

Several small, colorful squares (purple, blue, light blue, green, red, yellow) are scattered in the top left corner of the cover.

La mémoire de travail à l'école

Pour Comprendre et Accompagner au quotidien

Gérald BUSSY

A logo consisting of several small, colorful stars (green, purple, blue, yellow) arranged in a cluster.

REMÉDIACOG

LA MEMOIRE DE TRAVAIL A L'ECOLE. Pour comprendre et Accompagner au quotidien

Gérald BUSSY

Editions Remédiacog

Ce document est en ACCES LIBRE.

ISBN : 978-2-9543342-4-0

2

Editions Remédiacog.
Solutions pour Stimuler et Rééduquer les Troubles Cognitifs.
<http://www.remédiacog.com>

Auteur : *Gérald BUSSY est psychologue-neuropsychologue et Docteur en neuropsychologie.*

« La mémoire de travail a une contribution vitale aux apprentissages dans la classe »

Alloway, 2006

« La mémoire de travail [...] semble jouer un rôle essentiel dans toutes les activités intellectuelles »

Grégoire, 2006

Durant de nombreuses années, les enfants iront à l'école et acquerront des savoirs, une éducation, auront des moments de joie, de pleurs, etc. Pour la majorité d'entre eux, la scolarité se déroulera sans trop d'embûches. Mais pour un certain nombre, la scolarité sera plus difficile voire chaotique.

Face aux difficultés scolaires, de nombreuses démarches sont entreprises par les parents et les professionnels pour tenter d'améliorer le quotidien des enfants. Les rééducations (orthophonie, psychomotricité, ergothérapie, ...) sont de plus en plus efficaces car on connaît de mieux en mieux les troubles neuro-développementaux à l'origine de ces difficultés scolaires.

Mais combien d'enfants présentant un trouble du neurodéveloppement ou un trouble des apprentissages bénéficient d'un aménagement pédagogique ou suivent une rééducation pour un trouble de la mémoire de travail ? Très peu, car ce trouble et son impact sont sous-estimés ! Or, cette composante mnésique est indispensable au développement cognitif et aux apprentissages.

On peut donc supposer que ce déficit cognitif de la mémoire de travail, considéré comme annexe dans bien des cas, est responsable d'une part non négligeable des difficultés d'apprentissages scolaires.

Ainsi, ce livret a pour objectif de permettre au plus grand nombre de comprendre ce qu'est la mémoire de travail et surtout son rôle dans le quotidien des enfants. Cela permettra de pallier ce trouble en proposant des aménagements de l'environnement scolaire ou des rééducations appropriées.

Afin de rendre accessibles des informations parfois complexes, ce livret a nécessité de faire des choix dans les termes employés et de simplifier des concepts. Par ailleurs, dans un souci de clarté, une sélection des articles et des références bibliographiques a dû s'opérer. Il existe de nombreux livres et articles scientifiques beaucoup plus précis qui renseigneront le lecteur désireux d'avoir des informations plus riches. Un sujet comme celui-ci pourrait être traité dans des centaines de pages, ce qu'il ne me semblait pas souhaitable pour l'objectif visé.

Gérald BUSSY

SOMMAIRE

<i>I/ La Mémoire de Travail : c'est quoi ?</i>	<i>10</i>
<i>II/ Comment se développe la Mémoire de Travail ?</i>	<i>18</i>
<i>III/ A quoi sert la Mémoire de Travail ?</i>	<i>22</i>
<i>IV/ Comment se manifeste les troubles de la Mémoire de Travail ?</i>	<i>30</i>
<i>V/ Comment aider un enfant qui a des difficultés de Mémoire de Travail ?</i>	<i>38</i>
<i>VI/ La rééducation de la Mémoire de Travail est-elle possible ?</i>	<i>48</i>
<i>VII/ Références Bibliographiques</i>	<i>56</i>

Chapitre 1

La Mémoire de Travail, c'est quoi ?

10

*Vous êtes au drive du fast-food que vous affectionnez particulièrement. Vos deux amis qui vous accompagnent vous donnent leur choix de menus et comme c'est vous qui êtes au volant, vous devez retenir votre menu, leurs sandwiches, leurs boissons et leurs desserts. Cette opération n'est possible que si vous arrivez à maintenir les informations qui vous sont données oralement tout en comprenant ce qu'on vous dit (d'autant plus s'il y a des indécisions et des changements !). Pour passer la commande auprès de la serveuse, lorsque vous arriverez à la cabine du drive, vous aurez besoin de votre **mémoire de travail**.*

La mémoire humaine est une fonction mentale de haut niveau, relativement complexe, qui comprend différents éléments. C'est donc une erreur d'usage de parler de LA mémoire car en fait il y a plusieurs types de mémoire qui sont indépendantes les unes des autres mais qui interagissent tout de même ensemble. Dans cet ouvrage, nous allons nous centrer sur une mémoire en particulier : la **mémoire de travail**. Afin de comprendre sa place au sein de LA mémoire, nous allons tout d'abord évoquer de manière succincte les autres mémoires (Fig 1.).

Tout d'abord, il y a les mémoires que nous connaissons tous sans forcément en connaître le fonctionnement ou même encore le nom scientifique. La première est la **mémoire sémantique**. Cette mémoire se définit comme la mémoire des acquis, des connaissances, de la culture générale. Par exemple, savoir qui était Henri IV, savoir où se situe le Brésil sont des connaissances qui sont stockées en mémoire sémantique. Un autre type de mémoire bien connu, est la **mémoire épisodique**. Celle-ci se réfère aux informations relatives à notre vécu, à des événements bien précis que l'on peut situer dans le temps et l'espace. Par exemple, on peut facilement dire ce que l'on faisait et où on se trouvait quand on a appris les actes terroristes qui ont touché les Etats Unis d'Amérique le 11 septembre 2001. Cette mémoire est très liée au domaine affectif et les émotions sont souvent liées aux souvenirs. Les souvenirs liés à une naissance ou un

La mémoire de travail à l'école

mariage sont également des souvenirs stockés en Mémoire Episodique. Ces mémoires sémantique et épisodique font partie de la *mémoire à long-terme* c'est-à-dire que les souvenirs sont stockés pour très longtemps et qu'on pourra les retrouver dans plusieurs mois ou années. Un autre type de mémoire à long-terme est la **mémoire procédurale**. Celle-ci renvoie aux informations relatives aux procédures cognitives et motrices. Par exemple, la mémoire procédurale contient tous les paramètres et les processus nécessaires pour « savoir faire du vélo ». En effet, une fois qu'on a appris à faire du vélo, cela se fait automatiquement sans qu'on ait besoin de réfléchir à la façon de faire. C'est grâce à la mémoire procédurale qui contient toutes les informations relatives à la coordination des bras et des jambes, au pédalage, au maintien de l'équilibre, etc., que cela est possible. Parallèlement à ces *mémoires à long-terme* qui contiennent nos souvenirs récents mais également les plus anciens, il existe des systèmes de mémoire qui ne servent à retenir les informations que pendant un temps très court. Ces informations n'ont pas vocation à être retenues très longtemps, et n'ont donc pas leur place en mémoire à long-terme. On appelle cela la mémoire à court-terme ou plus habituellement la **Mémoire de Travail (MDT)**.

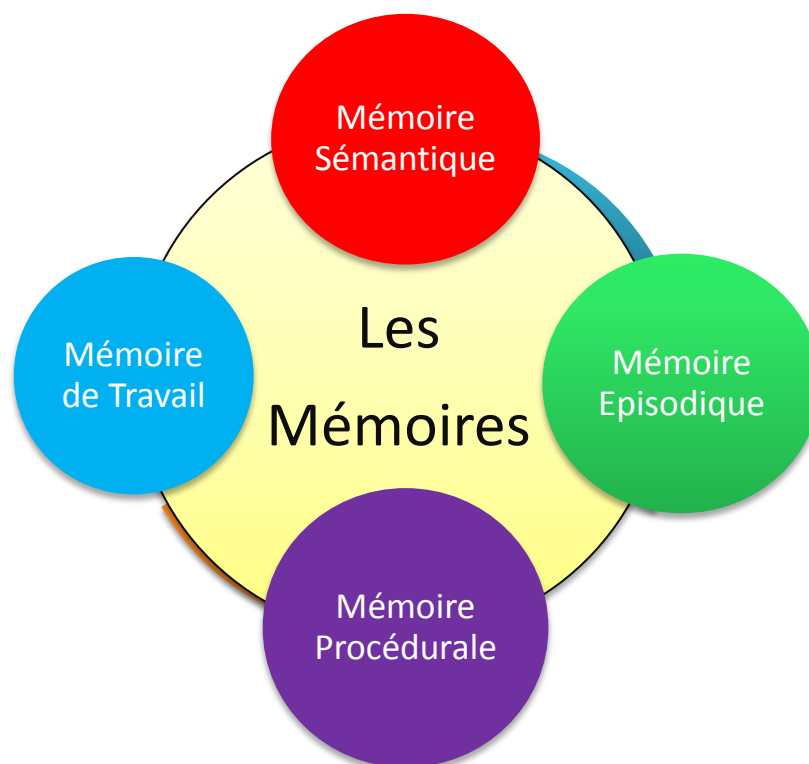


Figure 1 : Les principaux types de mémoires

La mémoire de travail (MDT) est une mémoire à court-terme qui permet de retenir les informations pour un temps court, tout en effectuant une activité en parallèle. Plus concrètement, si on vous demande de retenir un numéro de téléphone et de noter le nom de la personne dans votre téléphone portable, vous êtes obligé d'activer votre mémoire de travail. Dans cet exercice, vous devez retenir dans votre tête le numéro de téléphone de ce correspondant tout en écrivant son nom et prénom. Vous faites donc bien une activité de mémorisation **et** une activité de traitement en même temps.

La mémoire de travail n'est pas unitaire mais regroupe différentes composantes selon un fonctionnement complexe. En effet, selon le modèle théorique le plus répandu dans la littérature scientifique internationale (modèle de Baddeley et Hitch, 1974), la mémoire de travail comprend trois modules : **l'Administrateur Central, la Boucle phonologique et le Calepin Visuo-Spatial** (Figure 2).

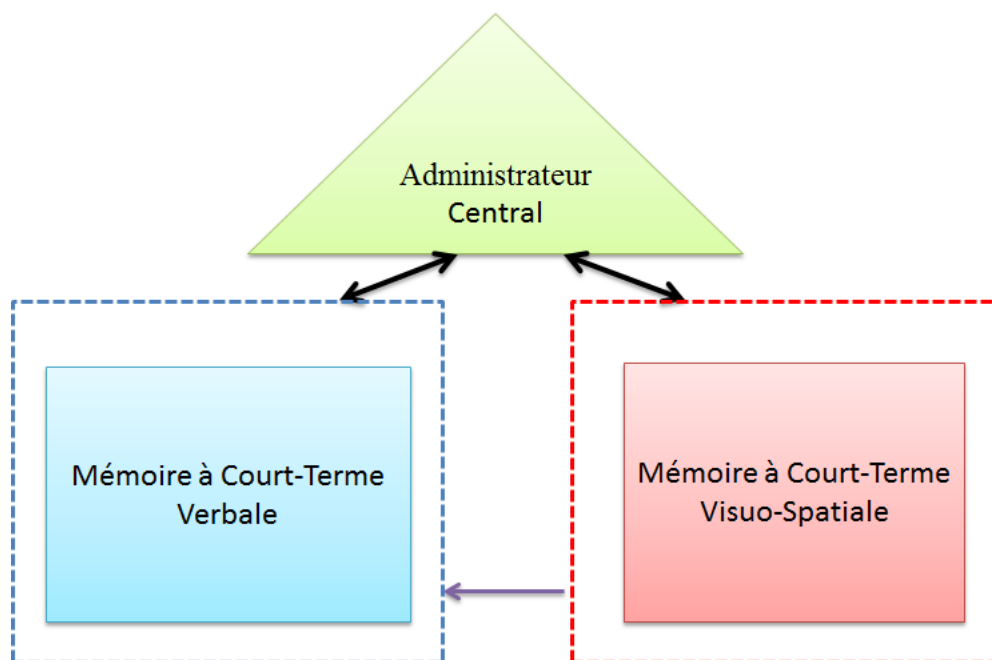


Figure 2 : Représentation du modèle de la mémoire de travail

L'**Administrateur Central** coordonne les deux autres composantes (boucle phonologique et calepin visuo-spatial) qui sont sous sa tutelle. Il sert également à répartir les ressources attentionnelles nécessaires pour le traitement des informations verbales et visuo-spatiales, à planifier une action, à gérer les priorités...

La **boucle phonologique** ou **mémoire à court-terme verbale (MCT Verbale)** traite les informations verbales ou qui peuvent être verbalisées. Par exemple, si on vous donne oralement un numéro de digicode à taper, vous utilisez votre MCT verbale. L'information donnée verbalement ne peut être stockée que pendant une durée d'environ 2-3 secondes. Au-delà de ce temps, l'information est perdue. Pour éviter cela, on va réactualiser l'information en utilisant une stratégie dite « stratégie d'auto-répétition » qui consiste à répéter dans sa tête les informations. La MCT Verbale sert également à traiter et retenir des informations présentées visuellement mais qui peuvent être verbalisées c'est-à-dire nommées comme des images ou des écrits. Par exemple, si on vous donne une image de chien et une image de chat à mémoriser, ces informations vous sont bien présentées visuellement, mais vous allez les retenir en les répétant dans votre tête (« un chien et un chat »). De même, quand vous lisez vous utilisez votre MCT Verbale même si le texte est écrit.

Le **Calepin Visuo-Spatial** ou **Mémoire à Court-Terme Visuo-Spatiale (MCT Visuo-spatiale)** traite les informations présentées visuellement et spatialement. Ces informations resteront dans cette mémoire si elles ne peuvent pas être verbalisées. Par exemple, si on vous dit de mémoriser la Fig. 3, juste avant de la dessiner, vous allez utiliser votre MCT Visuo-Spatiale.

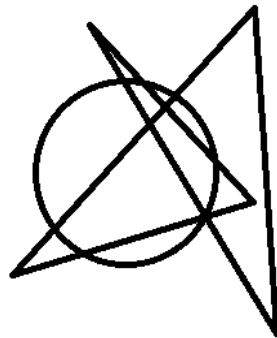


Fig. 3 Information Visuelle

Les informations spatiales sont également mémorisées dans cette Mémoire à Court-Terme Visuo-Spatiale. Par exemple, si on vous demande de mémoriser la Fig 4., avant de la dessiner de mémoire, vous utiliserez votre MCT Visuo-Spatiale.

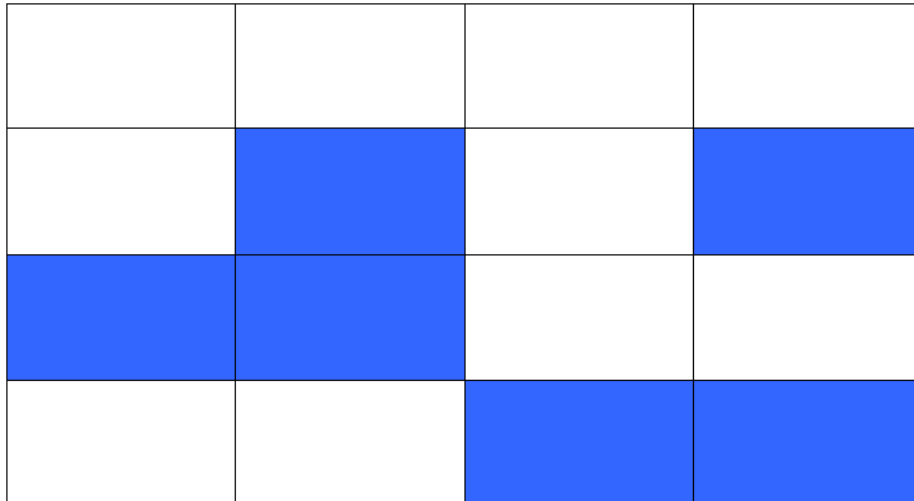


Fig. 4. Information visuo-spatiale

La mémoire de travail n'est pas isolée. La mémoire de travail est liée à la mémoire à long terme. En effet, les informations qui arrivent à la mémoire de travail pour être traitées sont mises en lien avec des informations déjà existantes en mémoire à long-terme. C'est pour cela qu'il est plus facile de mémoriser des informations connues que des informations totalement inconnues (mémoriser la suite suivante : Thé-Chocolat-croissant-Cuiller ; est plus facile que de mémoriser cette suite de mots inconnus : gliche-samande-fuijon-supard).

Ainsi, pour résumer :

- lorsqu'une information donnée verbalement doit simplement être mémorisée et restituée immédiatement, on utilise la Mémoire à Court-Terme Verbale. Par exemple, on vous donne 4 chiffres à mémoriser et à restituer immédiatement.
- Lorsque l'information est visuelle ou spatiale et qu'elle doit être restituée immédiatement, on utilise la Mémoire à Court-Terme Visuo-Spatiale. Par exemple, on vous demande de mémoriser un parcours sur une carte.

- Lorsque l'information donnée doit être mémorisée en même temps qu'un autre traitement de l'information, alors on utilise l'Administrateur Central et une des deux Mémoires à Court-terme. Ainsi, on parlera de *mémoire de travail verbale ou auditivo-verbale* lorsque la MCT verbale est utilisée et de *mémoire de travail visuo-spatiale* quand c'est la MCT Visuo-Spatiale qui est mise à contribution. Par exemple, si on vous demande de faire un calcul mental vous devez faire plusieurs calculs tout en mémorisant au fur et à mesure les résultats de ces calculs.

La capacité de stockage de la Mémoire de Travail

Les mémoires à court-terme n'ont pas des capacités illimitées de stockage des informations. C'est pour cela qu'au-delà d'une certaine quantité d'informations à retenir, on n'y arrive plus. Par exemple, si on vous demande de retenir un code de 4 chiffres (5-8-6-2) que vous devez taper sur un digicode pour rentrer dans un immeuble, vous n'aurez, vraisemblablement, aucune difficulté. A présent, si on vous donne un code de 8 chiffres entrecoupés de 4 lettres (6-2-A-8-Y-O-3-7-1-H-G-9-4) pour pénétrer dans ce même immeuble, il y a de fortes chances que vous deviez écrire ce code ou le taper sous la dictée.

La capacité de stockage des mémoires à court-terme va s'accroître progressivement au cours de l'enfance pour atteindre son maximum vers le milieu de l'adolescence.

On dit habituellement qu'un adulte peut retenir environ 7 ± 2 unités d'informations en mémoire à court-terme verbale. Cela signifie donc que dans la population générale, la moyenne varie entre 5 et 9 unités d'informations. C'est donc pour cela que vous n'avez certainement pas pu retenir les 12 chiffres et lettres du code !! Les capacités en mémoire de travail sont inférieures et on peut maintenir environ 4-5 unités d'informations lors d'un exercice faisant intervenir le maintien d'informations et le traitement d'autres informations.

Cependant, la MCT verbale peut retenir beaucoup plus d'informations que cela. En effet, ce ne sont pas forcément que 7 éléments que l'on peut retenir mais plutôt 7 ensembles d'éléments. Les ensembles peuvent bien sûr être des éléments unitaires (ex : T-A-P-N-S-F-R-C) ou des regroupements qui, de ce fait, permettent de réduire la charge d'informations. Dans l'exemple précédent, il est possible de regrouper les lettres en deux ensembles d'éléments : « SNCF » et

« RATP ». Ainsi, on n'a plus à retenir que 2 éléments au lieu de 8 ce qui est beaucoup moins compliqué et consommateur de ressources cognitives. Cette stratégie de regroupement est une stratégie efficace pour mémoriser une grande quantité d'informations. C'est pour cela que les numéros de téléphone commerciaux en 0 800.... sont regroupés par paquets de 3 chiffres. Ainsi, vous n'avez que quatre éléments à retenir (voire moins car le 0 du début peut ne pas être mémorisé car tous les numéros de téléphone commencent par 0).

Mais la capacité de la mémoire de travail ne dépend pas uniquement des aptitudes personnelles, elle dépend en grande partie des types d'information à mémoriser. En effet, il est plus facile de mémoriser des informations concrètes que des informations abstraites que l'on n'arrivera pas à se représenter visuellement. Si on doit mémoriser des informations que l'on peut se représenter (= avoir une image mentale, comme des objets par exemple), cela est beaucoup plus facile que de retenir des informations sans représentation mentale (notions abstraites comme l'égalité, la servitude, la loi ou encore la paix). De même, les mots fréquents, que l'on utilise tous les jours, seront plus facilement mémorisables que les mots peu fréquents voire jamais entendus auparavant.

Points à retenir :

****La mémoire de travail est une mémoire qui sert à retenir les informations dans un temps court.***

****La Mémoire de Travail se compose de différents processus qui interagissent entre eux.***

Chapitre 2

Comment se développe la mémoire de travail ?

18

Il est bien établi, à présent, que chaque être est unique, que chaque enfant se développe à son propre rythme quels que soient les domaines, et ce, bien souvent, de manière désynchronisée. Un enfant peut avoir de l'avance dans l'acquisition de la marche mais aura un peu plus de retard dans le développement du langage que d'autres enfants du même âge, par exemple. Cet axiome est aussi valable pour la mémoire de travail. Tous les enfants n'ont pas les mêmes capacités de mémoire de travail au même âge, sans que cela ne rentre nécessairement dans la catégorie des troubles. Même à l'âge adulte, nous n'avons pas tous les mêmes capacités mnésiques.

De plus, les différentes composantes de la mémoire de travail ne se développent pas à la même vitesse. En effet, un enfant retient (MCT Verbale) environ 2 éléments à 2 ans, 5 éléments à 7 ans, 6 items à 9 ans et les performances adultes (environ 7 éléments) sont atteintes à l'adolescence. Ainsi, en quelques années, les capacités mnésiques sont multipliées par trois.

Les données scientifiques concernant la MCT Visuo-Spatiale sont moins nombreuses et relativement variables. Il semblerait que le développement de la MCT Visuo-spatiale soit plus tardif (5-6 ans) que celui de la MCT Verbale (Gaonac'h et Pross, 2005). Toutefois, les performances adultes sont atteintes, en moyenne, vers l'âge de 11-12 ans environ.

Concernant la mémoire de travail, le développement est lent et tardif et suivrait une évolution en plateau plutôt que linéaire, avec des pics vers 4-5 ans et vers 8 ans (Luciana et Nelson, 1998). Il est difficile de donner des chiffres concernant les aptitudes tant les performances dépendent des tâches utilisées pour évaluer la mémoire de travail.

Les déterminants du développement de la mémoire de travail sont multiples. En effet, certains auteurs évoquent une augmentation de la vitesse de traitement de l'information ou encore de l'amélioration des capacités d'attention avec l'âge.

Evidemment, le développement de l'efficacité de la mémoire de travail dépend également des capacités de mémoire à long terme. Or, avec l'avancée en âge, les connaissances et savoirs stockés en mémoire à long-terme s'enrichissent considérablement. Comme nous l'avons vu précédemment, la mémoire de travail et la mémoire à long-terme interagissent. Si les informations à mémoriser en mémoire de travail sont connues et familières (donc présentes en mémoire à long-terme), il sera plus facile de les retenir que des informations jamais vues auparavant. De même, vous pouvez utiliser des associations d'idées ou l'imagerie mentale (différentes stratégies pour améliorer le fonctionnement de la mémoire de travail verbale) à la seule condition que les informations soient connues et donc présentes en mémoire à long-terme.

Le développement des composantes de la mémoire de travail est également dépendant des stratégies utilisées. C'est le cas par exemple, de la stratégie d'auto-répétition subvocale (qui consiste à répéter dans sa tête les informations pour ne pas les oublier) qui n'apparaît que vers l'âge de 7 ans. Certains auteurs stipulent que le développement de la mémoire de travail est purement quantitatif jusqu'à l'âge de 6 ans puis devient également qualitatif (Gathercole, 1999). Avec l'expérience, les individus peuvent également utiliser les stratégies de *regroupement des informations* (ex : si vous devez mémoriser 1-8-7-9-4 vous pouvez regrouper en 18-794 ce qui correspond à ne retenir que deux informations, 18 et 794, au lieu des cinq chiffres), *d'associations des informations* (ex : si vous devez mémoriser chat-maison-souris-fenêtre vous pouvez construire une histoire comme « le chat court après la souris dans la maison, puis elle s'échappe par la fenêtre ») ou *d'imagerie mentale* (= visualiser dans sa tête les informations données verbalement).

Ainsi, le développement de la mémoire de travail se fait à la fois sur un plan quantitatif mais également sur un plan qualitatif, avec l'apparition progressive de nouvelles stratégies.

Points à retenir :

**La mémoire de travail n'est pas figée dès la naissance, elle se développe tout au long de la vie.*

**Les différentes composantes de la mémoire de travail ne se développent pas à la même vitesse.*

Chapitre 4

A quoi sert la mémoire de travail ?

22

Toute action qui se déroule dans le temps nécessite que l'on se souvienne des étapes précédentes pour accomplir les étapes suivantes (Gaonac'h et Pross, 2005). Sans cela, il n'y aurait pas de liens entre ces étapes ce qui rendrait impossible la réalisation de ces actions.

La mémoire de travail dans son ensemble, par sa complexité et sa diversité, opère donc dans de nombreux domaines cognitifs tels que l'intelligence, le langage oral, la lecture, l'écriture, les mathématiques, l'acquisition d'une seconde langue, etc.

On comprendra déjà aisément à la fin de ce chapitre, l'incidence d'un trouble de la mémoire de travail sur les apprentissages d'un enfant. On comprendra aussi pourquoi certains élèves sont en échec scolaire alors qu'ils sont tout à fait intelligents.

Mémoire de travail et intelligence

Avant de débiter les explications, tentez de résoudre les deux problèmes suivants afin de comprendre l'implication de la mémoire de travail dans des exercices de raisonnement logique.

Problème 1 :

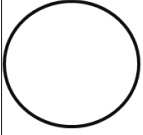
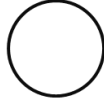
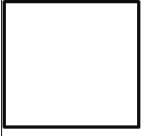
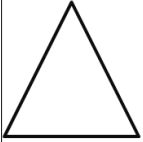
Trouvez la suite logique de la seconde ligne en vous basant sur la logique de la première ligne

A-C-E-G → B-D-F-H
1-3-5-7 → ?

Réponse : 2-4-6-8

Problème 2 :

Trouvez l'élément manquant dans la case vide

Réponse : un triangle de taille moyenne

Dans ces deux exemples, vous avez eu recours à la mémoire de travail pour résoudre les problèmes posés. Sans elle, vous auriez dû écrire les étapes de votre raisonnement. Dans le premier exemple, vous avez dû trouver dans un premier temps la règle qui était « une lettre sur deux ». Une fois que vous aviez trouvé cette règle, il a fallu vérifier si elle s'appliquait bien à l'autre partie du problème. La mémoire de travail était indispensable pour cette étape de maintien d'une information et du travail cognitif de vérification. Dans un second temps, vous avez dû maintenir en mémoire la règle que vous aviez identifiée sur la première ligne, alors que vous étiez en plein effort cognitif pour trouver la solution c'est-à-dire les bons chiffres de la seconde ligne. Vous avez également dû vérifier que la règle de la première ligne s'appliquait bien à la première partie de la seconde ligne, ce qui permettait ensuite de trouver la solution.

Dans le second exercice, vous avez dû comprendre les relations entre les éléments pour chaque ligne et chaque colonne et extraire des règles (la taille des éléments, la disposition dans la case, la forme). A chaque nouvelle règle trouvée, vous avez dû la stocker dans votre mémoire à court-terme tout en tentant de trouver la règle suivante. Une fois que vous aviez identifié toutes les règles,

vous avez dû vous faire une représentation mentale de la solution tout en gardant en mémoire de travail les différentes règles.

Imaginez à présent que vous ne puissiez pas garder les règles dans un coin de votre tête : il est impossible de résoudre le problème, non pas que vous n'arriveriez pas à identifier les règles et la logique générale, mais parce qu'il est indispensable de combiner plusieurs règles pour construire sa réponse. Plus il y aura de règles dans ce type d'exercices et plus la capacité de la mémoire de travail devra être importante.

Ainsi, dans ces deux exemples vous avez dû retenir des informations en mémoire pendant un temps court tout en effectuant en parallèle d'autres traitements de l'information. Cela correspond donc bien à la définition de la mémoire de travail.

De nombreux écrits scientifiques lient, à des degrés variables, l'intelligence à la mémoire de travail (voir Mackintosh, 2004, pour un débat sur ce sujet). Certains auteurs vont même jusqu'à conclure que l'intelligence est la mémoire de travail. C'est pour ces raisons que des mesures des capacités de mémoire à court-terme verbale et de mémoire de travail se trouvent dans les tests de QI classiques.

La mémoire de travail interviendrait dans les épreuves de raisonnement non pas pour trouver les règles, les analogies, les déductions ou les inductions, mais plutôt pour garder en mémoire le fruit de ces efforts cognitifs.

Langage oral et mémoire de travail

Imaginez que l'on vous donne oralement ces consignes à suivre :

« A la première intersection, tu prends à droite, puis immédiatement à droite. Ensuite, tu arrives à une patte-d'oie et là tu prends à gauche en te méfiant de ceux qui arrivent sur la droite, ils ont la priorité. Puis tu continues 200 m et tu es arrivé ».

Votre mémoire de travail va être mise à contribution pour comprendre et mémoriser ces informations.

Le langage oral et la mémoire de travail (dans sa composante verbale) sont très liés tant au niveau du développement que dans leurs mises en œuvres au quotidien.

Comme nous l'avons vu dans l'exemple précédent, le langage oral et la mémoire de travail verbale sont liés au niveau de la compréhension du discours. Pour comprendre le discours d'un interlocuteur, il est impératif d'avoir une bonne mémoire de travail. Sans cela, on ne se souviendrait plus du début d'une phrase (dans la classe, cela peut être une consigne d'un exercice) lorsque cet interlocuteur arriverait à la fin et forcément on perdrait le sens de la phrase ou on ferait des erreurs de compréhension car on aurait omis certains termes importants. Ce genre d'erreur peut parfois être attribué à des éclipses attentionnelles c'est-à-dire qu'on a l'impression que la personne n'a pas compris ce qu'on lui disait car il ne faisait pas attention (alors qu'en fait il n'arrivait pas à mémoriser).

Parallèlement à cette dépendance du langage à l'égard de la Mémoire de Travail, la MCT verbale est dépendante des capacités en langage, notamment du vocabulaire. En effet, si le vocabulaire d'une personne est pauvre, les performances dans les épreuves de MCT Verbale seront faibles car le traitement des informations sera complexe : si en plus des aptitudes mnésiques, il se rajoute une incompréhension des informations à mémoriser, la tâche se complexifie fortement.

Ainsi, pour résumer, **la mémoire de travail auditivo-verbale est indéniablement liée au langage**. Au niveau du développement, des études scientifiques ont démontré les fortes relations entre le développement de la mémoire de travail et le développement du langage sans toutefois pouvoir démontrer le sens de ces relations c'est-à-dire que l'on ne sait pas si c'est le développement de la mémoire de travail qui joue sur le développement du langage ou si c'est l'inverse. Pour le lecteur intéressé, nous conseillons les nombreux travaux et les articles du Pr Steve Majerus (Université de Liège) sur le sujet.

La mémoire de travail dans les apprentissages scolaires

La mémoire de travail a un impact évident sur de nombreux apprentissages scolaires et sur la progression scolaire, au moins en école primaire (Barouillet, Camos, Morlaix, Suchat, 2008 ; Gathercole et Alloway, 2008). **La mémoire de travail serait même un meilleur prédicteur de la réussite scolaire que les performances aux tests de QI** (Alloway et Alloway, 2013).

- Langage écrit et « mémoire de travail »

Lisez cette phrase et essayez de la comprendre :

Il ne peut pas ne pas faire ses propres instigations s'il souhaite ardemment que les membres de la commission suivent le plan qu'il mit si longtemps à établir avec ses nombreux confrères.

Dans cet exemple aussi, la mémoire de travail auditivo-verbale est mise à contribution pour maintenir en mémoire les différents éléments de la phrase et pour poursuivre la lecture. Avec une mémoire de travail défaillante, quand vous arrivez à la fin de la phrase, vous avez oublié le début ou des mots du milieu de cette phrase (c'est ce qui se passe chez certains enfants qui ont des difficultés de compréhension des textes écrits).

Ainsi, **la mémoire de travail est indispensable à l'exercice de lecture** (Demont et Botzung, 2003; De Jong, 2006). La mémoire de travail est nécessaire tant pour le décodage des mots que la compréhension des phrases et des textes. Le décodage étant séquentiel, le sujet doit maintenir en mémoire les phonèmes décodés avant de les assembler pour lire le mot. De même, la compréhension d'une phrase passe par le maintien en mémoire des premiers mots lorsque le lecteur arrive à la fin de la phrase. Si le lecteur ne maintient pas en mémoire de travail tous les mots qu'il vient de lire, il ne peut pas comprendre la phrase dans sa globalité. De plus, au fur et à mesure de sa progression dans le texte, le lecteur doit faire des liens entre les mots qu'il déchiffre et le sens de ces mots qui se trouvent en mémoire à long terme (mémoire sémantique). C'est également la mémoire de travail qui va permettre cet exercice.

La mémoire de travail sert également à la rédaction de texte. En effet, Kellogg (1996) a démontré l'influence de la mémoire de travail dans les différentes étapes de rédaction d'un texte allant de la recherche des idées à écrire, à leur traduction en phrase (agencement des mots entre eux), à l'exécution ou encore à la révision du manuscrit terminé. Les personnes qui ont de grandes capacités

La mémoire de travail à l'école

mnésiques produisent des textes de meilleure qualité que ceux qui ont de faibles capacités (Madigan, Linton et Johnson, 1996). On comprendra que certains enfants présentant un trouble de la mémoire de travail auront des difficultés au collège ou lycée lors de la production de rédaction ou de dissertation.

Au moment de l'acquisition de la lecture, la mémoire de travail est également indispensable. En effet, la mémoire à court-terme verbale est importante pour l'apprentissage du nom des lettres, mais également pour l'apprentissage de la correspondance Graphème-Phonème, indispensable pour apprendre à lire ou pour lire des mots inconnus (Demont et Botzung, 2003). Gathercole et Baddeley (1993) ont souligné que la lecture et la mémoire à court-terme verbale se développent de manière concomitante en lien avec la conscience phonologique. Ces auteurs ont également démontré l'importance de la MCT verbale dans les épreuves de conscience phonologique (Alloway, Gathercole, Willis, Adams, 2004).

- *Mathématiques et mémoire de travail*

« Pierre a deux fois plus de billes rouges que Paul et trois fois moins de billes bleues. Paul a 10 billes rouges et 15 billes bleues. Combien Pierre possède-t-il de billes rouges et de billes bleues ? »

Si cet exercice vous est proposé comme un exercice de calcul mental, vous comprendrez aisément l'importance de la mémoire de travail pour pouvoir le résoudre. Mais ce sera également le cas s'il est proposé à l'écrit. En effet, vous devrez tout de même avoir en mémoire les différents éléments pour comprendre quelles opérations vous devez effectuer.

La mémoire de travail joue un rôle certain dans tout exercice de mathématique (Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2006 ; Witt, 2011). En effet, les trois composantes du modèle de Baddeley sont mises en jeux dans les activités de calcul selon la tâche effectuée (Bull et Espy, 2006, in Pickering, 2006). La mémoire à court-terme verbale est importante pour stocker temporairement les informations relatives à un calcul mental alors que la mémoire à court-terme visuo-spatiale pourrait servir à la représentation imagée des chiffres ou alors comme « tableau mental » sur lequel les sujets « inscriraient » les résultats intermédiaires de leurs calculs. La MCT visuo-spatiale servirait également à la

représentation des nombres ou encore à leur placement dans la chaîne des nombres.

La mémoire de travail est également importante pour les activités mathématiques notamment pour la compréhension des énoncés, pour le maintien des calculs intermédiaires alors que le sujet résout un autre problème... Les liens mathématiques-mémoire de travail s'expriment pleinement dans des exercices de calcul mental. En effet, au-delà des capacités de calcul, pour réussir un tel exercice il est impératif de retenir tous les éléments de l'énoncé.

Bull et Scerif (2001) ont montré des corrélations importantes entre les mathématiques et la mémoire de travail verbale chez les enfants de 7 ans mais pas chez les adolescents. Chez ces derniers, d'autres processus sont plus importants que la mémoire de travail.

- *Seconde langue et mémoire de travail*

Certaines études ont montré que l'acquisition d'une seconde langue est dépendante de l'intégrité de la mémoire de travail (Linck *et al.*, 2013). Cela est concordant avec les études montrant des liens entre le développement du langage oral chez l'enfant et les capacités de mémoire de travail. De bonnes capacités en MCT verbale sont nécessaires pour apprendre de nouvelles informations phonologiques (Baddeley, Gathercole et Papagno, 1998).

Points à retenir :

** La mémoire de travail est une composante primordiale pour de nombreux apprentissages scolaires et sa place dans la classe n'est plus à démontrer.*

** Mais la mémoire de travail sert également au quotidien pour :*

- Comparer le prix du paquet de pâtes en tête de gondole à celui qui se situe au centre du rayon*
- Calculer le prix du paquet de lessive après réduction de la promotion de 20% affichée*
- Noter un numéro de téléphone*
- Apprendre un nouvel itinéraire*
- Retenir les différentes étapes du trajet pour aller au nouvel appartement de votre meilleur ami qui vous guide au téléphone*

**De ce fait, on comprend la gêne chez certains enfants dont la mémoire de travail ou la mémoire à court-terme est déficitaire ou altérée.*

Chapitre 5

Comment se manifeste les Troubles de la MDT ?

30

« Il ne peut pas réaliser plusieurs consignes données en même temps » ; « il ne peut pas écrire et écouter en même temps un cours » ; « il oublie ce qu'il voulait dire » ; « s'il y a trop d'informations, il va en oublier » ...

Constats :

- * Sur 600 enfants sans difficultés d'apprentissages scolaires aux USA, aucun ne présente de trouble de la MDT (Alloway *et al.*, 2005).
- * Les enfants ayant des difficultés générales d'apprentissage présentent un trouble de la MDT (Pickering et Gathercole, 2004).
- * Les enfants bénéficiant d'une scolarité spécialisée présentent des déficits de la Mémoire de Travail (Alloway *et al.*, 2005).

Un trouble de la mémoire de travail est retrouvé chez 10 % des enfants scolarisés (Gathercole et Alloway, 2008) avec un sex-ratio de 3 garçons pour 2 filles atteintes. Certains auteurs ont essayé de définir un profil type de l'enfant avec trouble de la « mémoire de travail ». Cet enfant présente de bonnes relations sociales mais s'avère distant, en retrait dans les activités de groupe. Il ne va pas tenter de répondre aux questions posées sur une lecture devant la

classe par l'enseignant. Quand il voudra répondre, il va lever le doigt et il est fort probable qu'au moment de donner sa réponse il l'aura oubliée. De manière générale, il aura des difficultés dans l'application de consignes données oralement, surtout si elles sont longues et complexes ou avec beaucoup d'informations. Cet enfant semble inattentif et facilement distrait par ce qui se passe autour de lui. Sur le plan des apprentissages, les difficultés apparaîtront surtout en lecture et mathématiques avec peu de progrès malgré l'énergie passée. La qualité de son travail est souvent médiocre avec peu de créativité lorsque cela est nécessaire. De même, comme il n'aura pas saisi l'intégralité des consignes, souvent son travail ne sera que partiel.

Les troubles de la mémoire de travail chez les « dys »

- La Dyslexie-dysorthographe (trouble de l'acquisition de lecture/orthographe)

Il est très fréquent de retrouver des troubles de la MCT Verbale et de la mémoire de travail auditivo-verbale chez les enfants présentant une dyslexie développementale (Nicolson, Fawcett & Baddeley, 1992). Plusieurs études mettent en évidence un trouble de la MCT Verbale alors que la MCT Visuo-Spatiale est préservée (de Jong, 1998 ; Kibby, 2009). Ce trouble mnésique expliquerait les nombreuses difficultés rencontrées par ces enfants au cours de l'acquisition de la lecture et de l'orthographe. Ce trouble pourrait également expliquer les difficultés de compréhension de texte qui perdurent même après des années de rééducation orthophonique.

- La Dysphasie (trouble du développement du langage oral)

Tout comme pour la dyslexie, la plupart des études s'accordent pour montrer une réduction des capacités en Mémoire à Court-terme Verbale chez des enfants dysphasiques (Gathercole & Baddeley, 1990 ; Archibald et Gathercole, 2006). La direction du lien de causalité entre MCTV et dysphasie n'est pas établie : certains auteurs pensent que c'est une réduction de la MCTV qui entraîne le trouble du langage et d'autres pensent que c'est le trouble du langage qui entraîne la réduction de l'empan à court-terme. En tout cas, il est avéré que le trouble de la mémoire de travail génère des difficultés dans le quotidien des enfants dysphasiques.

- *La Dyscalculie (trouble des capacités de calcul)*

Pour Noel (2005), les difficultés en mémoire de travail des enfants dyscalculiques sont une des bases de leurs difficultés en mathématiques. Cette faiblesse de la mémoire de travail explique les erreurs de comptage et le recours à des aides externes comme les doigts. De plus, les faits arithmétiques sont difficiles à se constituer car la coactivation simultanée des opérations et de leurs résultats en mémoire à long-terme nécessite l'intervention de la mémoire de travail. La MCT visuo-spatiale peut également être atteinte chez les enfants dyscalculiques alors que la MCT verbale serait atteinte lorsque ces enfants présentent en plus une dyslexie associée.

- *La Dyspraxie (trouble de la motricité fine et/ou globale)*

Au sein de la dyspraxie, il est rapporté des troubles au niveau de l'administrateur central et de la mémoire à court-terme visuo-spatiale. Ces troubles sont plus marqués que ceux relevés pour la Mémoire de travail verbale (Alloway, 2011). Ces troubles n'ont certainement pas d'impact sur le trouble moteur mais peuvent en avoir sur les apprentissages scolaires notamment le calcul (Alloway, 2007).

- *Le TDAH (Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité)*

Le TDAH est systématiquement associé à un trouble général de la mémoire de travail (Mazeau, 2005). Le trouble observé en mémoire de travail serait secondaire aux troubles des fonctions exécutives et des troubles d'attention. Les difficultés d'apprentissage des enfants TDAH sont fréquentes et semblent générales tant l'attention est une fonction de base. Il est donc difficile d'évaluer l'impact du déficit de la mémoire de travail sur la scolarité des enfants TDAH mais il est fort probable qu'il y en ait un. Chez certains enfants, un trouble de la mémoire de travail isolé génère les mêmes difficultés qu'un TDAH sans que ces enfants ne présentent ce trouble d'attention.

Les troubles de la mémoire de travail dans les pathologies neurologiques acquises

Des troubles de la mémoire de travail ont été décrits dans certaines pathologies acquises comme les traumatismes crâniens ou certaines formes d'épilepsie.

- *Les traumatismes crâniens*

La mémoire de travail est fréquemment atteinte chez les enfants présentant un traumatisme crânien en raison de la vulnérabilité du lobe frontal dans ce type

d'accident (Roy, Roulin, Le Gall, 2007). En effet, dans la majorité des accidents entraînant des traumatismes crâniens chez les enfants, le choc se fait à l'avant de la boîte crânienne et touche donc le lobe frontal dans lequel se trouve l'un des sièges de la mémoire de travail. Les troubles dépendront évidemment de la localisation de la lésion cérébrale mais également de la sévérité, ou encore de l'âge de survenue du traumatisme.

- *L'épilepsie*

Il existe de très nombreuses formes d'épilepsie plus ou moins graves et plus ou moins soignables. Selon la forme ou la localisation du foyer épileptogène, les personnes épileptiques présenteront ou non une atteinte de la mémoire de travail. Le syndrome de Landau-Kleffner est une épilepsie acquise localisée dans les régions temporales gauches entrant dans la catégorie des syndromes POCS (Pointes Ondes Continues du Sommeil). Cette pathologie entraîne une aphasie chez les enfants dont le développement langagier antérieur était tout à fait normal. Habituellement, un traitement par corticoïdes permet une récupération des capacités langagières (Majerus *et al.*, 2003 ; Majerus, van der Linden, Poncelet et Metz-Lutz, 2004). Cependant, certains troubles persistent comme un trouble de la MCT verbale.

- *Le Syndrome Alcool-Fœtal*

Le syndrome d'alcoolisation fœtale est consécutif à une absorption d'alcool durant la grossesse. On retrouve chez ces enfants, outre une efficacité intellectuelle plus faible que la moyenne (mais habituellement non déficitaire), un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Burden, Jacobson, Sokol et Jacobson (2005) ont montré que ces enfants utilisaient moins systématiquement la stratégie d'auto-répétition subvocale même s'ils possèdent les capacités de rafraîchir l'information. Ainsi, leur MCT verbale est moins efficace que les enfants de même âge.

- *Les chimiothérapies*

Les chimiothérapies entraînent, chez de nombreux enfants traités pour cancer, des troubles cognitifs (appelés *Chemobrain* en anglais) dont souvent un trouble de la mémoire de travail verbale isolé ou associé à un déficit de l'attention et des fonctions exécutives (Mayers et Perry, 2012).

La mémoire de travail dans les déficiences intellectuelles / anomalies génétiques

Il existe un nombre important de causes de déficience intellectuelle. Dans cette partie, nous n'évoquons qu'un ensemble restreint de ces causes qui ont été le plus étudiées et pour lesquelles des données sur les fonctions cognitives (mémoire de travail notamment) sont disponibles.

- La Trisomie 21

La Trisomie 21 (présence d'un chromosome 21 surnuméraire) est la première cause de déficience intellectuelle. Les données sur les capacités en mémoire de travail chez les personnes présentant une Trisomie 21 sont assez importantes dans la littérature (Comblain et Thibault, 2009). Plusieurs études ont démontré des capacités de MCT Verbale réduite pour les personnes porteuses de Trisomie 21 comparativement à des enfants de même âge mental, alors que la MCT Visuo-spatiale était similaire (Jarrold & Baddeley, 1997, 2001 ; Jarrold, Baddeley & Hewes, 2000 ; Conners *et al.*, 2001 et 2008). La mémoire de travail verbale est également fortement atteinte comparativement à la mémoire de travail visuo-spatiale qui est moins atteinte.

- Le syndrome de Williams-Beuren

Le syndrome de Williams-Beuren est consécutif à une microdélétion sur le chromosome 7 (7q11.23). Le fonctionnement de la mémoire à court-terme et de la mémoire de travail dans le syndrome de Williams-Beuren est globalement bien différent de celui observé dans la Trisomie 21 (Jarrold, Baddeley, Hewes, 1999). En effet, la MCT Verbale est comparable à celle des enfants de même âge mental (Vicari et Carlesimo 2006). Mais Vicari, Belucci et Carlesimo (2003 et 2006) ont mis en évidence que la MCT visuo-spatiale était déficitaire mais pas la MCT visuelle (objet, visages).

- Le syndrome de l'X-Fragile

Le syndrome de l'X-Fragile représente la seconde cause de déficience intellectuelle après la Trisomie 21 et la première cause d'origine héréditaire (voir le Volume 110 de la revue A.N.A.E coordonné par V. des Portes et G. Bussy). Munir, Cornish et Wilding (2000) ou encore Baker *et al.* (2011) ont mis en évidence que les performances d'un groupe d'adolescents présentant le syndrome de l'X-Fragile avaient des performances déficitaires dans les trois

composantes (MCT Verbale, MCT Visuo-Spatiale et Administrateur Central). Ce trouble important de la mémoire de travail est très certainement consécutif au déficit des fonctions attentionnelles et exécutives fréquents dans ce syndrome (Bussy et Kientz, 2012).

- *Le syndrome vélo-cardio-facial ou 22q11*

Le syndrome 22q11 est, comme son nom l'indique, la conséquence d'une délétion sur le chromosome 22. Cela entraîne un profil cognitif bien particulier avec principalement une efficacité intellectuelle en dessous de la norme sans être dans le champ de la déficience intellectuelle (environ QI ≈80), un trouble du développement du langage, un Trouble déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité, des difficultés logico-mathématiques, des troubles socio-émotionnels et un trouble de la mémoire à court-terme verbale (Majerus, van der Linden, Braissand et Eliez (2007) et Majerus, Glaser, van der Linden, Eliez (2006).

Au travers de ces nombreux exemples (non exhaustifs), vous avez pu vous rendre compte de la diversité des troubles rencontrés par les enfants. Et chacun de ces troubles mnésiques engendrent une difficulté au niveau des apprentissages scolaires. Il est donc primordial d'identifier, si ce n'est remédier, ces troubles mnésiques.

Chapitre 6

Comment aider un enfant qui a un problème de mémoire de travail ?

38

Connaître et reconnaître l'importance de la mémoire de travail dans les apprentissages est la **première étape** pour aider les élèves qui souffrent d'un trouble mnésique. Il faut donc savoir quels enfants souffrent effectivement de ce type de trouble. Il est évident que ce n'est pas à l'enseignant de déterminer si un enfant présente ou non une difficulté en mémoire de travail. Mais si l'enseignant est suffisamment informé sur ce type de trouble, il pourra les détecter et conseiller les parents pour un diagnostic précis.

L'enfant qui souffre de trouble de la mémoire de travail sera rapidement en échec scolaire comme l'ont montré de nombreuses études. On repérera donc facilement cet échec assez global sans forcément l'attribuer à un tel trouble mnésique. Il semblerait que les enfants présentant des troubles de la mémoire de travail ne sont pas perçus comme ayant de tels troubles mais plutôt comme étant inattentifs et facilement distraits (Gathercole, Lamont et Alloway, 2006, in Pickering, 2006). Pour faire un diagnostic précis sur l'origine des difficultés rencontrées par un élève, il existe des professionnels comme les psychologues scolaires, les psychologues-neuropsychologues et parfois les orthophonistes si c'est un trouble du langage oral ou écrit. Un bilan cognitif complet et suffisamment fin permettra de définir la nature des difficultés scolaires et pourra proposer le cas échéant une remédiation adaptée.

Néanmoins, l'enseignant pourra lui aussi contribuer à pallier ce trouble notamment en adaptant sa pratique pédagogique. Ce point sera développé dans la seconde partie de ce chapitre. La première partie se consacre aux aménagements de l'environnement que pourront mettre en place les parents.

a) L'aménagement de l'environnement

Le premier aménagement concerne l'hygiène de vie. Une bonne hygiène de vie permet d'améliorer le fonctionnement cérébral et donc le fonctionnement de la mémoire de travail. Plusieurs points sont à prendre en compte : le sommeil, l'alimentation ou encore l'oxygénation du cerveau.

1/ Le sommeil

Le sommeil est très important pour le fonctionnement optimal du cerveau notamment pour la consolidation des souvenirs et le fonctionnement des capacités de concentration indispensables à une bonne mémoire. La quantité de sommeil varie selon l'âge. Un enfant de moins de 3 ans doit dormir entre 12 et 14 heures par jour, un enfant entre 3 et 5 ans doit dormir entre 11 et 13 heures, un enfant entre 5 et 12 ans doit dormir entre 10 et 11 heures et un adolescent doit dormir entre 8 et 9 heures.

Au-delà de la quantité de sommeil, la qualité du sommeil est également très importante. En effet, on peut dormir des heures tout en étant fatigué le lendemain. C'est donc que le sommeil n'est pas de bonne qualité et qu'il n'est pas réparateur.

Si l'enfant se sent fatigué au réveil ou qu'il a envie de dormir dans la journée, une consultation auprès d'un médecin spécialisé dans les troubles du sommeil pourra peut-être l'aider (voir consultation du sommeil dans les CHU). Une bonne hygiène de préparation au sommeil est également indispensable : choisissez un bon matelas, pas de repas trop gras ou trop copieux avant de se coucher, pas de sport immédiatement avant de se coucher, pas d'écran avant de se coucher, prendre un bon bain chaud qui délasse...

2/ L'alimentation

Le cerveau, comme n'importe quel organe a besoin de « carburant » pour fonctionner. Il trouvera ce carburant dans l'alimentation. Ainsi, une bonne hygiène alimentaire aura son importance pour améliorer les difficultés cognitives rencontrées (l'obésité semble jouer un rôle négatif sur la mémoire de travail, Alloway et Alloway, 2013).

Voici quelques conseils de base mais cela ne doit pas remplacer l'avis d'un nutritionniste ou d'un diététicien :

Boisson : le cerveau a besoin de beaucoup d'eau pour fonctionner. Il est donc recommandé de boire au moins 1L par jour.

Aliments :

On distingue trois types d'aliments qui améliorent le fonctionnement de la mémoire de travail (Alloway et Alloway, 2013) :

- Aliments de soutien : préviennent la détérioration des capacités de mémoire de travail :

Produits laitiers (pauvres en graisse c'est mieux !), viande rouge (carnitine et Vit B12: bœuf, chevreuil...)...

- Aliments boosters : augmentent le débit sanguin cérébral, la croissance des neurones... :

Fruits et légumes riches en flavonoïdes (antioxydant): baies, thym, sauge, Chocolat noir (>70%), épinards, prunes ...

- Aliments déclencheurs : permettent l'amélioration de la communication entre les neurones :

DHA, Oméga 3: saumon, maquereaux, sardines, noix, huile de lin...

3/ Faire du sport = oxygénation du cerveau

Pour bien fonctionner, le cerveau a besoin d'oxygène. Ainsi, faire une marche en forêt, une randonnée en montagne ou aller courir apporte un bienfait nécessaire au cerveau. Cela a aussi pour effet de diminuer le stress qui est néfaste pour la mémoire. Il est recommandé de privilégier les sports de plein air aux machines des salles de sport. Le sport avec des amis est également très bon pour la santé et le moral !

b) Les aménagements pédagogiques

Les aménagements pédagogiques sont souvent des petites astuces applicables en classe qui permettent, sans grand bouleversement des habitudes, d'aider les enfants à faire face à leurs difficultés et de se servir de leurs forces.

Tout d'abord, l'enseignant devra estimer l'importance de la place de la mémoire de travail dans ses enseignements. Cet exercice est compliqué à faire pour une personne non-experte mais avec de l'entraînement on y arrive. Cela consiste à identifier si tel ou tel exercice requière beaucoup ou peu de mémoire de travail pour être réalisé. Si c'est beaucoup, il convient de l'adapter. Un exercice de calcul mental avec plusieurs éléments à ajouter ou à soustraire est un exercice fortement chargé en mémoire de travail donc potentiellement compliqué pour un élève présentant ce type de trouble.

Les aménagements pédagogiques et stratégies donnés ici sont généraux et non exhaustifs. Ils doivent être adaptés aux difficultés propres de l'enfant.

Se servir de ce qui fonctionne

De manière générale, si l'enfant présente un trouble de la MCT ou de la MDT verbale, il est recommandé de lui donner des informations de manière visuelle pour pallier cette défaillance (pictogrammes,...). Et inversement, s'il présente un trouble de la MCT ou de la MDT Visuo-Spatiale, il faut verbaliser les informations données visuellement.

Donner des consignes en classe

Pour effectuer correctement un exercice, il est important que l'élève ait compris les consignes et ce qu'on lui demande de faire. Cette première étape est souvent la première difficulté des enfants présentant un trouble de la mémoire de travail.

Ainsi, pour pallier cette première difficulté :

- Avant de donner une consigne, il est nécessaire de **capter l'attention de l'enfant** pour s'assurer qu'il n'est pas perdu dans ses pensées.
- Il est recommandé de donner des **consignes brèves** et aussi **simples** que possible : si les consignes sont longues ou complexes, l'enfant ne va en comprendre qu'une partie et ne fera donc que ce qu'il a mémorisé de la consigne.

- Il est recommandé de **ne pas faire de digressions** durant les consignes car cela perturberait le message donné et introduirait des informations non pertinentes pour la tâche à effectuer.
- Il est préférable **d'écrire les consignes** au tableau ou sur la feuille (aide-mémoire externe). S'il y a plusieurs activités ou si l'exercice demande plusieurs étapes, il sera préférable de faire une liste simple, en colonne de préférence, avec des tirets ou des chiffres permettant de repérer la chronologie des événements. Ainsi, l'enfant n'est pas obligé de mémoriser la consigne et il peut y revenir à tout moment pour vérifier s'il a bien fait tout ce qu'on lui demandait.
- Pour les enfants qui ne savent pas lire, l'utilisation de **pictogrammes** pourra les aider à comprendre les consignes.
- L'enseignant devra ralentir son débit verbal et **parler plus lentement**.
- L'enseignant pourra également **segmenter les informations** et ne donner qu'une seule information à la fois. Chaque nouvelle information ou consigne sera donnée une fois que l'activité ou l'exercice précédent est terminé.
- L'enseignant pourra **reformuler** autrement les consignes, les simplifier et centrer son propos sur les informations pertinentes.
- L'enseignant devra également **s'assurer**, avant de débiter un exercice ou une série d'exercices, que **l'élève a bien compris** l'ensemble des consignes. Pour cela, il suffit de demander à l'élève ce qu'il doit faire. L'enseignant peut lui demander ce qu'il doit faire maintenant et ce qu'il devra faire ensuite, lui demander l'ordre dans lequel il devra réaliser ce qu'on lui demande.

Guider l'enfant dans ses apprentissages et surveiller son travail

L'enseignant doit « devenir la mémoire de travail » de son élève qui présente un trouble de la mémoire de travail. Plus exactement, l'enseignant devra être plus vigilant et devra contrôler le déroulement de l'activité de son élève qui aura pu oublier une partie des consignes et donc s'arrêter tout en croyant qu'il a terminé (exemple : oublie de tourner la page).

Pour cela :

- Avant de commencer un exercice, l'enseignant pourra travailler avec l'élève à **l'élaboration d'un plan** afin d'organiser les étapes de son exercice. Pour les plus jeunes qui ne seront pas aptes à établir un plan, l'enseignant pourra déterminer les différentes étapes au préalable et les fournir à l'élève.
- Donner à l'enfant des **mots clés** qui attireront son attention durant sa lecture de la leçon (les surligner, les mettre en couleur...).
- Il sera également nécessaire **d'apprendre à l'enfant à s'auto-corriger** au fur et à mesure à la fin de chaque exercice au lieu d'attendre la fin de la séance. Il faudra également apprendre à l'élève à vérifier seul qu'il a bien répondu à l'ensemble de la demande.
- L'enseignant pourra également mettre en place un tutorat. Le tutorat consiste à trouver un camarade qui guidera, accompagnera l'élève en difficulté. Il ne s'agit pas de surcharger ou de pénaliser ce tuteur mais, dans une classe, il y a souvent un élève qui va plus vite que les autres et qui peut trouver une motivation à aider ceux qui ont des difficultés.

Encourager l'élève à développer des stratégies de compensation

L'élève présentant une mémoire de travail faible doit apprendre à compenser son trouble au quotidien. Pour cela, il est nécessaire de l'aider au départ pour que les stratégies qu'il ne maîtrise pas encore s'automatisent et deviennent siennes :

- Rappeler à l'élève qu'il doit répéter dans sa tête les consignes (stratégie d'auto-répétition subvocale) afin de bien les mémoriser.
- Rappeler à l'élève qu'il doit demander de l'aide s'il n'a pas bien compris la consigne.
- Rappeler à l'élève qu'il doit organiser son travail, qu'il doit faire l'effort de planifier ses actions.

- Encourager l'élève à essayer de faire des liens entre des informations nouvelles et des informations qu'il connaît bien qui sont stockées en mémoire à long-terme.
- Encourager l'élève ! Le renforcement positif est très important chez les enfants en échec scolaire. Il est donc important de les féliciter quand ils réussissent quelque chose.

Aider à l'apprentissage des leçons

- Tout d'abord, l'enseignant devra **s'assurer que l'enfant a bien noté** l'ensemble des exercices à faire et les leçons à apprendre sur son cahier de texte ou agenda.
- La **prise de notes** fait intervenir l'attention divisée qui est une des fonctions de la mémoire de travail (administrateur central). En effet, la prise de note nécessite de faire plusieurs choses en même temps : écouter ce qui est dit, sélectionner les informations pertinentes et retranscrire cela à l'écrit. L'enfant présentant un trouble de la mémoire de travail sera donc en difficulté dans une telle activité. Des cours photocopiés ou tapés à l'ordinateur et transmis à l'enfant en fin de cours l'aideront à recopier et apprendre ses leçons correctement.
- L'ensemble des informations ne pourra pas être appris aussi aisément par un élève souffrant de trouble de la mémoire de travail que par un autre élève. Ainsi, il faudra que cet élève apprenne à **synthétiser** les informations en faisant des fiches résumées. Pour cela, la méthode MindMaps© est conseillée (il existe de nombreux ouvrages en français sur cette méthode).
- L'enfant devra apprendre à **souligner ou surligner les informations** importantes dans un texte ou dans une consigne.
- **Les informations** sont mieux stockées en mémoire si elles **sont reliées entre elles**, notamment si on fait des liens avec d'autres informations déjà enseignées et maîtrisées (donc stockées en mémoire à long-terme). Ainsi, il est recommandé d'entraîner l'élève à faire ses liens ou les faire à sa place, du moins au début de l'entraînement.

Organisation du travail

- Pour bien travailler, **l'organisation est indispensable**. Ainsi, il est recommandé de toujours ranger ses affaires à la même place. Si l'enfant change ses affaires de place régulièrement, il est fort probable qu'il les oubliera. Il est donc indispensable de lui apprendre à ranger les affaires à leur place.
- Il est également nécessaire de **mettre en place des routines** (faire les choses toujours dans le même ordre...) pour faire son cartable, pour faire ses devoirs... Les routines permettent de créer des automatismes qui génèrent moins de ressources de mémoire de travail.

45

Plus précisément, voici quelques conseils selon les enseignements :

Français :

Un enfant qui présente un trouble de la mémoire de travail aura des difficultés en lecture/orthographe mais également des difficultés rédactionnelles. Pour pallier cela :

- Lire à la place de l'élève.
- Recommander à l'élève de lire une seule phrase, de la comprendre et seulement ensuite de lire la phrase suivante.
- Lui demander (ou faire à sa place) de souligner les mots importants dans une phrase ou une consigne.
- Autoriser l'ordinateur pour les devoirs faits à la maison (correcteurs d'orthographe).
- Recommander à l'élève de passer du temps sur l'organisation avant de commencer à écrire : Faire un plan détaillé, mettre des mots clés, donner un titre... Cela soutient la planification c'est-à-dire la réflexion sur les idées qu'il va falloir développer ainsi que l'ordre dans lequel il faudra développer ces idées.
- Pour cela, on peut utiliser les cartes mentales ou Mind Maps®.

Mathématiques

Les mathématiques sont fortement impactées par un trouble de la mémoire de travail. Pour pallier cela, il est recommandé de :

- Ne pas proposer d'exercices de calcul mental aux enfants présentant de tels troubles. En effet, le calcul mental nécessite de retenir en mémoire tous les éléments du problème afin de le résoudre.
- L'utilisation de la calculatrice peut également être autorisée car cela permet de faire les calculs et laisse des ressources attentionnelles disponibles pour se concentrer sur la façon de faire son exercice.
- L'enseignant pourra également laisser plus de temps pour faire l'ensemble des exercices ou diminuer le nombre d'exercices.
- Les consignes devront être données en colonne et non sous forme de texte. L'avantage de cette présentation réside dans le fait que l'élève aura chaque élément du problème distinct des autres éléments.

46

Exemple :

-Pierre a trois fois plus de billes que Paul

-Paul a deux fois moins de billes qu'Anna

-Anna possède 50 billes.

-Combien de billes possèdent Paul et Pierre respectivement.

Au lieu de : Pierre a trois fois plus de billes que Paul qui a deux fois moins de billes qu'Anna qui elle possède 50 billes. Combien de billes possèdent Paul et Pierre respectivement ?

De nombreux aménagements du quotidien sont possibles pour réduire l'impact d'un trouble de la mémoire de travail sur les apprentissages des élèves. Il est évident que tous ne peuvent pas être mis en place car cela demanderait trop de travail et de modifications.

Chapitre 7

La rééducation de la mémoire de travail est-elle possible ?

48

Beaucoup d'études ont montré un gain après un entraînement mais beaucoup de chercheurs sont sceptiques car les gains ne se maintiendraient pas dans le temps ou n'auraient pas d'impacts sur les autres capacités cognitives, donc sur les apprentissages. Certes, ces remarques semblent pertinentes mais elles ont des explications rationnelles. En effet, l'ensemble des études scientifiques, pour des raisons pratiques, a proposé des rééducations courtes d'environ 10-20 séances. De ce fait, il paraît vraisemblable que malgré la présence d'amélioration de la mémoire de travail, ces progrès ne sont pas suffisamment robustes pour durer très longtemps, ni même pour avoir un impact sur les autres fonctions cognitives liées à la mémoire de travail.

Mais qui envisagerait de rééduquer une fonction cognitive aussi complexe que la mémoire en seulement 10 séances ? Envisagerait-on une rééducation d'une dyslexie en 10 séances ? La réponse est évidemment non.

Ainsi, dans ce chapitre, des résultats, issus d'études scientifiques, vont tenter de démontrer qu'il est possible d'améliorer la mémoire de travail chez les enfants souffrant de troubles du neurodéveloppement. Cela permet d'ouvrir le champ de la rééducation neuropsychologique en institution ou libéral afin d'aider au mieux les enfants et de soutenir également les autres prises en charges. En effet, une prise en charge orthophonique, dans le cadre d'une dyslexie, bénéficiera fortement du soutien d'une rééducation de la mémoire de travail.

Efficacité de la rééducation de la mémoire de travail

Plusieurs exemples d'études scientifiques montrent que la mémoire de travail peut être entraînée (voir dans le chapitre « références bibliographiques » les références de ces articles). Cela est notamment vrai pour les enfants présentant un Trouble Déficitaire de l'Attention avec/ sans Hyperactivité pour lesquels plusieurs études démontrent un gain significatif après entraînement. Par exemple, Klinberg, Forssberg & Westerberg (2002) ont proposé à deux groupes d'enfants (l'un avec TDAH et l'autre sans TDAH) un programme informatisé d'entraînement de la mémoire de travail, essentiellement dans une modalité visuo-spatiale. L'entraînement durait six semaines au rythme de 5 séances de 25 minutes par semaine (le groupe contrôle avait une version « placebo » du programme qui n'entraînait pas la mémoire de travail). Les résultats montrèrent un gain pour le groupe entraîné au niveau des épreuves de mémoire de travail visuo-spatiale, des tests des fonctions exécutives ou encore au niveau d'un test de raisonnement. Ces résultats sont confirmés par l'étude de Mezzacappa et Buckner (2010) qui a mis en évidence une amélioration des capacités de mémoire de travail d'enfants présentant un Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité, consécutivement à un entraînement informatisé durant 5 semaines. De plus, Holmes *et al.* (2010) ont montré qu'un entraînement de la Mémoire de Travail chez des enfants TDAH avait plus d'impact que la médication habituelle donnée.

Parallèlement à ces études auprès d'enfants TDAH, d'autres ont mis en évidence des gains dans d'autres populations comme :

Chez des enfants dysphasiques :

-Cadoux et Pellizarro (2011) ont mis en place une rééducation de la mémoire à court-terme verbale auprès de quelques enfants présentant une dysphasie. Elles démontrèrent une amélioration après huit séances de prise en charge destinées à faire entraîner la stratégie d'autorépétition subvocale. De même, cette amélioration avait un impact sur le lexique réceptif de ces enfants dysphasiques.

-Raguenes (2011) a également montré une amélioration de la MCT verbale d'enfants dysphasiques consécutivement à un entraînement informatisé pendant 16 séances.

Chez des enfants et adultes déficients intellectuels : (voir Bussy et Rigard (2013) pour un exposé complet des recherches dans ce domaine)

-Comblain (1994) montra qu'un entraînement sur plusieurs semaines de la MCT verbale augmentait les capacités de mémoire à court-terme verbale de personnes porteuses de Trisomie 21 (voir également Laws, MacDonald, Buckley & Broadley, 1995, ou Broadley, MacDonald et Buckley, 1989).

-Van der Molen, Van Luit, Van der Molen, Klugkist et Jonsmans (2010) ont montré qu'un entraînement de la Mémoire de Travail était possible et bénéfique avec des adolescents déficients intellectuels.

50

L'ensemble de ces études montre qu'effectivement un trouble de la mémoire de travail peut se rééduquer.

Maintien dans le temps des bénéfices observés

Seulement quelques études ont tenté de montrer que les améliorations que l'on observe immédiatement après une rééducation se maintiennent dans le temps. Par exemple, chez des personnes porteuses de Trisomie 21, le gain observé juste après l'entraînement était toujours observé trois mois après, malgré une légère baisse (Comblain, 1994). Broadley, MacDonald et Buckley (1994) avaient également montré une persistance des bénéfices à deux mois et huit mois après un entraînement. Néanmoins, Laws, MacDonald, Buckley et Broadley (1995) ont montré qu'après 3 ans (sans rééducation), les acquis obtenus n'étaient plus visibles.

Le manque de données sur le maintien dans le temps des acquis d'une rééducation vient en partie du fait que de telles études sont compliquées à mettre en place car il faut suivre les participants de nombreuses années. On peut se demander pourquoi une telle rééducation ne perdurerait pas plusieurs années comme c'est le cas par exemple lorsqu'un enfant suit une rééducation orthophonique pour une rééducation de troubles du langage oral. Le point crucial entre ces rééducations « expérimentales » et les rééducations cliniques habituelles est la durée de la prise en charge. En effet, une prise en charge clinique (comme en orthophonie ou ergothérapie) dure plusieurs années car un

trouble ne se réduit pas en quelques semaines. Or, c'est exactement ce qui se passe dans la plupart de ces études. Les participants ne sont pris en rééducation que pour une dizaine de séances tout au plus car l'objectif est de démontrer que les rééducations sont possible. C'est donc certainement cela la clé de la réussite : le nombre et l'intensité des séances de rééducation de la mémoire de travail. On peut vraisemblablement s'attendre à un maintien des acquis dès lors que les séances se feront sur plusieurs mois voire sur plusieurs années. Tout cela sera à évaluer de manière régulière par le rééducateur.

Impacts d'une rééducation sur les autres fonctions cognitives

Quelques études ont montré qu'une rééducation d'une des composantes de la mémoire de travail (Mémoire à court-terme verbale ou visuo-spatiale ou administrateur central) pouvait améliorer d'autres fonctions cognitives liées à cette mémoire. C'est ce qu'on appelle le transfert des acquis.

- Impact sur la lecture :

Loosli, Buschkuel, Perrig et Jaeggi (2012) ont proposé un entraînement de la mémoire de travail à un groupe d'enfants âgés entre 9 et 11 ans pendant deux semaines (5 séances par semaine). Les résultats ont montré qu'un entraînement de la mémoire de travail améliore les capacités en lecture de mots et en lecture de texte.

- Impact sur les mathématiques :

Witt (2011) rééduqua la mémoire de travail d'enfants âgés entre 9 et 10 ans pendant 6 semaines et compara leurs performances avant et après rééducation à celles d'un groupe non entraîné. Les résultats ont montré que le groupe entraîné avait amélioré ses performances en mémoire de travail mais également en calcul (il faisait moins d'erreurs après rééducation qu'avant). Le groupe non-entraîné n'a pas montré d'amélioration.

- Impact sur le langage oral :

Bussy, Rigard et Des Portes (2013) ont mis en place un protocole de rééducation de la MCT Verbale auprès d'enfants et de jeunes adolescents présentant une déficience intellectuelle. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact d'une telle rééducation sur les performances langagières. Nous avons comparé leurs performances (avant et après rééducation) à celles d'un groupe d'enfants

contrôles qui suivait une autre rééducation. Après 8 séances d'entraînement, nous avons démontré une amélioration de la MCT verbale mais également une amélioration du lexique, de la compréhension de phrases ainsi que de certaines composantes métaphonologiques.

Concrètement, comment améliorer la mémoire de travail ?

Devant un trouble de la mémoire de travail, il existe plusieurs options ayant pour objectifs d'améliorer cette mémoire, mais elles n'ont pas toute la même efficacité. Ainsi, on peut soit *stimuler* soit *rééduquer* la mémoire de travail.

- La rééducation chez un neuropsychologue

Les psychologues spécialisés en neuropsychologie ou les psychologues cognitivistes peuvent proposer des rééducations des différentes composantes de la mémoire de travail. Le psychologue pourra évaluer de manière précise les troubles cognitifs et mettre en place un protocole de rééducation adapté à son patient. Chaque protocole est différent car de nombreux paramètres varient d'un patient à un autre.

Les neuropsychologues disposent de différents outils pour entraîner la mémoire de travail des enfants et des adultes (Prog'Ree, Editions Remédiacog ; Cogmed, Cognibulle, Editions ECPA). Il n'y a pas un bon programme de rééducation car tous les enfants ne présentent pas les mêmes difficultés. Il convient donc d'adapter les programmes à chaque enfant.

- La stimulation cognitive à la maison

Pour diverses raisons, tous les enfants souffrant de troubles de la MDT ne peuvent pas avoir accès à une rééducation neuropsychologique ou cognitive. Cependant, les parents peuvent, en plus des aménagements pédagogiques présentés précédemment, stimuler la mémoire de travail au travers d'exercices. La stimulation cognitive ne remplace évidemment pas la rééducation neuropsychologique. En effet, le neuropsychologue évalue précisément le/les processus mnésique/s défaillant/s et élabore ainsi un programme de rééducation spécifique. La stimulation cognitive est différente car elle est faite par le patient seul ou par son entourage à partir d'exercices précisément adaptés à la stimulation de la mémoire ou des exercices détournés c'est-à-dire non destinés au départ à stimuler la mémoire. Mais ces exercices sont généraux et non spécifiques aux troubles de la personne. Ils sont donc valables car ils vont entraîner la mémoire mais ils ne seront pas aussi efficaces qu'une rééducation.

L'objectif de la stimulation est de faire travailler la mémoire, de la « muscler » ou encore d'apprendre des stratégies.

On peut trouver, sur internet et dans le commerce, des exercices qui sont spécifiquement dédiés pour la stimulation de la mémoire à court-terme ou de la mémoire de travail (ex : Mémostrong, Eds Remédiacog, HappyNeuron.fr, Focus, Spatia, Editions La Cigale) ou des exercices non spécifiquement dédiés à la stimulation de la mémoire de travail permettent de la faire travailler (Par exemple, les jeux de type Sudoku).

La rééducation de la Mémoire de Travail est scientifiquement prouvée.

En fonction du trouble décelé, le psychologue adaptera la stratégie la plus efficace pour améliorer le déficit mnésique. Ces améliorations peuvent se maintenir dans le temps dès lors que la rééducation est suffisante. De plus, la rééducation de la mémoire de travail a un impact sur les autres fonctions cognitives qui y sont liées et peut donc entraîner des bénéfices sur les apprentissages scolaires.

Chapitre 8

Références bibliographiques

Voici la liste des articles et livres principaux dans lesquels les informations ont été recueillies.

Livres/chapitres de Livres :

- Alloway, T.P. (2011). Improving working memory. Supporting students' learning. London : Sage.
- Alloway, T. Alloway, R. (2013). The working memory advantage. New York : Simon & Schuster
- Baddeley, A.D., Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed), The psychology of learning and motivation: advances in research and theory (Vol. 8, PP. 47-89). New-York, NY : Academic Press.
- Bussy, G., Kientz, C. (2012). Syndrome de l'X-Fragile. Guide Ressource pour comprendre et accompagner. Remédiacog Editions.
- Bussy, G., Rigard, C. (2013). Intérêt de la rééducation de la mémoire de travail dans la déficience intellectuelle. In R. Broca (Eds), la déficience intellectuelle face au progrès des neurosciences. Lyon : Chroniques Sociales.
- Cadoux, S., Pellizzaro, A. (2011). Mise en place d'un protocole de rééducation de la mémoire à court-terme verbale avec des enfants dysphasiques. Mémoire Ecole d'Orthophonie ISTR, Université Lyon 1.
- Comblain, A., Thibault, J.P. (2009). Approche neuropsychologique du syndrome de Down. In M. Poncelet, S. Majerus, M. van der Linden (Eds), traité de neuropsychologie de l'enfant (pp.492-523). Marseille : Solal.
- De Jong, P.F. (2006). Understanding normal and impaired reading development : a working memory perspective. In Pickering, S.J. (Ed) Working memory and Education. New York: Academic Press.
- Gaonac'h, D., Pross, N. (2005). Le développement de la mémoire de travail. In C. Hommet, I. Jambaqué, C. Billard & P. Gillet (Eds.), *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (pp 185-203). Marseille : Solal.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P. (2008). Working memory and learning. A practical guide for teachers. London: Sage Publications.
- Grégoire, J. (2006). L'examen Clinique de l'intelligence de l'enfant: Fondements et pratique du WISC IV. Paris : Mardaga.
- Kellogg, R.T.(1996). A model of working memory in writing. In C.M. Levy & S.E. Randell (Eds), The Science of writing. Theories, methods, individual differences and applications, (pp57-71). Mahwah, NJ: Laurence Edition.

- Mackintosh, N-J. (2004). *QI et Intelligence Humaine*. Louvain la Neuve : De Boeck Université.
- Madigan, R.J., Linton, P.W., Johnson, S. (1996). The paradox of writing apprehension. In C.M. Levy & S. E. Randsell (Eds), *The Science of writing: theories, methods, individual differences and applications*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Mayers, C.A., Perry, J.R. (Eds) (2012). *Cognition and Cancer*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mazeau, M. (2005). *Neuropsychologie des troubles des apprentissages. Du symptôme à la rééducation*. Paris : Masson.
- Noel, M.P. (2005). Rôle de la mémoire de travail dans l'apprentissage du calcul. In A. van Hout, C. Meljac & J.Fischer (Eds), *troubles du calcul et dyscalculie chez l'enfant* (pp.186-194). Paris : Masson.
- Pickering, S.J. (Ed) (2006). *Working memory and Education*. New York: Academic Press.
- Roy, A., Roulin, J-L., Le Gall, D. (2007). Capacités de mémoire de travail chez l'enfant cérébro-lésé. In G. Aubin, F. Coyette, Pradat-Diehl, P., C. Vallat-Azouvi (Eds). *Neuropsychologie de la mémoire de travail* (pp 295-320). Marseille : Solal.

Articles

- Alloway, T.P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1(4), 134-139.
- Alloway, T.P. (2007). Working memory, reading, and mathematical skills in children with developmental coordination disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 20-36.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Adams, A.M., Willis, C. (2005). Working memory abilities in children with special educational needs. *Educational and Child Psychology*, 22(4), 56-67.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Willis, C., Adams, A.M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85-106.
- Archibald, L.M., Gathercole, S.E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 42(6), 675-693.
- Baddeley, A., Gathercole, S., Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173.
- Baker, S., Hooper, S., Skinner, M., Hatton, D., Schaaf, J., Ornstein, P., Bailey, D. (2011). Working memory subsystems and task complexity in young boys with Fragile X syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(1), 19-29.
- Barrouillet, P., Camos, V., Morlaix, S., Suchaut, B. (2008). Progressions scolaires, mémoire de travail et origine sociale : quels liens à l'école élémentaire ? *Revue Française de Pédagogie*, 162, 5-14.
- Broadley I. & MacDonald M. (1993) Teaching short-term memory skills to children with Down's syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 1, 56-62.
- Broadley, I., MacDonald, J., Buckley, S. (1994). Are children with Down's syndrome able to maintain skills learned from a short-term memory training? *Down Syndrome Research and Practice*, 2(3), 116-122.

- Bull, R., Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability : inhibition, switching and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Burden, M.J., Jacobson, S.W., Sokol, R.J., Jacobson, J.L. (2005). Effects of prenatal alcohol exposure on attention and working memory at 7.5 years of age. *Alcohol Clinical Exposure Research*, 29(3), 443-452.
- Bussy, G., Rigard, C., des Portes, V. (2013). Impact d'un entraînement de la mémoire à court-terme verbale sur le langage d'enfants ayant une déficience intellectuelle. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 24, 141-151.
- Broadley, I., MacDonald, J. (1993). Teaching short-term memory skills to children with Down's syndrome. *Down syndrome Research and Practice*, 1(2), 56-62.
- Comblain, A. (1994). Working memory in Down's syndrome: training the rehearsal strategy. *Down Syndrome Research and Practice*, 2(3), 123-126.
- Conners, F.A., Rosenquist, C.J., Arnett, L., Moore, M.S., Hume, L.E. (2008). Improving memory span in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52(3), 244-255.
- Conners F. A., Rosenquist C. J. & Taylor L. A. (2001). Memory training for children with Down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7, 25-33.
- de Jong, P.E. (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 75-96
- Demont, E., Botzung, A. (2003). Contribution de la conscience phonologique et de la mémoire de travail aux difficultés en lecture : étude auprès d'enfants dyslexiques et apprentis lecteurs. *L'Année Psychologique*, 103(3), 377-409.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 410-417.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P. (2006). Practitioner Review: short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: diagnosis and remedial support. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(1), 4-15.
- Gathercole, S.E., Baddeley, A.D. (1993). Phonological Memory deficits in language disordered children: is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.
- Gathercole, S.E., Baddeley, A.D. (1993). Phonological working memory : a critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of the Psychology of Education*, 8, 259-272.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., Place, M., Dunning, D.L., Hilton, K.A., Elliott, J.G. (2010). Working memory deficits can be overcome: impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 827-836.
- Jarrold, C., Baddeley, A.D. (1997). Short-term memory for verbal and spatial information in Down's syndrome. *Cognitive Neuropsychiatry*, 2(2), 101-122.
- Jarrold, C., Baddeley, A.D. (2001). Short-term memory in Down syndrome: applying the working memory model. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 17-23.
- Jarrold, C., Baddeley, A.D., Hewes, A.K. (1999). genetically dissociated components of working memory: evidence from Down's and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37, 637-651.

- Jarrold, C., Baddeley, A.D., Hewes, A.K. (2000). Verbal short-term memory deficits in Down syndrome: a consequence of problems in rehearsal? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40(2), 233-244.
- Kibby, M.Y. (2009). Memory functioning in developmental dyslexia: an analysis using two clinical memory measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(3), 245-254.
- Laws, G., MacDonald, J., Buckley, S., Broadley, I. (1995). Long-term maintenance of memory skills taught to children with Down's syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 3(3), 103-109.
- Linck, J.A., Osthus, P., Koeth, J.T., Bunting, M.F. (2013). Working memory and second language comprehension and production: a metanalysis. *Psychon. Bull. Rev.* DOI 10.3758/s13423-013-0565-2
- Loosli, S.V., Buschkuehl, M., Perrig, W.J., Jaeggi, S.M. (2012). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, iFirst, 1-17.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to-eight year-old children. *Neuropsychologia*, 36, 273 – 293.
- Majerus, S., Glaser, B., van der Linden, M., Eliez, S. (2006). A multiple case study of verbal short-term memory in VCFS. *Journal of Intellectual Disability Research*, 50(6), 457-69
- Majerus, S., Laureys, S., Collette, F., Del Fiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., van der Linden, M., Maquet, P., Metz-Lutz, M-N. (2003). Phonological short-term memory networks following recovery from Landau-Kleffner syndrome. *Human Brain Mapping*, 19(3), 133-144.
- Majerus, S., van der Linden, M., Braissand, V., Eliez, S. (2007). Verbal short-term memory in individuals with chromosome 22q11 deletion : specific deficit in serial order retention capacities ? *American Journal on Mental Retardation*, 112(2), 79-93.
- Majerus, S., Van der Linden, M., Poncelet, M., Metz-Lutz, M-N. (2004). Can phonological semantic short-term memory be dissociated ? Further evidence from Landau-Kleffner syndrome. *Cognitive Neuropsychology*, 21(5), 491-512.
- Mezzacappa, E., Buckner, J.C. (2010). Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: a school-based pilot study. *School Mental Health*, doi 10.1007/s12310-010-9030-9.
- Munir, F., Cornish, K.M., Wilding, J. (2000). Nature of the working memory deficit in Fragile X syndrome. *Brain and Cognition*, 44, 397-401.
- Passolunghi, M.C., Vercelloni, B., Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22, 165-184.
- Pickering, S.J., Gathercole, S.E. (2004). Distinctive working memory profiles in children with special education needs. *Educational Psychology*, 24(3), 393-408.
- Raguene, A. (2011). Mémoire auditivo-verbale chez l'enfant : entraînement informatisé de l'empan de rythmes, syllabes et mots. *Glossa*, 110, 86-110.
- Van der Molen, M.J., Van Luit, J.E.H., Van der Molen, M.W., Klugkist, I., Jongmans, M.J. (2010). Effectiveness of a computerized working memory training in adolescents with mild to borderline intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 433-447.

- Vicari, S., Bellucci, S., Carlesimo, G.A. (2003). Visual and spatial working memory dissociation: evidence from Williams syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45, 269-273.
- Vicari, S., Bellucci, S., Carlesimo, G.A. (2006). Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 126-131.
- Vicari, S., Carlesimo, G.A. (2006). Short-term memory deficits are not uniform in Down and Williams syndromes. *Neuropsychological Review*, 16, 87-94.
- Witt, M. (2011). School based working memory training: preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 7-15.

Autres articles intéressants sur la rééducation de la mémoire de travail:

- Buschkuhl, M., Jaeggi, S.M. (2010). Improving intelligence: a literature review. *Swiss Medical Weekly*, 140 (19-20), 266-272.
- Gathercole, S., Wake, M. (2011). Can improving working memory prevent academic difficulties? A school based randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 11: 57
- Gray, S.A., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., Hockenberry, M., Tannock, R. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention, and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53, 12, 1277-1284.
- Jaeggi, S.M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y.F., Jonides, J., Perrig, W.J. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning – implications for training and transfer. *Intelligence*, 6, 625-635.
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Perrig, W.J. (2008). Improving Fluid intelligence with training on working memory. *PNAS*, 105 (19), 6829-6833.
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Shah, P. (2011). Short – and long term benefits of cognitive training. *PNAS*, 108(25), 10081-10086.
- Jausovec, N., Jausovec, K. (2012). Working memory training: improving intelligence: changing brain activity. *Brain and Cognition*, 79, 96-106.
- Kim, I.H. (2006). Intervention of short-term and working memory impairments in closed-head injury: a literature review. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 33, 160-171.
- Melby-Lervag, M., Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270-291.
- Salminen, T., Strobach, T., Schubert, T. (2012). On the impacts of working memory training on executive functioning. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1-14.
- Soderqvist, S., Nutley, S.B., Ottersen, J., Grill, K.M., Klingberg, T. (2012). Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with intellectual disability. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 271.
- Slagter, H.A. (2012). Conventional working memory training may not improve intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(12), 582-583.
- Shipstead, A., Redick, T.S., Engle, R.W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*,

La Mémoire de Travail à l'Ecole.

Pour comprendre et Accompagner au quotidien

Gérald Bussy

De nombreux enfants présentant un trouble du neurodéveloppement (troubles dys, déficience intellectuelle, syndromes génétiques...) manifestent un déficit de la mémoire de travail.

Or, la mémoire de travail est indispensable au développement et au bon fonctionnement de nombreux processus comme le langage, la lecture, le calcul, le raisonnement...

Ainsi, de nombreuses difficultés scolaires sont directement liées à ce déficit de la mémoire de travail.

Il est donc indispensable de l'identifier, le comprendre et proposer des aides aux enfants qui en souffrent.

aides aux enfants qui en souffrent.

Il est donc indispensable de l'identifier, le comprendre et proposer des

déficit de la mémoire de travail.

Ainsi, de nombreuses difficultés scolaires sont directement liées à ce

calcul, le raisonnement...

fonctionnement de nombreux processus comme le langage, la lecture, le

Or, la mémoire de travail est indispensable au développement et au bon

manifestent un déficit de la mémoire de travail.

ISBN : 978-2-9543342-4-0

