

Apprentissages scolaires et mémoire de travail / mémoire à court terme

Apprentissages scolaires et mémoire de travail / mémoire à court terme

Steve Majerus - UR Psychologie et Neurosciences Cognitives – PsyNCog

Dans cette contribution, nous allons présenter le concept de la mémoire à court terme / mémoire de travail, son importance pour la compréhension des difficultés d'apprentissage chez l'enfant, et les stratégies à mettre en place pour travailler avec des enfants ayant des capacités de mémorisation à court terme amoindries dans un contexte scolaire. La contribution est structurée autour de questions identifiées par les enseignants et apporte des réponses mettant l'accent sur les implications pratiques. Pour des informations théoriques et empiriques plus complètes, le lecteur est invité à consulter les références listées à la fin.

- [A quoi sert la mémoire à court terme / mémoire de travail ?](#)
 - [Comment la mémoire à court terme / mémoire de travail intervient-elle dans les apprentissages scolaires ?](#)
 - [Quelles sont les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail et comment évoluent-elles au cours du développement?](#)
 - [Qui parmi mes élèves présente des difficultés de la mémoire à court terme / mémoire de travail ?](#)
 - [Quelles sont les bases cérébrales de la mémoire à court terme / mémoire de travail ?](#)
 - [Comment optimiser les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail chez mes élèves? L'importance de l'activation optimale des informations en mémoire à long terme](#)
 - [Comment optimiser les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail chez mes élèves? L'importance de l'utilisation efficace de stratégies de mémorisation](#)
 - [Stimuler les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail via un entraînement direct et des jeux informatisés : mission impossible ?](#)
 - [Lectures recommandées](#)
-

A quoi sert la mémoire à court terme / mémoire de travail ?

La mémoire à court terme définit notre capacité à mémoriser des informations et à les maintenir dans un format accessible à la conscience, aussi longtemps que nécessaire pour la réalisation d'une tâche. Le maintien à court terme des informations est fondamental pour relier le passé récent au futur récent, et permet de garder disponibles à l'esprit humain les informations les plus pertinentes lors de la réalisation d'une tâche cognitive. On parle de mémoire de travail quand l'information ne doit pas seulement être maintenue, mais quand elle doit également être transformée, combinée, manipulée et/ou mise à jour de façon continue. La mémoire à court terme et la mémoire de travail se situent sur un continuum et il n'y a pas de frontière précise entre les deux entités. Il s'agit de fonctions cognitives qui sont en interaction avec d'autres systèmes cognitifs comme la mémoire à long terme, l'attention et le contrôle cognitif, ainsi que de systèmes impliqués dans la représentation de l'ordre d'apparition des événements. La mémorisation à court terme est donc une activité particulièrement difficile pour l'être humain car elle relève de la mise en œuvre coordonnée et synchronisée de plusieurs systèmes cognitifs et de leurs substrats cérébraux, dans le but de maintenir des informations dans un format structuré et accessible à la conscience en vue de leur utilisation dans une tâche cognitive (pensée, résolution de problème, calcul mental). Cette capacité de mémorisation temporaire intervient de façon déterminante dans les capacités d'apprentissage, car elle permet un encodage précis et le rafraîchissement/la répétition des informations à apprendre.

Comment la mémoire à court terme / mémoire de travail intervient-elle dans les apprentissages scolaires ?

La mémoire à court terme / mémoire de travail intervient dans toutes les situations où des informations doivent être activées et maintenues temporairement, pour être éventuellement transformées et manipulées par la suite. Ces situations sont extrêmement fréquentes dans un contexte scolaire : maintien des consignes (par exemple : prenez un crayon rouge pour souligner tous les verbes, et un crayon bleu pour tous les substantifs, excepté les noms propres), calcul mental, résolution de problèmes, écoute d'un exposé oral, répétition de mots et de phrases d'une langue étrangère, analyse et structuration d'un texte, planification et structuration d'une réponse orale, imagerie mentale, rotation mentale, imagerie musicale, décodage d'une forme orthographique peu familière.

Un enfant ayant de faibles capacités de mémoire à court terme / mémoire de travail va décrocher très rapidement dans ce type de situations, et sans aménagements de la part de l'enseignant, ne pourra pas suivre le rythme d'apprentissage moyen. Les tâches de mémoire à court terme, et surtout de mémoire de travail, comptent d'ailleurs parmi les plus puissants prédicteurs de nos capacités d'intelligence fluide (facteur g). Les capacités de la mémoire à court terme verbale sont également de bons prédicteurs des capacités d'apprentissage du langage oral (vocabulaire de la langue maternelle et de langues étrangères) et du langage écrit (surtout pendant les premiers mois d'apprentissage du code écrit et le processus de lecture par décodage). Les capacités de la mémoire à court terme verbale et visuelle et de la mémoire de travail sont de bons prédicteurs des aptitudes de calcul mental et de résolution de problèmes.

Quelles sont les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail et comment évoluent-elles au cours du développement?

Même si les chercheurs débattent toujours du nombre exact d'informations que nous pouvons maintenir en mémoire à court terme / mémoire de travail, une chose est certaine, notre mémoire à court terme / mémoire de travail a des capacités très limitées. Ces capacités dépendent d'ailleurs fortement de la familiarité et de la complexité des informations à maintenir, et des liens qui peuvent exister entre ces informations. Ainsi, un adulte de 20 ans peut maintenir une liste de 6-7 chiffres, une liste de 5-6 mots familiers, mais seulement une liste de 2-3 pseudo-mots (tels que vanslab, terzoef, vrymug).

Chez l'enfant, ces capacités sont bien moindres : un enfant de 5 ans peut maintenir des listes de seulement 4-5 chiffres, et de 2-3 mots.

De manière générale, les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail évoluent de manière linéaire jusqu'à l'âge adulte, le maximum des capacités étant atteint chez le jeune adulte, au moment où le processus de maturation des structures cérébrales frontales s'achève.

Notre capacité à mémoriser des informations dépend en réalité des correspondances qui peuvent exister en mémoire à long terme : plus les informations sont directement et facilement activables en mémoire à long terme, plus facilement seront-elles maintenues à court terme.

Ainsi, quand nous devons maintenir des phrases, notre empan ne sera pas de 5-6 mots, mais de plus de 15 mots, car les mots d'une phrase vont être regroupés par les règles syntaxiques qui les définissent, par leurs liens sémantiques, et par le contexte thématique plus général induit par la phrase. Une des implications de cette situation est que les enfants scolarisés dans une langue étrangère vont avoir plus de difficultés à maintenir à court terme des informations verbales que leurs pairs instruits en langue native, car les mots et phrases prononcés par l'enseignant vont moins rapidement et facilement trouver des correspondances en mémoire à long terme ; ces enfants vont devoir utiliser davantage les ressources de leur mémoire à court terme/mémoire de travail pour maintenir à court terme des informations qu'ils auront du mal à comprendre, surtout quand ils sont encore peu familiers avec le français. La mémoire à long terme est ainsi un très puissant déterminant de la mémoire à court terme/mémoire de travail, et ceci a des implications importantes pour les pratiques d'enseignement.

Plus l'enseignant peut activer chez ses élèves des informations déjà contenues en mémoire à long terme, plus il va décharger la mémoire à court terme de ses élèves, et plus facilement ses élèves vont-ils le suivre dans son exposé et ses consignes. Finalement, les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail dépendent également d'autres capacités cognitives, telles que les capacités attentionnelles et les capacités à encoder l'ordre d'apparition des informations. Chaque situation qui augmente la charge attentionnelle (présentation d'informations à mémoriser mélangées avec d'autres informations ou présentées dans un contexte scolaire bruyant) et/ou nécessite le maintien de l'ordre d'apparition des informations présentées (par exemple, l'ordre des chiffres et opérateurs lors d'un calcul mental ; la séquence des événements dans un texte) va rendre la tâche de mémorisation à court terme de plus en plus difficile pour l'élève.

Qui parmi mes élèves présente des difficultés de la mémoire à court terme / mémoire de travail ?

Tout d'abord, il faut savoir que, chez nous tous, les capacités de mémoire à court terme / mémoire de travail sont variables, et dépendent de notre état de fatigue et de notre âge. Les capacités de la mémoire à court terme/mémoire de travail sont maximales chez le sujet adulte jeune, et déclinent à partir de l'âge de 40 ans. Toute tâche nécessitant le maintien simultané de 3-4 informations ou plus va demander beaucoup d'effort cognitif, et rapidement induire un état de fatigue cognitive et une sensation de débordement cognitif. Ceci est d'autant plus vrai chez des enfants jeunes ayant des capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail de base encore très faibles. Pour l'enseignant, un élément clé pour favoriser les apprentissages scolaires est de veiller constamment à adapter son discours afin que le nombre d'informations à traiter à un moment donné ne dépasse pas les capacités de l'enfant. Ceci n'est pas une tâche facile car, dans une classe donnée, l'enseignant aura en face de lui des enfants ayant des capacités de mémoire à court terme / mémoire de travail différentes, déterminant leur capacité à suivre les instructions, de raisonnement et de résolution de problèmes, et in fine, leur vitesse d'apprentissage. Par exemple, dans une classe d'enfants de 7 ans, certains enfants vont pouvoir mémoriser temporairement 5 informations familières, alors que d'autres enfants vont déjà être en difficulté pour 3 informations.

Jusqu'à présent, nous avons parlé uniquement des enfants ne présentant pas de troubles du développement. Des limitations de la mémoire à court terme / mémoire de travail sont en effet une

caractéristique très fréquente des troubles du développement cognitif. De manière générale, les troubles des apprentissages sont associés à de faibles capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail. Les enfants présentant une dyslexie ont des capacités de la mémoire à court terme très souvent réduites ; ces difficultés ne peuvent pas être expliquées uniquement par les difficultés de perception langagière associée à la dyslexie, car elles sont observées aussi bien pour des tâches de mémoire à court terme impliquant du matériel auditivo-verbal que du matériel visuel ; ces difficultés s'accroissent, ceci quand l'ordre d'apparition des informations doit également être retenu. De même, les enfants présentant une dysphasie (troubles du développement du langage oral) ont des capacités de mémoire à court terme / mémoire de travail réduites.

La dyscalculie est une autre population caractérisée par des limitations de la mémoire à court terme et ceci particulièrement pour des tâches impliquant le maintien de l'ordre d'apparition des informations et la manipulation des informations maintenues. Les enfants présentant un déficit de l'attention (ADHD) présentent également des capacités amoindries à stocker temporairement des informations verbales et visuo-spatiales.

Dans certains syndromes génétiques associés avec un retard mental, des difficultés de la mémoire à court terme / mémoire de travail, parfois très contrastées, sont observées. Ainsi, le syndrome de Down (trisomie 21) et le syndrome X Fragile (mutation du gène fMR1 au niveau du chromosome X) sont associés à une mémoire à court terme verbale particulièrement faible, alors que la mémoire à court terme visuo-spatiale présente des capacités plus élevées.

Une situation inverse peut être observée dans le syndrome de Williams (microdélétion 7q11) et dans le syndrome vélo-cardio-facial (microdélétion 22q11.2), où un avantage relatif est observé pour la mémoire à court terme verbale ; en même temps, la rétention de l'ordre d'apparition des informations verbales pose problème dans la microdélétion 22q11.2. Il est également très important de tenir compte des différences interindividuelles caractérisant les populations d'enfants avec anomalies génétiques : tous les enfants ne vont pas présenter un profil de performances correspondant au profil moyen décrit ici, et il est important que l'enseignant tienne compte des spécificités de chaque enfant à ce niveau.

Quelles sont les bases cérébrales de la mémoire à court terme / mémoire de travail ?

Le substrat cérébral de la mémoire à court terme / mémoire de travail ne correspond pas à une localisation cérébrale précise et limitée, mais est défini par l'activation simultanée et synchronisée de plusieurs réseaux cérébraux, en partie partagés avec d'autres fonctions cognitives. Un premier réseau est représenté par un circuit fronto-pariétal, bilatéral ou latéralisé à gauche (voir figure ci-dessous).

Ce réseau est impliqué dans la focalisation de l'attention en fonction des exigences d'une tâche, permettant, dans un contexte de tâche de mémoire à court terme / mémoire de travail, de concentrer les ressources attentionnelles sur les stimuli à mémoriser, et d'inhiber les informations non-pertinentes et distrayantes. Ce réseau fronto-pariétal intervient à la fois dans les tâches de mémoire à court terme verbale et visuo-spatiale.

Le préfrontal dorso-latéral et ventral intervient dans les tâches de mémorisation à court terme quand les exigences de contrôle cognitif augmentent (manipulation de l'information stockée, mémoire de travail) ou quand il y a beaucoup d'interférence entre les informations à stocker.

Le cortex frontal ventral postérieur gauche (Aire de Broca) permet le rafraichissement de l'information via le processus de récapitulation articulatoire subvocale (voir également ci-dessous). En ce qui concerne la mémoire à court terme verbale, un autre réseau qui est activement recruté est le réseau langagier englobant les régions temporales supérieures, moyennes et inférieures.

Selon certains auteurs, ce serait dans ce réseau que les représentations en mémoire à court terme seraient créées et stockées, via l'activation temporaire des connaissances linguistiques encodées dans ces régions, en accord avec les données présentées plus haut et démontrant l'impact important des connaissances en mémoire à long terme pour le maintien à court terme. Le même phénomène s'observe pour la mémoire à court terme visuo-spatiale, où ce sont les activations temporaires du cortex visuel qui permettent de prédire la nature des stimuli maintenus en mémoire à court terme.

On constate que la mémoire à court terme / mémoire de travail est une situation cognitive qui recrute de nombreux circuits cérébraux, certains pour tous les types de stimuli, d'autres de manière spécifique pour une modalité sensorielle donnée. La difficulté d'une tâche de mémoire à court terme / mémoire de travail est de synchroniser l'activité neuronale dans les systèmes attentionnel/de contrôle cognitif et sensoriels afin de pouvoir maintenir avec succès des informations à court terme.

On comprend également qu'une activité neuronale aussi étendue et complexe est vulnérable, et risque de s'effondrer dès qu'il y a la moindre défaillance au sein d'une des composantes. Les situations de mémoire à court terme et de mémoire de travail sont ainsi des situations qui nécessitent une connexion optimale entre différentes régions cérébrales.

Par ailleurs, chez l'enfant, certaines des composantes neuronales sont encore immatures, et cela particulièrement pour les composantes frontales et préfrontales dont la myélinisation (qui favorise le transfert de l'information entre neurones) n'atteint sa maturation que vers l'âge adulte.



Figure 1. Représentation schématique des régions et réseaux cérébraux impliqués dans la mémoire à court terme / mémoire de travail verbale.

Comment optimiser les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail chez mes élèves ? L'importance de l'activation optimale des informations en mémoire à long terme

Étant donné la dépendance étroite entre la mémoire à court terme et la mémoire à long terme, il est évident qu'une information peut être maintenue plus facilement à court terme si elle est activable en mémoire à long terme. D'un point de vue de l'enseignant, il faut veiller à l'utilisation d'un vocabulaire adapté au niveau de vocabulaire et de compréhension lexico-sémantique des élèves. Ceci implique de situer les informations présentées dans un contexte plus général et qui a du sens pour l'élève. Par exemple, l'apprentissage par cœur de la chronologie des rois Valois de France (il y en a 13), sans autre mise en contexte, va solliciter lourdement la mémoire à court terme, car l'enfant devra maintenir temporairement une liste d'informations arbitraires et déconnectées, et par conséquent, l'apprentissage à long terme de ces informations va être très pénible. Par contre, si pour chaque roi, l'enfant a reçu des informations sur ses qualités et défauts, ses accomplissements, ses disputes avec d'autres rois, et s'il a été exposé à une image du roi ou un film dans lequel il figure, alors le nom de chaque roi sera associé à des informations qui ont du sens à l'enfant, et l'apprentissage pourra se faire sans trop solliciter la mémoire à court terme. De la même façon, les problèmes mathématiques devraient utiliser des phrases simples et courtes allant droit au but, avec des mots familiers et concrets.

Un bon exemple pour des enfants de 8 ans serait :

Mon ami Gauthier achète le jeu vidéo Mario 3D land. Le jeu coûte 39 euros. Il paye avec un billet de 50 euros. Combien d'argent est-ce qu'il lui reste ?

Un mauvais exemple pour ces enfants de 8 ans serait :

Monsieur De Montmirail doit remplacer le carburateur de sa machine à tondre le gazon. Le cout de revient de la réparation est de 120 euros. Monsieur de Montmirail tend un billet de 200 euros au réparateur. Combien le réparateur doit-il à Monsieur Dupont ?

Si les ressources de la mémoire à court terme et de la mémoire de travail doivent d'abord être utilisées pour décoder les phrases et inférer des informations qui ne sont pas clairement véhiculées par les phrases, un enfant ayant des capacités de mémoire à court terme / mémoire de travail va très rapidement se trouver en difficulté ; par contre, ce même enfant a plus de chances de résoudre le problème arithmétique si l'énoncé est clair, simple, direct et utilise un vocabulaire et des situations correspondant à son vécu. Il est aussi évident que des enfants dont la langue maternelle n'est pas le français et ayant appris seulement récemment la langue française vont avoir plus de difficultés pour ce type de problèmes car leur mémoire à court terme va être déjà fortement occupée par l'analyse linguistique du problème arithmétique, laissant peu de ressources pour la résolution du problème en tant que tel (voir supra).

Comment optimiser les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail chez mes élèves? L'importance de l'utilisation efficace de stratégies de mémorisation

Une stratégie relativement simple à mettre en place, si elle n'est pas déjà utilisée de façon spontanée par l'enfant, est celle de la récapitulation articulatoire subvocale. Cette stratégie permet de rafraichir les informations à maintenir en les répétant subvocalement, pendant leur présentation et/ou pendant le délai de rétention. Cette stratégie est utilisée assez souvent de façon spontanée par le sujet adulte, et les enfants commencent à utiliser cette stratégie à partir de 7 ans. Afin d'aider l'enfant à utiliser cette stratégie, il suffit de le rendre conscient de la possibilité de cette stratégie, et d'utiliser la stratégie avec lui. Par exemple, l'enseignant présente une liste de mots, et invite l'enfant à répéter la liste immédiatement après sa présentation, d'abord à voix haute, ensuite de façon subvocale (dans sa 'tête').

Ce type d'entraînement stratégie a fait ses preuves auprès d'enfants ayant des faiblesses de la mémoire à court terme/mémoire de travail associées à des difficultés de la lecture, ainsi qu'auprès d'enfants ayant des déficits de la mémoire à court terme suite à un traumatisme crânien. Il faut cependant noter que quand les difficultés de la mémoire à court terme sont très importantes, cette stratégie risque d'être perçue comme très pénible, car les informations vont disparaître très rapidement du champ de conscience de l'enfant, avant qu'il n'ait eu la chance de les récapituler. De même, la stratégie de récapitulation articulatoire subvocale est peu utilisée de manière spontanée avant l'âge de 7 ans, et un entraînement à l'utilisation de cette stratégie avant cet âge sera probablement d'une efficacité limitée.

Mentionnons également que des travaux récents indiquent l'existence d'un mécanisme similaire au niveau du rafraichissement d'informations visuo-spatiales via une recirculation de l'information à travers le focus attentionnel. Il n'existe cependant pas encore de travaux qui auraient exploré l'utilisation stratégique et l'entraînement de ce mécanisme. Une autre stratégie pour renforcer le maintien temporaire d'informations verbales est l'utilisation d'un codage multimodal, en encodant une information à la fois au niveau verbal, sémantique et visuel, via la génération d'une image mentale pour chaque information verbale présentée. Pour les informations présentées visuellement, une stratégie peut être proposée, en invitant l'enfant à générer des étiquettes verbales décrivant les images à mémoriser, comme par exemple verbaliser les chiffres et opérateurs d'une opération de calcul, ou décrire verbalement les formes géométriques à analyser. Une représentation des informations à maintenir sous forme de plusieurs codes rend les informations plus robustes et plus distinctives en même temps, augmentant les chances qu'au moment de la restitution des informations au moins un des codes associés est encore activé et permet le rappel correct de l'information. L'efficacité de cette stratégie a pu être démontrée auprès d'enfants présentant une réduction très importante des capacités de rétention à court terme d'informations verbales.

Stimuler les capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail via un entraînement direct et des jeux informatisés : mission impossible ?

Il existe actuellement des programmes informatisés proposant des exercices ludiques censés stimuler la mémoire à court terme / mémoire de travail (Cogmed - <http://www.cogmed.com/francais>; Jungle Memory - <http://junglememory.com/>). Ces programmes ont l'avantage d'entraîner plusieurs aspects de la mémoire à court terme / mémoire de travail en même temps (rétention verbale, rétention visuo-spatiale, manipulation de l'information ...) et de s'adapter aux capacités individuelles de chaque enfant. Certains de ces programmes sont accessibles à un large public (Jungle Memory).

Il faut noter que l'efficacité de ces programmes d'entraînement n'a pas encore pu être clairement démontrée, les progrès observés chez le sujet typique étant souvent relativement modestes et limités aux tâches entraînées ou à d'autres tâches étant très similaires aux tâches entraînées (Von Bastian & Oberauer, 2013). Ceci ne signifie pas que l'utilisation de ce type de batteries ne pourrait pas être intéressante pour des enfants ayant des déficits avérés de la mémoire à court terme / mémoire de travail (ADHD, dyslexie).

Cependant, la plupart des études réalisées ont porté surtout sur des populations typiques, et les quelques études réalisées auprès d'enfants avec déficits avérés du stockage à court terme ont fourni des résultats contradictoires (Von Bastian & Oberauer, 2013). Un des avantages de ce type de batteries est en même temps leur désavantage : comme tous les aspects impliqués dans la mémoire à court terme / mémoire de travail sont entraînés en même temps et de façon non ciblée, ces batteries ne permettent pas de cibler le ou les quelques composantes qui sont réellement problématiques chez un enfant. Comme nous l'avons vu, les déficits de la mémoire à court terme / mémoire de travail peuvent être fort hétérogènes, et il est très rare qu'un enfant ayant une faible mémoire à court terme/mémoire de travail présente des déficits pour toutes les composantes impliquées. En ce qui concerne l'enfant typique, il est également important d'observer que ses capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail sont déjà entraînées de façon intensive via l'éducation scolaire.

Dès son jeune âge, l'enfant en situation scolaire est constamment confronté à des situations où sa mémoire à court terme / mémoire de travail est plus ou moins fortement sollicitée, que ce soit pour le maintien des consignes d'un exercice à réaliser, le calcul mental, la répétition de mots et de phrases qui n'ont pas encore beaucoup de sens pour lui, l'écriture sous dictée, le décodage d'un mot écrit quand les correspondances graphème-phonème ne sont pas encore automatisées et procéduralisées. En réalité, il est difficile de s'imaginer un milieu qui serait plus stimulant pour la mémoire à court terme/mémoire de travail que celui de l'éducation scolaire. On peut donc partir du principe que les enfants scolarisés présentent des performances correspondant aux limites maximales de leur mémoire à court terme / mémoire de travail, et qu'il est difficile de s'imaginer qu'un entraînement via des batteries informatisées puisse encore apporter des gains substantiels en termes de capacités de la mémoire à court terme / mémoire de travail.

Lectures recommandées

- Majerus, S., & Poncelet, M. (2009). Troubles de la rétention à court terme. In M. Poncelet, S. Majerus, & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de Neuropsychologie de l'Enfant* (pp. 221-243). Marseille: Solal.
- Majerus, S. (2013). Language repetition and short-term memory: An integrative framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 357-doi: 310.3389/fnhum.2013.00357.
- Majerus, S. (2014). L'évaluation de la mémoire à court terme. In X. Seron & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique – 2ème édition* (pp. 166-177). Marseille: Solal.

[? Retour à la page des Dossiers](#)

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/51365/apprentissages-scolaires-et-memoire-de-travail-memoire-a-court-terme>