

## Effect of training with the Cogmed program on working memory in children with ADHD

DOI: 10.57642/AJOPSY-12

**Lalla Charafa Alaoui Belghiti**

lallacharafa.alaouibelghiti@usmba.ac.ma  
Department of Psychology, Faculty of Letters and Human Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fes, Morocco

Received: 02/02/2023

Accepted: 25/05/2023

Published: 30/06/2023

**Mohammed El-Mir**

mohammed.elmir1@usmba.ac.ma

### Abstract

Attention deficit with or without hyperactivity disorder (ADHD) is most often associated with a deficit in working memory. New interventions targeting WM have thus been developed, including the Cogmed, a new WM training program. However, the effects of this program are controversial, which explains our choice to study the effects of this program on the three components of WM, namely the phonological loop, the visuospatial notebook and the central administrator. To this end, 37 participants with ADHD aged 5 to 15 were subjected to WM training through the Cogmed program for a period of 25 to 30 sessions. In order to evaluate the span of the three components of their WM in pre- and post-training, we used the direct digit span task, the Corsi block-tapping test, and reverse and modified digit span tasks. The results obtained by these tests, were analyzed by the SPSS tool, revealed significant differences at a threshold of (0.05) and a large effect size of this training program on the different components of WM. Then, these results show that the Cogmed program is to be recommended as a complementary approach to medication for the target population.

**Keywords:** Attention deficit with or without hyperactivity disorder (ADHD); working memory (WM); phonological loop; visuospatial sketchpad; central executive; WM training.

## Effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur la mémoire de travail chez les enfants atteints du TDA/H

**Lalla Charafa Alaoui Belghiti**

lallacharafa.alaouibelghiti@usmba.ac.ma  
Département de Psychologie, Faculté des lettres et des sciences humaines Dhar El Mehraz. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fes, Maroc

Reçu: 02/02/2023

Accepté: 25/05/2023

Publié: 30/06/2023

**Mohammed El-Mir**

mohammed.elmir1@usmba.ac.ma

### Résumé

Le déficit de mémoire de travail est le plus souvent associé au trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H). Ainsi, de nouvelles interventions ciblant la MDT ont été développées, dont Cogmed, un nouveau programme d'entraînement. Or, les effets de ce programme demeurent controversés. D'où le choix d'étudier l'effet du Cogmed sur les trois composantes de la MDT, à savoir la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central. À cet effet, 37 participants présentant un TDA/H, âgés de 5 à 15ans, ont été soumis à un entraînement de la MDT par le biais de Cogmed pour une durée de 25 à 30 séances. Afin d'évaluer l'empan des trois composantes de MDT en pré et en post-entraînement, on a utilisé la tâche d'empan de chiffres direct, le test des blocs de Corsi et les tâches d'empan de chiffres envers et modifié. Les résultats obtenus ont révélé des différences significatives au seuil de (0,05) et ont dévoilé une grande taille d'effet de ce programme. Compte tenu de ses constats, on peut recommander le programme Cogmed comme approche complémentaire à la médication auprès de la population atteinte du TDA/H.

**Mots-clés:** trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H); mémoire de travail (MDT); boucle phonologique; calepin visuo-spatiale; entraînement de la MDT.

## Introduction

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) est un trouble neurodéveloppemental caractérisé par des comportements d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité ne correspondant pas au stade développemental de l'enfant (American Psychiatric Association [APA], 2012). Le DSM-V propose trois formes possibles du TDA/H: à prédominance inattentive, à prédominance hyperactive impulsive ou mixte. En outre, ce trouble représente une condition chronique et invalidante qui interfère de façon significative avec le fonctionnement académique/professionnel, social et/ou familial (APA, 2012). À long terme, ce trouble est lié à des répercussions négatives sur le fonctionnement cognitif, émotionnel, social, familial et académique/professionnel, affectant ainsi considérablement la qualité de vie, le bien-être et l'estime de soi des individus qui en sont atteints (Wehmeier et al., 2010).

Compte tenu de ces conséquences sévères, il s'avère fondamental de mettre en place des stratégies d'intervention efficaces dès l'enfance comme l'entraînement cognitif (Biederman et al., 2012). À cet effet, de plus en plus d'efforts sont investis dans le champ de l'entraînement cognitif afin de cibler spécifiquement les déficits neuropsychologiques sous-jacents au TDA/H, comme notamment celui de la mémoire de travail (Barkley, 1997), à l'instar du programme Cogmed conçu pour l'entraînement de cette fonction via la répétition d'exercices à l'ordinateur (Klingberg, 2010). Les travaux de Klingberg et ses collègues (2002, 2005) ont démontré l'efficacité d'un entraînement spécifique de la MDT par le programme Cogmed, auprès d'enfants présentant un TDA/H, en enregistrant une amélioration significative de cette fonction.

En se basant sur ces résultats, on s'est interrogé sur l'efficacité de la mise en place d'un entraînement par le programme Cogmed, auprès d'une population marocaine d'enfants TDA/H. Ce programme va-t-il conduire à l'amélioration de leur MDT, qui est visée directement par ce programme ? Pour ce faire, on a choisi d'examiner l'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur les trois composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974). Plusieurs études ont trouvé des corrélations significatives entre la mémoire de travail et la lecture (El-Mir, 2017, 2018, 2020, 2022; Naciri & El-Mir, 2019, Bouayad & El-Mir, 2022); ainsi qu'avec le rendement scolaire (El-Mir, 2019). Il s'est avéré aussi que la MDT se détériore dans les troubles mentaux tels que le trouble du spectre de l'autisme (Guennach & El-Mir, 2019), et la dépression (Dahbi & El-Mir, 2020). Il s'est révélé aussi que l'entraînement de la MDT a des répercussions très positives sur les patients atteints du trouble du spectre de l'autisme (Sedjari & El-Mir, 2021), et sur les schizophrènes (El-Haddadi & El-Mir, 2022).

Et comme, d'après la littérature à laquelle on a eu accès, très peu de travaux ont été consacrés à ce même champ de recherche, ceci dévoile l'intérêt de notre étude, en la proposition d'un entraînement cognitif qui s'inscrit dans le cadre de ces nouvelles études susceptibles d'apporter la réponse quant à l'intérêt d'investir du temps et de l'argent dans un entraînement de la MDT tel que celui réalisé par le biais du programme Cogmed.

## Méthodologie

### 1. Hypothèses de recherche

Afin de répondre à la problématique formulée ci-dessous, on va émettre les sept hypothèses suivantes:

- Il y a une différence significative entre les mesures pré et post-entraînement de **la boucle phonologique** des enfants atteints du TDA/H.
- Il y a une différence significative entre les mesures pré et post-entraînement du **calepin visuo-spacial** des enfants atteints du TDA/H.

- Il y a une différence significative entre les mesures pré et post-entraînement de **l'administrateur central** des enfants atteints du TDA/H.
- Il y a une différence significative entre les résultats de l'index de performance du programme Cogmed et ce programme a une grande taille d'effet sur ces résultats.
- Il y a une grande taille d'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur les trois composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974).

## 2. Outils de l'étude

Afin de vérifier les hypothèses émises ci-haut et recueillir les données nécessaires à l'étude, quatre tests ont été utilisés pour évaluer **les trois composantes de la mémoire de travail** selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974), dont deux sont fournis par le professeur Mohammed El-Mir (2021) et les deux autres par le professeur Benaissa Zarhbouch (2013) qui les a adaptés à l'arabe dialectal marocain.

### 2.1. Tests de la mémoire de travail selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974)

**2.1.1. Test de blocs de Corsi (the Corsi block-tapping test).** Les cubes sont placés de façon désordonnée, la face chiffrée en face de l'examineur de sorte que le sujet ne puisse pas voir les chiffres attribués. Ce test peut évaluer l'empan de deux façons différentes, en rappel normal ou inversé. Le premier cas rend compte du fonctionnement du calepin visuo-spatial et le second de l'administrateur central (Corsi, 1972). Dans notre recherche, on l'a utilisé juste en rappel normal puisqu'on a prévu d'utiliser deux tests évaluant la performance de l'administrateur central.

**2.1.2. Tâche d'empan de chiffres direct (forward digit span).** On a utilisé cette tâche pour mesurer l'empan de la boucle phonologique des participants par la présentation orale de 8 séries de chiffres, à partir de 2 chiffres jusqu'à 9 chiffres au rythme d'un item par seconde.

**2.1.3. Tâche d'empan de chiffres envers (backward digit span).** Cette fois-ci, on demande au participant de répéter la séquence entendue dans l'ordre inverse, c'est-à-dire en commençant par la fin. L'empan envers est le nombre de chiffres de la plus longue suite répétée sans faute. Cette tâche permet d'évaluer le maintien à court terme et le traitement de l'information verbale et donc de mesurer la capacité du traitement de l'administrateur central.

**2.1.4. Tâche d'empan de chiffres modifié (modified digit span).** Cette tâche sert aussi à évaluer l'administrateur central. Elle est constituée de séries de lettres se terminant par un chiffre, allant de 2 à 8 séries, et chaque item doit être présenté en une seconde. Le participant doit récupérer uniquement les chiffres dans l'ordre de leur présentation et inhiber les lettres. On l'a utilisé en plus de la tâche **d'empan de chiffres envers** puisqu'elle permet d'évaluer la fonction de gestion des ressources attentionnelles de l'administrateur central et donc va apporter une meilleure évaluation de ce dernier surtout avec des participants TDA/H qui souffrent principalement de déficience attentionnelle (APA, 2012).

### 2.2. Programme Cogmed

Le programme Cogmed possède la spécificité d'offrir un entraînement axé directement sur la MDT en visant l'amélioration de cette fonction via la répétition d'exercices à l'ordinateur (Klingberg, 2010). Il a été développé selon le modèle de la MDT à trois composantes de Baddeley et Hitch (1974) et comprend 11 ou 7 exercices selon le type de remédiation, sollicitant le calepin visuospatial, la boucle phonologique et l'administrateur central. Ces exercices sont répétés pendant 25, 35 ou 50 minutes par session, cinq fois par semaine, durant cinq à treize semaines consécutives, soit au total 25 ou 30 séances. Le programme est conçu pour offrir une rétroaction verbale immédiate au participant afin de lui signaler ses réussites et ses erreurs et d'encourager ses efforts. Le programme offre au participant une description visible de ses résultats à l'écran, lui permettant ainsi de suivre son avancement au fur et à

mesure des séances d'entraînement, lui offrant à chaque séance des tâches qui varient au fur et à mesure des sessions sans intervention du professionnel. Le niveau de difficulté des exercices, qui correspond au nombre d'éléments à rappeler ou à traiter, est ajusté automatiquement aux capacités maximales du patient pour l'obliger à fournir un effort cognitif conduisant à augmenter la capacité de sa MDT.

Deux versions sont proposées en fonction du niveau du sujet:

- La remédiation "standard" incluant tous les exercices;
- La remédiation "allégée" proposant des exercices n'impliquant pas de chiffres, de lettres ou de séquençages complexes.

Chacune de ces deux versions comprend deux environnements : un environnement "ludique" incluant un jeu récompense qui est un jeu de construction, et un environnement "neutre" où les exercices sont présentés dans un décor plus classique.

On a utilisé les deux versions de remédiation proposées par le programme (standard et allégée) pour créer les comptes utilisateurs à partir de l'interface de remédiation, qui nous ont permis de s'adapter au niveau de capacité de chaque participant. Pour la première version, on a choisi la durée de réalisation de la séance de remédiation de 35 min (entre 25, 35 et 50 min), à une fréquence de 5 fois par semaine (choix entre 3, 4 et 5), pendant un total de 6 semaines, comptabilisé automatiquement par le programme pour terminer les 30 blocs propres à cette version. Mais pour la deuxième version, la durée du bloc est de 15 min, donnée comme unique choix, à une fréquence de 5 fois par semaine qu'on a choisie entre trois choix également (3, 5 et 8) pendant un total de 5 semaine paramétré par le programme afin d'achever les 25 séances prédéterminées pour cette version.

Ainsi, la version du programme standard a nécessité une remédiation d'une durée de 6 semaines et de 5 semaines pour la version allégée.

### **3. Participants à l'étude**

Afin d'obtenir des données qui peuvent être généralisées à l'ensemble de la population étudiée, l'échantillon est supposé être choisi de façon à bien représenter la population. Pour atteindre cet objectif, on a procédé au choix des participants par une méthode d'échantillonnage aléatoire simple (EAS).

#### **3.1. Descriptif de l'échantillon**

L'échantillon de cette étude se compose de 37 échantillons, dont trois n'ont pas pu compléter les dernières séances de remédiation. Vu l'absence d'une association regroupant les patients atteints du TDA/H, dans la région Fès-Meknès, les contacts des enfants TDA/H de l'échantillon proviennent de la base de données d'une neuropsychologue, un pédopsychiatre, une orthophoniste et un psychomotricien. Les participants sont issus de différentes villes du Maroc, 31 sont de Fès, 2 de Meknès, 2 d'Ifrane, 1 de Taounate et 1 participant de Berkane.

#### **3.2. Critères d'inclusion et d'exclusion de l'échantillon**

Comme il s'agit d'une étude d'entraînement par un programme informatique des sujets atteints du TDA/H, le choix des participants a été orienté par un nombre de critères imposé par le guide d'utilisation du programme et la nature du trouble, tel que présenté dans le tableau suivant:

**Tableau 1.**

*Récapitulatif des critères d'inclusion et d'exclusion de l'échantillon de l'étude.*

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'âge de 5,7 à 15 ans</li> <li>- Disposer d'un outil informatique et d'une connexion Internet pour avoir accès au programme Cogmed.</li> <li>- Les enfants TDA/H qu'ils soient sous des psychostimulants ou non (durée de traitement de 2mois minimum).</li> <li>- Même les TDA/H qui ne maîtrisent pas les lettres et les chiffres sont inclus, à condition d'avoir des connaissances basiques en langue française.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des doutes concernant le diagnostic du TDA/H malgré les bilans présentés.</li> <li>- La comorbidité avec d'autres troubles neurodéveloppementaux ou psychotiques.</li> <li>- Une profonde sévérité du trouble qui empêche un minimum d'interactivité avec le programme d'entraînement</li> </ul>

### 3.3. Caractéristiques des participants

On va présenter dans ce paragraphe, un tableau illustrant la répartition de l'échantillon par rapport au nombre, à l'âge, au sexe, au niveau scolaire, à la prise des médicaments et au type de version de remédiation Cogmed choisi.

**Tableau 2.**

*Caractéristiques sociales et cliniques de l'échantillon de l'étude.*

Participant			Sexe			Âge		Prise de Psycho-stimulants			Version du programme utilisée		
Début /Fin	Nb	%	Type	Nb	%	Âge	Nb	Oui / Non	Nb	%	Type	Nb	%
Début	37	100%	Masculin	30	88 %	5,7	1	Oui	4	12%	Standard	25	74%
						6	1						
						7	5						
						8	6						
						9	7						
Fin	34	92%	Féminin	4	12%	10	2	Non	30	88%	Allégée	9	26%
						11	7						
						12	2						
Attrition	3	8%	Féminin	4	12%	13	1	Non	30	88%	Allégée	9	26%
						14	1						
						15	1						
- Nb final: 34 participants - L'attrition: 8%			Rapport: 4F / 30 M		Âge moyen: 9,5 ans		Rapport: 4 traités / 30 sans traitement			Rapport: 9 Allégée / 25 Standard			

- Les psychostimulants (la Ritaline ou le Concerta) ont été prescrits par leur pédopsychiatre pour atténuer la sévérité des symptômes.

- Le TDA/H est plus fréquent chez les sujets masculins que féminins en population générale. On retrouve dans les anciennes statistiques du DSM-IV-TR (APA, 2008) qu'il y a environ 4 garçons pour une fille et même jusqu'à 9 garçons pour une fille. Ces ratios expliquent la raison pour laquelle on a trouvé uniquement 4 filles atteintes du TDA/H dans un échantillon de 34.

- Le choix de la version du programme utilisée (allégée ou standard) a été orienté par, d'une part, le niveau des participants aux prétests qui ont précédé l'entraînement et, d'autre part, par la complexité des exercices des deux versions et l'âge des participants.

#### 4. Protocole expérimental

Cette étude vise à étudier un seul groupe de participants atteints du TDA/H (un seul échantillon), auquel on a administré les quatre tests d'évaluation de la MDT. L'administration de ces tests a été effectuée en deux étapes, avant le début de l'entraînement par le programme Cogmed et une deuxième fois à la fin de la remédiation. L'objet de cette démarche expérimentale consiste donc à collecter les résultats des tests de pré et post-remédiation afin de les présenter, de les analyser et de les comparer par les outils statistiques appropriés et vérifier ainsi les hypothèses avancées préalablement.

#### 5. Protocole statistique: Procédures et analyse des résultats

Les données issues des tests de la MDT, relatives au pré et post-remédiation, sont recueillies dans la fiche de chaque participant. Ces résultats sont ensuite saisis sous fichier Excel puis traités par le logiciel SPSS 26 de (IBM) afin de faciliter l'application des méthodes statistiques. Puis, on a eu recours aux méthodes descriptives (moyenne, variance, écart type...) et aux méthodes inférentielles (tests de comparaison).

Comme la taille de l'échantillon "N" dépasse 30 participants, on a dû appliquer, parmi les méthodes statistiques inférentielles, les tests paramétriques qui requièrent des échantillons de taille importante (> 30 participants).

Etant donné qu'il s'agit, dans la présente recherche, d'un seul groupe expérimental dont l'étude repose sur la comparaison entre les résultats obtenus par les participants aux tests de pré-remédiation avec ceux de la post-remédiation, le traitement statistique se fait comme dans le cas des échantillons dépendants. En effet, il faut choisir entre les tests paramétriques disponibles, le "**Test t de Student pour échantillons appariés**". Etant donné qu'il s'agit d'un test paramétrique, son application requiert au préalable un test de normalité afin de vérifier que les données du pré et post-entraînement suivent bien la loi de normalité (la loi normale de Gauss).

Le seuil de signification statistique est fixé à 0,05.

A ce stade, on va passer au calcul de la valeur "t" du "**Test t de Student pour échantillons appariés**" pour vérifier s'il y a une différence statistique entre les résultats au seuil de signification statistique fixé à 0,05.

On va commencer d'abord par décrire les propriétés de l'échantillon en calculant les moyennes et les écarts types des deux résultats dans SPSS. Mais ce calcul ne va pas se faire directement mais plutôt implicitement à travers le calcul du "t" dont le résultat du test dans SPSS donne un tableau qui calcule également tous les éléments de la statistique descriptive. Mais il est à préciser que la valeur "t" ne mesure que la taille de la différence par rapport à la variabilité des données d'échantillon. En d'autres termes, "t" est simplement la différence calculée et présentée en unité d'erreur standard. Donc cette valeur signale juste la présence d'une différence et non sa direction. C'est pourquoi on a aussi calculé la taille de l'effet.

Le calcul de **la taille de l'effet** va permettre de renseigner sur l'efficacité du programme d'entraînement Cogmed. Autrement dit, le calcul de l'effet va non seulement décrire l'efficacité mais aussi la quantifier. Comme il s'agit d'un seul groupe avec des mesures d'avant et d'après la remédiation, la taille d'effet est mesurée par le calcul de la valeur de "**d**" de Cohen.

## Présentation et analyse des résultats

### 1. Différences statistiques des résultats des prétests et posttests de la MDT

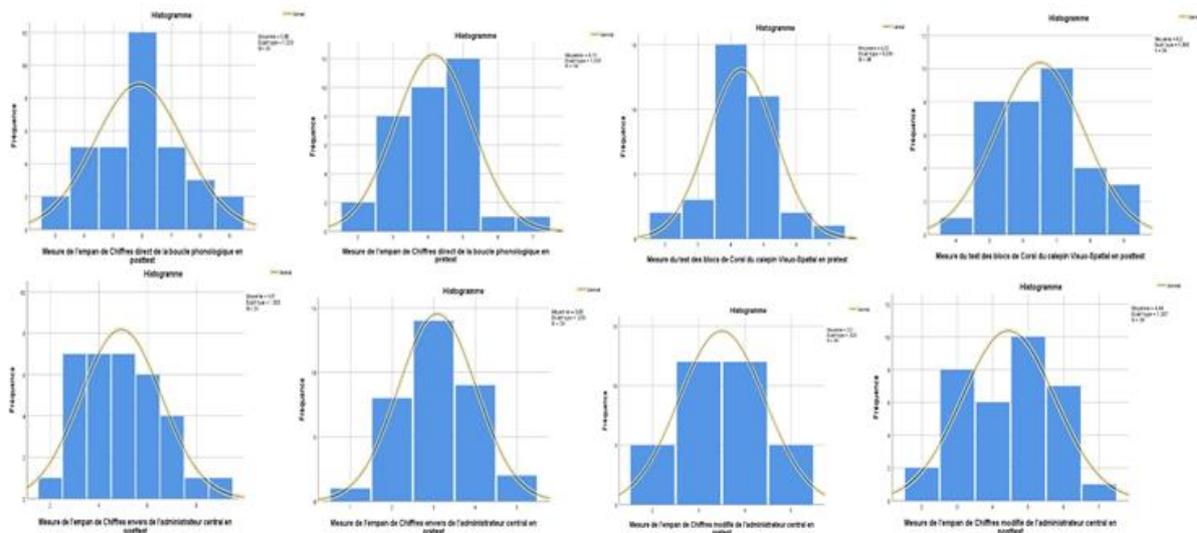
#### 1.2. Calcul des différences statistiques entre les mesures prétests et posttests

On a débuté par décrire les propriétés statistiques des résultats pré et post-entraînement des tests évaluant les trois composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974) et ce en calculant la moyenne, l'écart-type et la variance des mesures des tests obtenues en pré-remédiation ainsi que celles obtenues en post-remédiation de la composante phonologique, visuo-spatiale ainsi que celle de l'administrateur central. Ensuite, on est passé à l'analyse inférentielle de ces mesures par l'application du test "t" de Student pour échantillons appariés.

Avant de passer à l'application de ce test, on a d'abord vérifié que ces mesures relatives à chaque composante de la MDT suivent bien la "loi normale" par l'application du test de normalité pour chaque paire de résultats (avant et après la remédiation) comme il est indiqué dans la figure ci-dessous:

**Figure 1.**

*Courbes de normalité des mesures des trois composantes de la MDT en posttest et prétest, tirées de IBM SPSS Statistique (Version 26).*



Ainsi, la normalité de la distribution de ces mesures étant vérifiée, ce résultat a permis de passer à l'application du test "t" de Student pour échantillons appariés à l'ensemble ces mesures. En appliquant ce test, on obtient le tableau ci-dessous, qui expose la valeur de  $t$  du test et  $p$ , le seuil de signification de la différence des mesures des tests en pré et post-entraînement des différentes composantes de la MDT.

**Tableau 3.**

*Valeurs du test "t" de Student pour échantillons appariés appliqué aux mesures obtenues par les différentes composantes de la MDT en pré et post-entraînement.*

Test	Paire mesures	Moyenne	Ecart type	t	ddl	Sig. (bilatéral)	Signification
Empan de chiffres direct	Paire de mesures de l'empan de chiffres direct en post et pré-entraînement	1,735	1,053	9,606	34	0,000	<b>Significative</b>

Blocs de Corsi	Paire de mesures des blocs de Corsi en post et pré-entraînement	2,176	0,968	13,106	34	0,000	<b>Significative</b>
Empan de chiffres envers	Paire de mesures de l'empan de chiffres envers en post et pré-entraînement	1,824	1,086	9,788	34	0,000	<b>Significative</b>
Empan de chiffres modifié	Paire des mesures de l'empan de chiffres modifié en post et pré-entraînement	0,941	0,649	8,461	34	0,000	<b>Significative</b>

Ainsi, on a abouti à l'existence de différences statistiques très significatives entre les mesures des quatre tests administrés pour l'évaluation des trois composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974), en pré et post-entraînement.

Mais comme l'objectif de cette étude est d'examiner l'efficacité de l'entraînement par le programme Cogmed, il semble très pertinent de ne pas s'arrêter à ce stade, où on a constaté la présence de l'effet, et de quantifier cet effet afin d'en apprécier la taille d'entraînement sur les différentes composantes de la MDT.

A cet effet, on va passer au calcul de la taille d'effet.

### ***1.2. Calcul de la taille d'effet de l'entraînement sur les composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974)***

Ainsi, afin d'apprécier la pertinence des différences statistiques qui sont significatives, on va calculer la taille d'effet de l'entraînement de la MDT par le programme Cogmed sur les trois composantes de la MDT, à savoir la boucle phonologique évaluée par la tâche de l'empan de chiffres direct, le calepin visuo-spatial évalué par le test des blocs de Corsi et l'administrateur central évalué doublement par deux tâches, une de l'empan de chiffres envers et l'autre de l'empan de chiffres modifié.

Pour évaluer la taille d'effet d'un entraînement ou d'une intervention, différentes mesures sont utilisées suivant qu'il s'agisse de groupes dépendants ou indépendants.

Etant donné que la présente étude examine l'effet de l'entraînement sur un seul échantillon dont on a évalué les trois composantes de la MDT avant et après l'entraînement, on a utilisé "d" de Cohen (Cohen, 1998) pour mesurer la force de l'entraînement et en déterminer la taille.

Avant de passer à la mesure de "d" de Cohen, on va d'abord en préciser l'intervalle qui permet de sélectionner le type de taille d'effet correspondant dans le tableau suivant:

#### **Tableau 4.**

*Intervalle de la taille d'effet "d" de Cohen (1998).*

<b>Intervalle de la taille d'effet "d" de Cohen</b>		
Petite taille d'effet	Taille moyenne d'effet	Grande taille d'effet
0,2<d<0.5	0,5<d<0.8	d>0.8

Maintenant, on va présenter ci-dessous un tableau récapitulatif des différentes valeurs de "d" de Cohen relatives à chaque paire de mesures de chaque test utilisé pour l'évaluation de chaque composante de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974). Ce tableau renseigne aussi sur la taille d'effet déduite à partir de l'intervalle de la valeur de "d" de Cohen.

**Tableau 5.**

Valeurs de "d" de Cohen et nature de la taille d'effet de l'entraînement Cogmed sur les trois composantes de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974).

Mesures des tests de MDT	"d" de Cohen	Taille d'effet
Mesures de l'empan de chiffres direct de la boucle phonologique en pré et en posttest	1,647	Grande
Mesures du test des blocs de Corsi du calepin visuo-spatial en pré et posttest	2,247	Grande
Mesures de l'empan de chiffres envers de l'AC en pré et posttest	1,678	Grande
Mesure de l'empan de chiffres modifié de l'AC en pré et posttest	1,451	Grande

On constate, suivant les valeurs obtenues de "d" de Cohen, dans le tableau ci-dessus, calculées pour les quatre tests des trois composantes de la MDT, qu'elles sont très supérieures à (0,8). Donc, il est clairement démontré que chacune de ces valeurs indique une grande taille d'effet de l'entraînement sur la composante de la MDT correspondante.

À ce stade, nous pouvons déduire qu'il y a effectivement un effet de l'entraînement sur les différentes composantes de la MDT et que cet effet a une grande taille (Cohen, 1998).

## 2. Différences statistiques entre les mesures de l'index initial et final des rapports Cogmed

Après avoir constaté l'intérêt des mesures calculées par le programme Cogmed et qui sont illustrées dans le rapport de fin de remédiation de chaque participant, on est passé à la comparaison des performances du participant enregistrées au début et à la fin de la remédiation. Ces performances sont représentées par l'index de performance du début et de la fin d'entraînement. Ces mesures de performance sont calculées, selon le programme Cogmed, en corrélation avec la capacité de mémoire de travail et l'attention du participant. Pour comparer l'index de performance final à l'index de performance initial, on a procédé à l'étude de la différence statistique de l'index initial et de l'index final. Comme dans le cas des précédentes mesures, on a commencé par vérifier la normalité de la distribution des mesures de l'empan de chiffres modifié en pré et posttests. Ce résultat de normalité a permis de passer à l'application du test "t" de Student pour échantillons appariés à ces deux mesures.

Ainsi, en appliquant ce test, on obtient le tableau ci-dessous qui expose la valeur t du test "t" de Student pour échantillons appariés et  $p$ , le seuil de signification de la différence des mesures pré et posttests de l'index de performance du programme Cogmed.

**Tableau 6.**

Test "t" de Student pour échantillons appariés des mesures de l'index de performance en début et à la fin de l'entraînement.

Mesure	Paire mesures	Moyenne	Ecart type	t	d/dl	Sig. (bilatéral)	Signification
Index de performance du programme Cogmed	Mesures de l'index de la performance de fin et de l'index du début de l'entraînement	22,588	9,339	14,103	34	0,000	Significative

D'après ce tableau, on note une valeur du test t de Student pour échantillons appariés de ( $t=14,103$ ), avec un niveau de signification de ( $p=0,05$ ), ce qui révèle l'existence d'une différence statistique très significative entre les mesures de l'index de performance initial et final calculés par le programme d'entraînement successivement pendant la première et la dernière séance de l'entraînement chez les sujets TDA/H, puisque la plus-value  $p$  a une valeur de 0 et donc inférieure à 0,05 ( $p < 0,05$ ).

De même que dans le paragraphe précédent, on va passer à quantifier l'effet de l'entraînement sur la performance des sujets par le calcul de « d » de Cohen des mesures de performance dans le tableau suivant.

**Tableau 7.**

*Calcul de "d" de Cohen et nature de la taille d'effet de l'entraînement Cogmed sur l'index de performance des participants à la remédiation.*

	"d" de Cohen	Taille d'effet
Index de performance de Cogmed du début et de la fin de l'entraînement	2,418	Grande

On constate d'après ce tableau que la valeur de "d" de Cohen est très supérieure à (0,8). Ce résultat indique une grande taille d'effet de l'entraînement sur la performance de la MDT du participant. On peut ainsi déduire qu'il y a effectivement un effet de l'entraînement sur la performance de la MDT et que cet effet a une grande taille (Cohen, 1998).

Après avoir terminé l'étape relative à la présentation et l'analyse statistique des mesures pré et post-entraînement des trois composantes de la MDT des 34 participants qui sont parvenus à compléter la durée de l'entraînement, nous allons passer à la partie discussion.

## Discussion

La discussion est scindée en deux parties. La première est dédiée à la comparaison des résultats analysés avec les hypothèses de la présente étude. Pour ce faire, on va examiner dans quelle mesure les conclusions de l'analyse statistique des résultats pré et post-entraînement ont permis de les vérifier ou de les réfuter. Ensuite, on va aborder la discussion de ces résultats en les confrontant à ceux des recherches antérieures. Cette discussion va permettre de constater si les résultats obtenus dans cette étude concordent avec ceux obtenus dans les autres recherches ou s'il y a plutôt une divergence. Puis, on va mener une réflexion sur les éventuels apports de cette étude pour en définitive proposer des perspectives pouvant contribuer à une meilleure exploitation de ces résultats dans les études à venir.

### 1. Discussion des résultats analysés à la lumière des hypothèses de l'étude

L'analyse des résultats obtenus a conduit à des conclusions relatives à chacune des trois composantes de la MDT, qu'on va aborder une à une pour examiner dans quelle mesure ces résultats confirment ou réfutent les hypothèses de la présente étude.

Le premier constat des analyses des résultats concerne l'empan de la boucle phonologique des enfants TDA/H. En effet, l'analyse statistique a révélé qu'il existe une différence significative avec un seuil de 0,05 entre les mesures pré et post-entraînement de la tâche d'empan direct. Comme la tâche d'empan de chiffres direct est utilisée pour évaluer l'empan de la boucle phonologique avant et après l'entraînement par le programme Cogmed, il y a une différence significative des mesures pré et post-entraînement de la boucle phonologique. Ce résultat confirme parfaitement **la première hypothèse** relative à l'amélioration de l'empan de la boucle phonologique des enfants TDA/H après l'entraînement. Par conséquent, la première hypothèse est vérifiée.

Concernant l'analyse statistique des mesures du test des blocs de Corsi, il a été démontré que la différence des mesures pré et post-entraînement de ce test est significative avec un seuil de (0,05). Comme le test des blocs de Corsi évalue l'empan du calepin visuo-spatial, ce résultat concorde avec la deuxième hypothèse en faveur de la présence d'une différence significative des mesures du calepin des sujets TDA/H après l'entraînement. Ainsi, **la**

**deuxième hypothèse** qui affirme que l'entraînement par le programme Cogmed augmente l'empan du calepin visuo-spatial des enfants TDA/H est aussi validée.

Au sujet des mesures des tâches de chiffres envers et modifié, l'analyse statistique des différences statistiques de ces mesures a révélé que ces différences sont significatives au seuil (0,05). Etant donné que ces tâches évaluent l'administrateur central, il ressort que ces résultats statistiques viennent confirmer **la troisième hypothèse** de l'étude, qui est en faveur de l'amélioration de la performance de l'administrateur central des enfants TDA/H après l'entraînement par le programme Cogmed.

Comme il a été indiqué précédemment, le rapport de suivi de l'entraînement de Cogmed fournit deux mesures relatives à un index de progression initial, calculé sur la base des performances du participant durant les deux premières séances, et à un index maximal calculé sur la base de ses meilleures performances. Compte tenu de l'intérêt de cet index dans la mesure de la performance de la MDT, puisqu'il est calculé en corrélation avec la capacité de mémoire de travail et de l'attention selon ce qui est indiqué dans le rapport de Cogmed, ceci nous a conduit à mener également une analyse statistique de ces deux mesures pour chaque participant. Cette analyse a abouti à une différence significative au seuil (0,05) entre ces mesures. Ce résultat vient à la fois confirmer **la quatrième hypothèse** de l'étude et consolider les hypothèses précédentes, en démontrant à nouveau que l'entraînement par le programme Cogmed améliore la capacité de la MDT des sujets TDA/H.

Pour estimer la taille réelle de l'effet de cet entraînement sur les différentes composantes de la MDT, on est passé au calcul de la taille d'effet des mesures pré et post-entraînement de chaque composante de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974). L'analyse de ces calculs vient valider **la cinquième hypothèse** émise. Ce résultat soutient la présence d'une grande taille d'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur les trois composantes de la MDT. On a également démontré que ce programme a une grande taille d'effet sur les mesures de l'index de performance, un résultat qui vient encore appuyer l'ensemble des hypothèses de l'étude qu'on vient d'évoquer.

À présent, on va entamer la discussion des résultats obtenus à partir des tests expérimentaux à la lumière des résultats des principales études antérieures similaires à notre étude.

## 2. Comparaison des résultats obtenus avec ceux des recherches antérieures

À titre de rappel, l'analyse statistique a dévoilé des différences significatives des mesures pré et post-entraînement obtenues lors de l'évaluation de chaque composante de la MDT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974). Ce caractère significatif a permis de valider les hypothèses formulées concernant l'amélioration de la capacité de la boucle phonologique, du calepin visuo-spatial et de la performance de l'administrateur central chez les enfants TDA/H après qu'ils ont bénéficié d'un entraînement de la MDT par le biais du programme Cogmed. A présent, on va passer à l'étape de comparaison avec les résultats des recherches antérieures.

Au sujet de l'amélioration de la MDT dans le TDA/H, après l'entraînement par le programme Cogmed, ce résultat est soutenu par les recherches de Klingberg et ses collègues (2002, 2005) qui sont les premiers auteurs à avoir démontré l'efficacité du programme Cogmed auprès d'enfants présentant un TDA/H. En effet, leurs résultats ont aussi révélé une amélioration significative de la MDT. En outre, plusieurs méta-analyses et revues de la littérature ont aussi démontré une amélioration de la MDT grâce au programme Cogmed (Cortese et al., 2016 ; Dentz et al. 2016 ; McLaughlin et al., 2016 ; Spencer-Smith & Klingberg, 2015).

Concernant l'augmentation de l'empan de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial chez les enfants TDA/H après l'entraînement par Cogmed, ce résultat est en concordance avec les résultats de six études parmi huit, comprenant une mesure associée au calepin visuospatial ou à la boucle phonologique, qui ont révélé que l'utilisation du

programme Cogmed permet une amélioration de ces deux sous-systèmes, tel que mesuré par des tâches proches de celles effectuées pendant l'entraînement (Chacko et al., 2013b; Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Hovik et al., 2013; Klingberg et al., 2002, 2005).

Toutefois, l'amélioration de l'empan auditivo-spatial et visuo-spatial par l'entraînement du programme Cogmed n'est pas soutenu par les résultats de trois études qui suggèrent que l'effet du programme Cogmed est plus important sur la mémoire de travail visuospatiale que sur la composante verbale (Chacko et al., 2013b; Hovik et al., 2013; Klingberg et al., 2005). Au contraire, le résultat obtenu, dans notre étude sur l'amélioration de ces deux composantes de la MDT après l'entraînement par Cogmed, est en désaccord avec une série de travaux réalisés par Dentz et ses collaborateurs (2016), où les effets du programme Cogmed sur la MDT auditivo-verbale et visuospatiale sont faibles à modérés auprès d'enfants et d'adolescents présentant un TDA/H.

Quant à l'effet du programme Cogmed sur l'amélioration de la performance de l'administrateur central des enfants TDA/H, qu'on a obtenu dans l'analyse statistique des mesures pré et post-entraînement des tâches d'empan de chiffres envers et modifié dont les différences statistiques se sont révélées significatives, cet effet est contredit par certaines méta-analyses même si plusieurs études témoignent des bienfaits de cette intervention sur la MDT. En effet, ces méta-analyses remettent en question l'efficacité de l'entraînement par Cogmed sur la MDT des enfants TDA/H, étant donné que ces études n'ont pas obtenu une action positive de ce programme sur l'administrateur central en se référant au modèle de Baddeley et Hitch (Chacko et al., 2013; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Shipstead et al., 2012; Rapport et al., 2013).

Concernant la grande taille d'effet du programme Cogmed sur les différentes composantes de la MDT selon Baddeley et Hitch (1974), qui a été démontrée par le calcul de la valeur "d" de Cohen, une valeur dépassant 0,8 pour l'ensemble des composantes, ce résultat est en accord avec certaines études qui suggèrent un impact favorable du programme Cogmed sur les problèmes d'attention et d'hyperactivité/impulsivité rapportés à l'aide de questionnaires remplis par les parents (Klingberg et al., 2005; Beck et al., 2010). Alors qu'à l'inverse, d'autres études ne trouvent pas d'effet de ce programme sur la MDT dans le TDA/H (Chacko et al., 2014; Egeland et al., 2013; Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Van Dongen-Boosma et al., 2014). Tandis que d'autres études trouvent qu'il y a un effet très léger, à l'instar d'une méta-analyse menée par McLaughlin et collaborateurs (2016) sur l'efficacité du programme Cogmed, incluant 13 études publiées entre 2011 et 2015, dont 4 études ont été consacrées à l'étude des effets du programme Cogmed chez les enfants et les adolescents présentant un TDA/H (Chacko et al., 2014; Van Dongen-Boosma et al., 2014). Les résultats de cette méta-analyse suggèrent que le programme Cogmed a un léger impact sur la MDT auditivo-verbale et visuospatiale, ce qui diverge complètement avec la grande taille d'effet du programme, calculée au cours de notre étude sur les mesures de ces deux composantes de la MDT. Notons que pour ce qui est de l'administrateur central, très peu d'études ont investigué l'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur cette composante, ce qui explique la raison pour laquelle on n'a pas trouvé, dans la revue de littérature qui nous est disponible, des études attestant de l'efficacité de ce programme quant à l'augmentation de la performance de cette composante de traitement.

### 3. Contribution de l'étude

L'apport principal de cette étude réside dans son caractère nouveau et original. Cette nouveauté consiste dans le fait que c'est la première étude au Maroc où on utilise le programme d'entraînement Cogmed au profit d'enfants TDA/H dans l'objectif d'évaluer son effet sur la capacité de leur MDT. Notons également que pour augmenter la portée de cette évaluation, on a utilisé deux tests, à savoir les deux tâches d'empan de chiffres envers et

modifié. De même, il n'y a pas beaucoup d'études qui ont évalué l'effet de l'entraînement sur cette composante. Les chercheurs qui s'y sont penchés ont démontré une absence d'effet contrairement à la présente étude; d'où son intérêt et l'intérêt de reproduire dans l'avenir d'autres études empiriques sur l'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur la MDT et l'inhibition dans le TDA/H.

### Conclusion

Le TDA/H est un trouble neurodéveloppemental fréquent qui entraîne des difficultés d'adaptation persistantes sur les plans scolaire, social et familial. De par la nature complexe et hétérogène du TDA/H, sa prise en charge doit s'inscrire dans le cadre d'une approche multimodale et être réalisée en concertation avec la personne atteinte, son entourage et les différents professionnels. En effet, la médication ne semble pas suffisante à elle seule pour permettre une véritable amélioration du fonctionnement cognitif; d'où l'importance de développer des traitements complémentaires ciblant directement les déficits neuropsychologiques associés à ce trouble, dont notamment le déficit de la MDT (Qian et al., 2017). Ce déficit fait du choix d'une intervention à base d'entraînement cognitif une approche complémentaire jouant un rôle primordial dans l'accompagnement de ce trouble.

À cet effet, on a choisi d'étudier l'efficacité de l'entraînement de la MDT chez les enfants marocains atteints du TDA/H par le programme informatisé Cogmed, auquel on recourt le plus actuellement dans ce trouble et qui suscite un grand intérêt auprès des chercheurs (Klingberg et al., 2005). Pour ce faire, on a procédé à l'évaluation en pré et post-entraînement des trois composantes de la MDT. L'analyse statistique de ces mesures a révélé des différences significatives au seuil de (0,05), ce qui indique une augmentation post-entraînement de la capacité de la boucle phonologique, du calepin visuo-spatial et de l'administrateur central. On ne s'est pas limité au calcul de ces différences même si elles sont significatives, mais on est passé à la vérification de la taille d'effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur les trois composantes de la MDT. Ainsi, ces résultats ont permis d'une part de valider les hypothèses de l'étude et d'autre part de révéler que la taille d'effet d'entraînement du programme est grande sur l'ensemble des composantes de la MDT. On note, à partir des discussions de ces résultats, qu'ils convergent avec ceux de certaines études et contredisent d'autres. Ceci peut être expliqué par la tranche moyenne d'âge de l'échantillon qui est de 11 ans, très favorable au concept de la plasticité cérébrale, ciblé par cet entraînement cognitif.

De plus, les études ayant examiné ces effets font généralement face à plusieurs limites sur le plan méthodologique, compromettant ainsi la portée des résultats. Toutefois, des pistes futures pourront être envisagées sur la base des résultats de la présente étude. En effet, de nouvelles études pourraient prévoir un plus grand effectif permettant nécessairement la constitution d'un groupe contrôle actif et un devis en double aveugle. D'autant plus que des mesures à plus long terme seront jugées nécessaires pour objectiver les effets du programme Cogmed et en justifier le choix.

## References

- American Psychiatric Association. (2012). *Fifth Edition of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - (DSM-V)*. Published by the Washington D.C.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of Learning and Motivation*, (Vol.XIII pp.47-89). New York: Academic Press.
- Barkley, R.A. (1997). *Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD*. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94. <https://sciences.ucf.edu/psychology/childrenslearningclinic>
- 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*. 39(6), 825-36. <https://doi.10.1080/15374416.2010.517162>
- Biederman, J., Petty, C.R.; K. Woodworth, Y., Lomedico, A., Hyder, L.L., & Faraone, S.V. (2012). *Adult Outcome of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Controlled 16-Year Follow-Up Study*. *J Clin Psychiatry* ;73(7), 941-950. <https://doi.org/10.4088/JCP.11m07529>
- Bouayad, M. & El-Mir, M. (2022). *The impact of executive functions on reading comprehension*. *Arab Journal of Psychology*, 7(1). 125-144. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21084871.v1>
- Chacko, A., Feirsen, N., Bedard, A. C., Marks, D., Uderman, J. Z. et Chimiklis, A. (2013). *Cogmed working memory training for youth with ADHD: a closer examination of efficacy utilizing evidence-based criteria*. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 42(6), 769-783.
- Chacko, A., Bedard, A.C., Marks, D.J., Feirsen, N., Uderman, J.Z., Chimiklis, A., Rajwan, E., Cornwell, M., Anderson, L., Zwilling, A., Ramon, M. (2014). *J Child Psychol Psychiatry*. 55(3), 247-55. <https://doi.10.1111/jcpp.12146>
- Cohen, J. (1998) *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34, 819B.
- Cortese, S., Moreira-Maia, C.R., St Fleur, D., Morcillo-Peñalver, C., Rohde L.A., & Faraone, S.V. (2016). *Association Between ADHD and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Am J Psychiatry*;173(1), 34–43. <https://www.wada-ama.org/sites/default/files/>
- Dahbi S. & El-Mir, M. (2020). *Impact de la dépression sur la mémoire de travail: Etude comparative du fonctionnement de la mémoire de travail chez un groupe de patients avec trouble dépressif caractérisé et un groupe témoin*. *Arab Journal of Psychology*, 5(2), 178-188. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151630.v1>
- Dentz, A., Parent, V., Gauthier, B., Guay, M.-C., Romo, L. (2016). *L'entraînement de la mémoire de travail par le programme Cogmed et le ADHD [Cogmed working memory training and ADHD]*. *Psychologie Française*, 61, 139-151.
- Egeland, J., Aarli, A. K., & Saunes, B.-K. (2013). *Few effects of far transfer of working memory training in ADHD: A randomized controlled trial*. 8(10), Article e75660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075660>
- El-Haddadi, A. & El-Mir, M. (2022). *Working memory training in patients with schizophrenia*. *Arab Journal of Psychology*, 7(1). 41-53. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21084868.v2>
- El-Mir, M. (2017). *The effect of working memory capacity on word recognition speed in Arabic second grade readers*. *Arab Journal of Psychology*, 3(1), 149-160. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155970.v1>
- El-Mir, M. (2018). *The role of emotional processes in memory functioning*. *Arab Journal of Psychology*, 3(2), 94-103. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155955.v1>
- El-Mir, M. (2018). *Working memory, phonological awareness and word recognition in Arabic orthography*. Conference contribution, The 3rd Psychonomics International meeting. At: Amsterdam, The Netherlands. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12156150.v1>
- El-Mir, M. (2019). *Impact of memory on school performance*. *Arab Journal of Psychology*, 4(2), 184-196. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12152199.v1>

El-Mir, M. (2020). *Effect of working memory capacity on Arabic reading development in primary school pupils in Morocco*. Arab Journal of Psychology, 5(1), 92-106. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21586932.v1>

El-Mir, M. (2022). *Reading and working memory*. Books Cultural Center: Casablanca, Beirut, ISBN: 978-9920-677-25-7. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21096664.v1>

Gray, S., Shwom, R. & Jordan, R. (2012). *Understanding Factors That Influence Stakeholder Trust of Natural Resource Science and Institutions*. 49(3), 663-74. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9800-7>

Green, J., Arief, G., Liem, G.A.D., Martin, A.J., McInerney, D.M. (2012). *Academic motivation, self-concept, engagement, and performance in high school: Key processes from a longitudinal perspective*. Journal of Adolescence 35(5), 1111-22. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2012.02.016>

Guennach, A. & El-Mir, M. (2019). *Autism spectrum disorder and working memory: A comparative study between children with ASD and normal children*. Arab Journal of Psychology, 4(2), 123-133. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155694.v2>

Hovik, K.T., Saunes, B.K., Aarli, A.K., & Egeland, J. (2013). *RCT of working memory training in ADHD: long-term near-transfer effects*. 8(12): e80561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080561>

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. Trends in Cognitive Sciences, 14, 317-324.

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 24 (6), 781- 791.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P.J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., & Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD-A Randomized, Controlled Trial. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 44(2), 177-186. <https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>

McLaughlin, K. A., Sheridan, M. A., Gold, A. L., Duys, A., Lambert, H. K., Peverill, M., Heleniak, C., Shechner, T., Wojcieszak, Z., & Pine, D. S. (2016). Maltreatment exposure, brain structure, and fear conditioning in children and adolescents. Neuropsychopharmacology, 41(8), 1956-1964. <https://doi.org/10.1038/npp.2015.365>

Melby-Lervåg, M. & Hulme, C. (2013). *Is working memory training effective? A meta-analytic review*. 49(2), 270-91. <https://doi.org/10.1037/a0028228>

Naciri, M. & El-Mir, M. (2019). *Reading and phonologico-morphological characteristics of Arabic: a comparative study of good readers and dyslexics*. Arab Journal of Psychology, 4(1), 67-79. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155937.v1>

Qian, B.W., Qi, N.Y., Zhou, X., Liu, J., Tao, & Z.L. (2017). *The association between attention deficit/hyperactivity disorder and internet addiction: a systematic review and meta-analysis*. BMC Psychiatry. 17(1), 260. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1408-x>

Rappaport, M. D., Orban, S. A., Kofler, M. J. et Friedman, L. M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. Clinical psychology review, 33(8), 1237-1252.

Sedjari, S. & El-Mir, M. (2021). *Entrainement de la mémoire de travail dans le trouble du spectre de l'autisme*. Arab Journal of Psychology, 6(1), 194-209. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151609.v1>

Shipstead, Z., Redick, T.S., Engle, R.W. (2012). *Is working memory training effective?*. 138(4), 628-654. <https://doi.org/10.1037/a0027473>

Spencer-Smith, M. & Klingberg, T. (2015). *Benefits of a Working Memory Training Program for Inattention in Daily Life: A Systematic Review and Meta-Analysis*. 10(3), e0119522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119522>

van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M.A., Buitelaar, J.K., Slaats-Willemse, D. (2014). *Working memory training in young children with ADHD: A randomized placebo-controlled trial*. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 55(8), 886-896.

Wehmeier, P.M., Schacht, A., Barkley, R.A. (2010). *Social and Emotional Impairment in Children and Adolescents with ADHD and the Impact on Quality of Life*. 46(3), 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2009.09.009>