memory in  
840 children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93 (3), 265–281.
- 841 Gathercole, S., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school  
842 entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational and*  
843 *Child Psychology*, 20 (3), 109–122.
- 844 Gathercole, S. E., Durling, E., Evans, M., Jeffcock, S., & Stone, S. (2008). Working memory  
845 abilities and children's performance in laboratory analogues of classroom activities. *Applied*  
846 *Cognitive Psychology*, 22 (8), 1019–1037.
- 847 Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low  
848 achievement in the national curriculum at 7 year of age. *British Journal of Educational*  
849 *Psychology*, 70, 177–194.
- 850 Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of  
851 working memory from 4 to 15 years of Age. *Developmental Psychology*, 40 (2), 177–190.
- 852 Gibson, B. S., Gondoli, D. M., Johnson, A. C., Steeger, C. M., Dobizenski, B. A., &  
853 Morrissey, R. A. (2011). Component analysis of verbal versus spatial working memory

854 training in adolescents with ADHD: A randomized, controlled trial. *Child Neuropsychology*,  
855 17 (6), 546–563.

856 Goldman-Rakic, P. S. (1988). Topography of cognition: Parallel distribution networks in  
857 Primate Association Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 11 (1), 137–156.

858 Gray, S. A., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., et al. (2012).  
859 Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention  
860 and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: A randomized controlled  
861 trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53 (12), 1277–1284.

862 Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Losif, A. M., Dixon, J. F., Miller, M. R., et al. (2012).  
863 Will working memory training generalize to improve off-task behavior in children with  
864 attention deficit/hyperactivity disorder? *Neurotherapeutics*, 9 (3), 639–48.

865 Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained  
866 enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12 (4), F9–F15.

867 Holmes, J., Gathercole, S., & Dunning, D. (2010). Poor working memory: Impact and  
868 interventions. In J. Holmes (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 39, pp.  
869 1–43). Academic Press: London.

870 Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2010).  
871 Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working  
872 memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24 (6), 827–836.

873 Huang-Pollock, C. L., & Karalunas, S. L. (2010). Working memory demands impair skill  
874 acquisition in children with ADHD. *Journal of Abnormal Psychology*, 119 (1), 174–185.

875 Hulme, C., & Muir, C. (1985). Developmental changes in speech rate and memory span: A  
876 causal relationship *British Journal of Developmental Psychology*, 3 (2), 175–181.

877 Johansson, B., & Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired  
878 brain injury: Effects in daily life. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19 (2), 176–  
879 183.

880 Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual  
881 differences in working memory. *Psychological Review*, 99 (1), 122–149.

882 Kane, M. J., Conway, A. R., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working  
883 memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. Conway, C. Jarrold,  
884 M. J. Kane, A. T. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 21–46).  
885 New York: Oxford University Press.

886 Kane, M. J., Engle, R. W. (2000). Working memory capacity, task set, and stroop interference  
887 in speed and accuracy. *Abstracts of the Psychonomic Society: 41st Annual Meeting*.

888 Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al.  
889 (2005). Computerised training of working memory in children with ADHD—a randomised,  
890 controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44 (2),  
891 177–186.

892 Klingberg, T., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and  
893 parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during  
894 childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (1), 1–10.

895 Kristofferson, M. W. (1972). Effects of practice on character- classification performance.  
896 *Canadian Journal of Psychology*, 26 (1), 54–60.

897 Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., Henning, S. C., Colson, B. G., & Hazzard, L. M. (2011).  
898 Working memory training for children with cochlear implants: A pilot study. *Journal of*  
899 *Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 54 (4), 1182–1196.

900 Kwon, H., Reiss, A. L., & Menon, V. (2002). Neural basis of protracted developmental  
901 changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,  
902 99 (20):13336–13341. Retrieved November 7, 2012, from  
903 <http://www.pnas.org/content/99/20/13336.full.pdf>

904 Løhaugen, G. C., Antonsen, I., Håberg, A., Gramstad, A., Vik, T., Brubakk, A. M., et al.  
905 (2011). Computerized working memory training improves function in adolescents born at  
906 extremely low birth weight. *The Journal of Pediatrics*, 158 (4), 555–561.

907 Lundqvist, A., Grundstrom, K., Samuelsson, K., & Ronnberg, J. (2010). Computerized  
908 training of working memory in a group of patients suffering from acquired brain injury. *Brain*  
909 *Injury*, 24 (10), 1173–1183.

910 Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of  
911 working memory impairments in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal*  
912 *of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44 (4), 377–384.

913 Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Wechsler Intelligence Scale for Children-Third and -  
914 Fourth Edition predictors of academic achievement in children with attention-  
915 deficit/hyperactivity disorder. *School Psychology Quarterly*, 22 (2), 234–249.

916 McNab, F., Leroux, G., Strand, F., Thorell, L., Bergman, S., & Klingberg, T. (2008). Common  
917 and unique components of inhibition and working memory: An fMRI, within-subjects  
918 investigation. *Neuropsychologia*, 46 (11), 2668–2682.

919 McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H., et al. (2009).  
920 Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training.  
921 *NeuroImage*, 47, S77–S77.

922 McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory*  
923 *& Cognition*, 29 (1), 10–17.

924 Mezzacappa, E., & Buckner, J. C. (2010). Working memory training for children with  
925 attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School Mental Health*, 2 (4),  
926 202–208.

927 Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active*  
928 *maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press.

929 Molina, B. S., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Arnold, E. L., Vitiello, B., Jensen, P. S., et al.  
930 (2009). The MTA at 8 years: Prospective follow-up of children treated for combined-type  
931 ADHD in a multisite study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent*  
932 *Psychiatry*, 48 (5), 484–500.

933 Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work The promise  
934 and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin &*  
935 *Review*, 18 (1), 46–60.

936 Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity  
937 after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7 (1), 75–79.

938 Phillips, C. J., & Nettlebeck, T. (1984). Effects of practice on recognition memory of mildly  
939 mentally retarded adults. *American Journal of Mental Deficiency*, 88 (6), 678–687.

- 940 Ralph, K. J. (2012). COGMED research claims & evidence, Version 1.3. Retrieved from  
941 [www.cogmed.com/research](http://www.cogmed.com/research).
- 942 Roberts, R. J., & Pennington, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal  
943 cognitive processes. *Developmental Neuropsychology*, 12 (1), 105–126.
- 944 Roughan, L., & Hadwin, J. A. (2011). The impact of working memory training in young  
945 people with social, emotional and behavioral difficulties. *Learning and Individual*  
946 *Differences*, 21 (6), 759–764.
- 947 Rust, J., Golombok, S., & Trickey, G. (1993). WORD, Wechsler objective reading dimensions  
948 manual. London: Psychological Corporation.
- 949 Schmiedek, F., Lovden, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training  
950 enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Frontiers in*  
951 *Aging Neuroscience*, 2, pii, 27.
- 952 Séguin, J. R., Nagin, D., Assaad, J., & Tremblay, R. E. (2004). Cognitive-neuropsychological  
953 function in chronic physical aggression and hyperactivity. *Journal of Abnormal Psychology*,  
954 113 (4), 603–613.
- 955 Soderqvist, S., Bergman, N. S., Ottersen, J., Grill, K. M., & Klingberg, T. (2012).  
956 Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with  
957 intellectual disability. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6 , 271.
- 958 Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and  
959 mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties.  
960 *Journal of Educational Psychology*, 100 (2), 343–379.
- 961 Swanson, H. L., Zheng, X., & Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory, and  
962 reading disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Journal of Learning*  
963 *Disabilities*, 42 (3), 260–287.
- 964 Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009).  
965 Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental*  
966 *Science*, 12 (1), 106–113.
- 967 Turley-Ames, K. J., & Whitfield, M. M. (2003). Strategy training and working memory task  
968 performance. *Journal of Memory and Language*, 49 (4), 446–468.

- 969 Wechsler, D. (1996). Wechsler objective number dimensions: WOND. New York:  
970 Psychological Corporation.
- 971 Wechsler, D. (1999). The Wechsler abbreviated scale of intelligence: WASI. San Antonio, TX:  
972 Psychological Corporation/Harcourt Brace.
- 973 Wechsler, D. (2002). The Wechsler preschool and primary scale of intelligence (3rd ed.). San  
974 Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- 975 Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forssberg, H., & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working  
976 memory span: A sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child*  
977 *Neuropsychology*, 10 (3), 155–161.
- 978 Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Ostensson, M. L., Bartfai, A., et  
979 al. (2007). Computerized working memory training after stroke—A pilot study. *Brain Injury*,  
980 21 (1), 21–29.
- 981 Westerberg, H., & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working  
982 memory—A single- subject analysis. *Physiology & Behavior*, 92 (1–2), 186–192.
- 983 Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity  
984 of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic  
985 review. *Biological Psychiatry*, 57 (11), 1336–1346.