



La mémoire de travail

Problématique

S'il est une fonction du cerveau à laquelle nous devons accorder la plus grande attention chez les élèves, c'est la fonction exécutive « mémoire de travail ». C'est en effet elle qui nous permet en relation avec de nombreuses autres fonctions cognitives, de traiter les situations de la vie quotidienne, de l'apprentissage et de l'exécution des tâches. C'est l'atelier exécutif du cerveau par excellence.

Toute la question repose sur la capacité avec laquelle la mémoire de travail peut traiter les informations, plus ou moins nombreuses, plus ou moins complexes. Dans quelles limites quantitatives et qualitatives peut-on espérer qu'un élève puisse prendre en compte les informations, les retenir momentanément pour les traiter. Va-t-il les oublier aussitôt ? Quelles précautions pédagogiques doit-on prendre pour qu'il optimise leur traitement et apprenne efficacement ?

Ce document tente d'apporter des réponses à des questions telles que : quelle est la nature de la mémoire de travail, comment fonctionne-t-elle, comment évolue-t-elle, comment peut-on la développer, comment corrèle-t-on les capacités de la mémoire de travail avec les performances scolaires ?

MÉCONCEPTION

Croire que tout élève, s'il se concentre suffisamment sur l'écoute du cours ou la tâche en cours, peut capter et traiter n'importe quel flux d'informations et les traiter pour comprendre et apprendre.

MESSAGE CLÉ

Il est nécessaire de connaître la fonction exécutive « mémoire de travail », et surtout ses limitations en nombre d'informations et en complexité de celles-ci, pour optimiser les performances d'apprentissage des élèves.

COMPOSITION DE LA FICHE

- test de positionnement initial à faire avant de commencer la lecture,
- plusieurs parties indiquées dans le sommaire ci-dessous,
- correction du test de positionnement initial
- liste des fiches et ressources associées :
- références bibliographiques



SOMMAIRE

1. La mémoire de travail dans l'ensemble des processus d'apprentissage
2. Description de la mémoire de travail
3. Les limitations de la mémoire de travail
4. Mémoire de travail et attention
5. La charge cognitive
6. Développement de la mémoire de travail

TEST DE POSITIONNEMENT

Les réponses sont intégrables en cours de lecture de la fiche. Et les réponses figurent en fin de fiche.

Q1. Connaissez-vous précisément le rôle qu'occupe la mémoire de travail dans l'apprentissage et l'exécution des pensées et des actes ?

- Très mal
- Un peu
- Assez bien
- Parfaitement

Q2. Quelles définitions proposez-vous, relatives aux termes suivants

- Empan mnésique
- Chunk

Q3. Les fonctions exécutives fondamentales de haut niveau, qui permettent à tout humain de penser et agir sont la mémoire de travail et la flexibilité mentale. Pouvez-vous en fournir d'autres ?

-
-
-
-

Q4. Qu'entend-on par charge cognitive ?

Votre réponse

Q5. La capacité de la mémoire de travail augmente

- Plutôt toute seule avec les années, comme une forme de maturation du cerveau
- Avec les entraînements, au cours de tout apprentissage

□ Grâce au développement d'autres fonctions telles que les systèmes de mémoire avec lesquels la mémoire de travail est en inter-relation

Q6. Si vous aviez une proposition en classe qui contribue à améliorer les capacités de la mémoire de travail, ce serait laquelle ?

□

1. LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS L'ENSEMBLE DES PROCESSUS D'APPRENTISSAGE

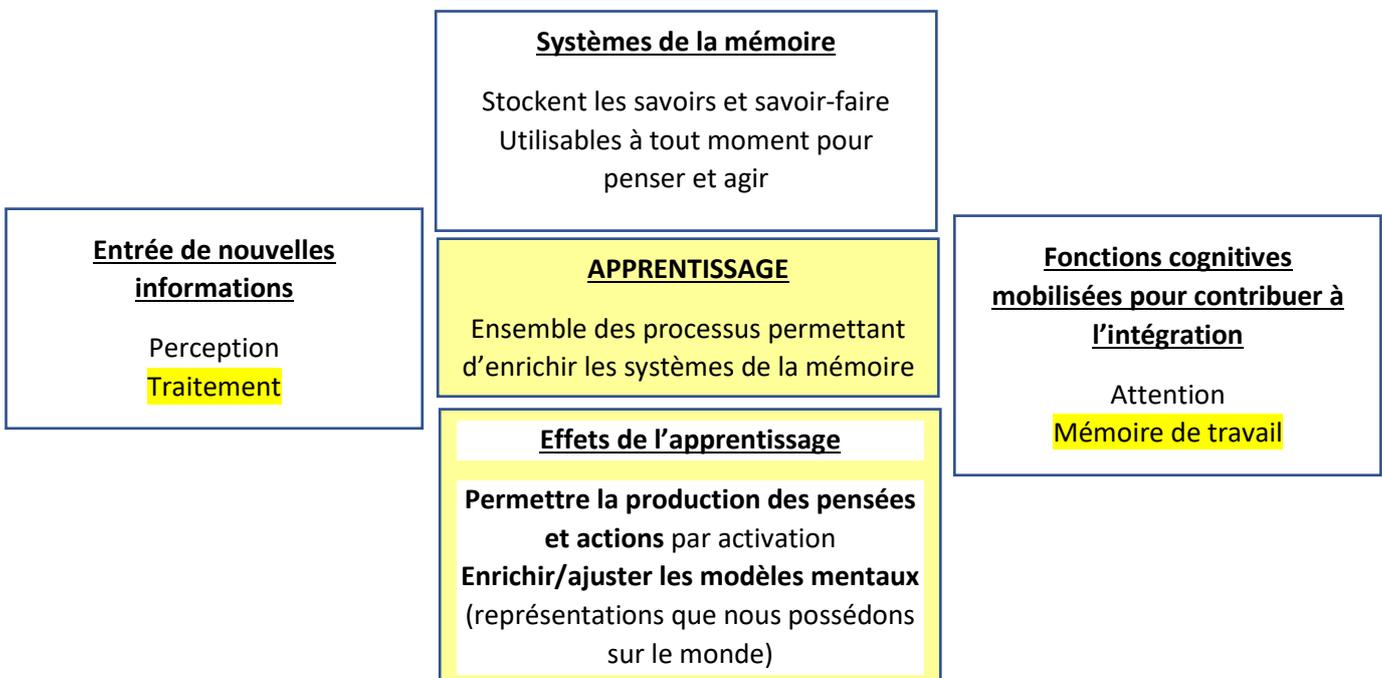
Fonctionnement général du cerveau

Pour penser et agir, le cerveau dispose :

. De **savoirs** et **savoir-faire** stockés dans les **systèmes de mémoire** adaptés aux différents types de signaux. Ces mémoires supportent la description des éléments (leurs caractéristiques) et leurs sens (mots, symboles, concepts). Mais aussi des éléments méthodologiques pour agir.

. De **fonctions cognitives** qui sont nécessaires pour accueillir et traiter les informations provenant de l'extérieur et destinées à être intégrées dans les systèmes de mémoire (**ce sont les processus de l'apprentissage**). Mais également pour exécuter des tâches à partir des stocks mémoriels. Pour cela le cerveau dispose d'un jeu de **fonctions exécutives**.

L'APPRENTISSAGE



L'apprentissage consiste à accueillir les informations nouvelles, et les traiter pour les introduire dans les systèmes de la mémoire afin de les réutiliser en vue de penser et d'agir. Au cours de l'apprentissage, les deux principales fonctions cognitives mobilisées sont l'**attention** pour optimiser la perception et traitement, et la **mémoire de travail** pour le traitement.

Les paramètres de l'apprentissage : différents paramètres **individuels** vont induire des variations sur le rythme, la profondeur, les capacités de compréhension, l'intégration en mémoire.

Capacités attentionnelles Mécanismes de la concentration	Emotions	Stocks mémoriels déjà possédés Intervention du phénomène de l'oubli	Capacités de la mémoire de travail	Fonctions exécutives associées Inhibition Flexibilité Planification Raisonnement
--	-----------------	--	---	---

L'EXECUTION

Fonctions exécutives
Permettent de penser et agir à partir des stocks mémoriels

Raisonnement	Flexibilité	Mémoire de travail	Inhibition	Planification	Résolution de problèmes
---------------------	--------------------	---------------------------	-------------------	----------------------	--------------------------------

Les différentes fonctions exécutives dites de haut niveau (cf. *Fiche théorique Présentation des fonctions exécutives*) permettent de produire les pensées et les actions. On retiendra en particulier :

- ✓ **L'inhibition** permettant un meilleur contrôle de la pensée en résistant aux réflexes non pertinents de la pensée et de l'action, en jouant un rôle de régulation entre le système heuristique et automatique de la pensée, et le système rationnel.
- ✓ **La flexibilité** permet de passer aisément d'une cible attentionnelle à une autre. Elle permet aussi de revenir sur ses croyances et ses routines.

La fonction exécutive Mémoire de travail

Le synoptique précédent indique que la mémoire de travail intervient aux deux phases du fonctionnement du cerveau : **l'apprentissage** pour intégrer les notions nouvelles, enrichir et ajuster les modèles mentaux, et **l'exécution** pour produire des actions et des pensées.

Sa mobilisation est donc centrale dans l'activité scolaire.

La mission de l'Ecole

Si l'Ecole est destinée à préparer les citoyens à leur vie d'adulte, tant sur le plan personnel que pour leur implication dans la société, les deux grands volets inspirant la construction des référentiels d'objectifs scolaires devraient être davantage axés sur :

ACQUISITION DE SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE Références culturelles Compréhension du monde Exercice d'un métier	DEVELOPPEMENT DES FONCTIONS COGNITIVES Contrôle et régulation de la pensée Organisation et exécution des tâches Capacités de réflexion-raisonnement Résolution de situations Adaptation aux changements Compétences psycho-sociales	EXECUTER DES PENSEES ET DES ACTIONS En récupérant des éléments depuis les systèmes de mémoire Et en les manipulant
---	--	---

Si les référentiels de connaissances et compétences, et les programmes dressent des listes exhaustives des savoirs et savoir-faire dont les enseignants s'emparent pour construire leurs enseignements, en revanche ils sont moins précis et directifs concernant le **développement des fonctions cognitives** qui constituent sur lequel s'appuie tout individu pour conduire harmonieusement sa vie. C'est l'un des grands thèmes de réflexion apporté par l'arrivée des sciences cognitives dans le monde scolaire, dont on rappelle qu'elles couvrent les opérations mentales de réception, de traitement, de stockage, de récupération des informations, donc toute la gestion des modèles mentaux depuis leur construction jusqu'à leur utilisation.

Infos clés :

- **Les trois grandes missions de l'École** sont de faire **acquérir des savoirs et compétences**, mais également de développer les fonctions cognitives utiles dans la réalisation de tout acte : attention, mémorisation, **fonctions exécutives**. Cette deuxième mission occupe actuellement assez peu de place dans les référentiels officiels. La troisième est de préparer les élèves à **l'exécution** des tâches (pensée et action).
- **Un élève disposant d'une faible optimisation de sa mémoire de travail** est rapidement confronté à de nombreuses difficultés d'apprentissage et d'exécution de tâches.

2. DESCRIPTION DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL

Définition

La mémoire de travail est un ensemble de modules neuronaux situés essentiellement dans la zone du cortex préfrontal du cerveau, chargée de **maintenir** transitoirement des informations issues de l'extérieur ou des mémoires, et de les **traiter**.

On évoque souvent à son sujet la métaphore d'atelier du cerveau.

Lever une confusion :

L'expression « mémoire de travail » remplace celle de mémoire à court terme, qui la concevait comme un simple espace d'enregistrement et de liaison avec les mémoires à court terme. Elle est classée comme **une fonction exécutive** car essentielle au traitement des informations participant à la compréhension, au raisonnement, à l'exécution d'opérations mentales. Les deux fonctions simultanées associées à la mémoire de travail sont : **stockage transitoire et traitement**.

Par exemple :

Exécuter **mentalement** la multiplication 13×27 en mémoire de travail exige :

. De retenir les deux nombres 13 et 27

. De maîtriser une stratégie de résolution (par exemple visualiser mentalement les deux nombres comme si on posait l'opération sur papier)

. D'utiliser les tables de multiplication (3×7 , 3×2 , etc.)

. De maintenir en mémoire les résultats partiels, les retenues

. D'achever les calculs intermédiaires

. De disposer du résultat final pour pouvoir l'annoncer

. D'encoder le résultat, si besoin, en mémoire à long terme, s'il est considéré comme utile à être récupéré ultérieurement.

Les deux grandes fonctions de la mémoire de travail :



Modèle en modules pour traiter les différents signaux

Au cours des activités quotidiennes et d'apprentissage, l'esprit est amené à traiter de façon très enchevêtrée, des signaux aussi divers que des mots (verbal), des images (visuel), des sons (auditif), des odeurs, des saveurs, etc. Plusieurs chercheurs ont proposé des modèles de la mémoire de travail susceptibles d'interpréter le traitement de ces différents signaux. Font quasiment consensus actuellement :

Modèle de Baddeley et Hitch (1974)

Ils proposent que la mémoire de travail s'organise autour de modules spécialisés :

- **La boucle phonologique**, traitant les informations verbales-auditives (essentielle pour le langage, la lecture) ;
- **Le calepin visuo-spatial**, traitant les informations relatives aux images et à l'espace ;
- **L'administrateur central**, coordonnant les deux précédents, en lien avec d'autres fonctions de haut niveau telles que l'inhibition, la planification, le raisonnement, ce que l'on appelle les fonctions exécutives, ainsi que le **contrôle attentionnel** ;
- **Le buffer épisodique**, zone tampon entre la mémoire de travail et la mémoire à long terme, sorte d'espace de sauvegarde de durée limitée.

Ces différents modules fonctionnent en interaction.

Un tel modèle, comme les autres d'ailleurs, infirment le neuromythe de profils visuel, auditif, kinesthésique. En prononçant le mot « banane » (signal sonore), l'individu peut aisément faire jaillir dans sa tête l'image d'une banane (élément visuel). A l'inverse, en lisant TROIS (signal visuel), inévitablement la personne prononce le son trois dans sa tête (signal auditif). Le phénomène de conversion mentale d'un signal en un autre (visuel-image vers sonore et réciproquement) est incessant.

Ce modèle, qui n'explique pas tout et reste fondateur, permet d'interpréter les opérations cognitives classiques : raisonnement, compréhension, lecture, résolution de problèmes et traitement visuel et spatial. Il est soutenu par des preuves expérimentales considérables.

Modèle de Norman et Shallice

Affine le modèle précédent à propos de l'administrateur central, le rôle de l'attention, de la planification, du déclenchement de schémas routiniers et semi-automatiques de pensée, leur gestion et l'intégration de l'inhibition s'ils ne sont pas complètement pertinents.

Modèle de Houdé :

Introduit le concept d'inhibition en partant du modèle précédent : administrateur central (qui mobilise les fonctions exécutives **inhibition** et prise de décision), la boucle phonologique (modèle esclave, qui maintient les informations verbales), calepin visuo-spatial (module esclave qui maintient les formes et positions spatiales). O.Houdé améliore la description du système de la pensée proposé par D.Kanheman, en ajoutant au système heuristique 1 et système algorithmique 2, le système d'inhibition 3.

Traitement des informations

Non seulement la mémoire de travail n'est pas unitaire (système de modules aux fonctions complémentaires), mais elle fonctionne intimement avec les mémoires à long terme, sans qu'il soit aisé de délimiter comment interagissent les réseaux neuronaux de l'une et des autres. Selon qu'il s'agit d'informations fraîchement perçues de l'extérieur (on regarde une scène, on écoute un propos), d'informations internes possédées en mémoire (je me construis mentalement un plan de travail), ou de notions que l'on récupère pour mieux les manipuler en vue de produire.

Dans les deux cas, il y a traitement, ce qui implique :

. L'émergence de la **conscience**, et le rôle indiscutable de **l'attention** (fixation sur une cible particulière)

. L'exécution en **temps réel**

Ce qui se traduit dans les processus cognitifs par :

- **Manipuler** les sens des mots et des concepts, les modèles mentaux
- **Comprendre** par tout un jeu de processus
- Faire appel aux mécanismes de **traitement** des mots, des nombres, des idées
- **Sélectionner** les éléments pertinents
- **Comparer, hiérarchiser, organiser** les éléments, **construire** de nouvelles structures mentales
- **Communiquer**

Rappelons-nous la métaphore d'atelier du cerveau en parlant de la mémoire de travail.

Infos clés :

- Délaissons l'expression mémoire à court terme, et **parlons de mémoire de travail** dont la double fonction est de **stocker temporairement** et de **traiter des informations**. Nous sommes au cœur de la pensée consciente et de l'action, en temps réel.
- La mémoire de travail est un ensemble de modules neuronaux chargée de traiter des signaux de toutes natures.
- La mémoire de travail intègre, selon certains modèles, des fonctions associées à **l'attention** et à **l'inhibition**.

3. LIMITATIONS DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL

Nombre d'informations traitées simultanément

Les chercheurs ont très vite compris que la mémoire de travail avait une capacité limitée de traitement des informations. Ce qui va gêner l'encodage en mémoire à long terme.

Historiquement on peut remonter aux travaux de Miller qui s'est appuyé sur un large panel d'études pour populariser la limite quantitative du nombre d'éléments qu'un cerveau peut traiter simultanément avec l'empan mnésique, fixé à 7 ± 2 , le fameux nombre magique. Au-delà de ce nombre, le traitement de la situation par la mémoire de travail semble courir à l'échec, en tout cas dépasser les limites de la **charge cognitive**.

Les études conduisant à la valeur de l'empan mnésique portaient sur des éléments simples (par exemple des listes de mots indépendants, des chiffres, ou les derniers mots de phrases, en alternant des tâches de stockage d'informations avec des tâches de traitement comme compter le nombre de points sur une figure et retenir le résultat). La valeur de l'empan a servi de mesure de la capacité de la mémoire de travail, de l'ordre de 3 à l'âge de 11 ans, mais qui s'accroît naturellement avec les années.

La vie quotidienne nous confrontant à des situations complexes, les mesures ont ensuite porté sur des chunks, c'est-à-dire des agglomérats d'informations liées entre elles, plutôt que des éléments simples. Un exemple couramment donné est celui de la rétention d'un numéro de téléphone à 10 chiffres, beaucoup plus facile à retenir sous la forme de 5 groupes de deux chiffres, chaque doublon de chiffres étant considéré comme un mini-chunk. Il suffit que les éléments du chunk soient solidement liés entre eux. C'est également le cas pour des groupes de mots formant des structures de phrases. C'est aussi le cas d'un plateau de jeu d'échecs pour un joueur expérimenté, qui retient globalement la configuration du plateau plutôt que la position de chaque pion. Etc.

La limitation quantitative est de la plus haute importance en apprentissage, car si l'une ou l'autre des mémoires de travail (verbale pour la boucle phonologique, visuelle pour le calepin visuo-spatial) ne dispose plus des ressources nécessaires pour stocker le nombre suffisant d'informations, le traitement de la situation n'est plus possible. On parle d'excès de la charge cognitive.

On distingue des empan de nature lexicale, imagée, auditive, gestuelle et spatiale, de déplacement dans l'espace. On a conscience également que la valeur de l'empan dépend des capacités attentionnelles mobilisées au moment de la mesure.

Par exemple :

Pour reprendre l'exemple de la multiplication mentale, si au lieu d'effectuer 13×27 , on demande au sujet de calculer 293×369 sans entraînement particulier ni stratégie, l'empan est rapidement dépassé.

On ressent intuitivement que la capacité de la mémoire de travail diminue avec la complexité de la tâche en cours de traitement. D'où les deux stratégies pédagogiques :

- Décomposer la complexité de la tâche en étapes
- Manipuler des chunks en établissant des liens bien maîtrisés entre les informations. C'est le cas en sciences par l'acquisition de schémas de fonctionnement ou la connaissance de formules mathématiques.
- Être habile dans les tâches de bas niveau (reconnaissance des mots en lecture, manipulation de concepts).

Ces trois atouts permettent d'améliorer les capacités de la mémoire de travail.

Plusieurs théories proposent que le développement de l'attention contribue à celui de la capacité de la mémoire de travail. Et que plus cette capacité est grande, meilleure est la possibilité de développement cognitif. D'où le **stratégie de développement de la capacité de la mémoire de travail**.

D'autres avancent que le nombre de chunks manipulés diminue en-dessous de 7, avec la complexité de leurs contenus.

L'important n'est pas tant le nombre des éléments (dont la nature importe, selon qu'il s'agit d'images, de sons, de positions spatiales, de mots, etc.) que leur limitation. Avec une variation possible d'un individu à l'autre, d'un thème à l'autre.

Par exemple :

On peut expliquer que les jeunes élèves dont les capacités de la mémoire de travail ne sont pas très élevées, éprouvent des difficultés pour comprendre un texte, opération qui exige :

- . L'identification des mots perçus du texte,
- . Une bonne habileté dans la maîtrise des indicateurs orthographiques et syntaxiques,
- . La rétention des différents petits schémas successifs construits au fil de lecture, afin de les articuler entre eux pour construire des représentations plus amples du texte,
- . La difficulté de se souvenir du début du texte lorsqu'ils lisent la fin.

De façon plus positive, on peut dire qu'une bonne capacité de mémoire de travail implique de bonnes performances d'apprentissage.

Limitation temporelle

De façon complémentaire à la limitation quantitative, la mémoire de travail se caractérise par une limitation temporelle, à savoir une disparition rapide avec les minutes. Les éléments n'étant retenus que le temps nécessaire à leur traitement. En l'absence de celui-ci, ils sont évacués.

D'où la vigilance à avoir vis-à-vis de neuromythes tels que le sentiment de retenir dès après étude.

Infos clés :

- La capacité d'apprentissage (développement cognitif) est liée à la capacité de la mémoire de travail, qui peut s'améliorer au-delà de sa maturation naturelle au cours de l'enfant et l'adolescence.
- La capacité de la mémoire de travail dépend :
 - . Des **capacités attentionnelles**
 - . De celle permettant de **structurer des chunks**, ce qui permet de « libérer » de l'espace dans la mémoire de travail.
 - . De la possession de **routines semi-automatiques** permettant d'allouer de l'attention à d'autres éléments.
- **La performance de l'apprentissage** est directement associée à la capacité de la mémoire de travail.

4. MEMOIRE DE TRAVAIL ET ATTENTION

Les modèles actuellement admis proposent qu'à la mémoire de travail soient associées des ressources attentionnelles. L'attention est un mécanisme cognitif majeur pour la mémorisation et le traitement des informations. En creux, on le constate chez les élèves atteints de troubles de l'attention, leur mémoire de travail est généralement de faible capacité, et il leur est difficile de tenir un effort suffisant pour maintenir l'attention.

Plus généralement, l'attention est mobilisée dans l'administrateur central de la mémoire de travail (cf. Modèle de Baddeley et Hitch) et intervient sur les fonctions exécutives telles que la planification, l'inhibition, la récupération.

Il n'est pas facile de savoir si c'est la faible capacité de la mémoire de travail qui entraîne des déficits attentionnels ou l'inverse. Ce qui importe pour nous est de les relier.

D'une façon générale, l'attention intervient sur les performances de la mémoire de travail à travers :

- **La capacité d'attention sélective**, se traduisant par celle de sélectionner une cible parmi plusieurs. On observe que les sujets faibles en tâche de Stroop traduisent une faible capacité de mémoire de travail ;
- **La capacité de passer d'une cible attentionnelle à une autre** lorsque deux tâches sont en cours ;
- **La capacité de maintenir l'attention** en autonomie durant un temps prolongé sans céder aux sources internes et externes de distraction, en particulier lorsque la tâche paraît ennuyeuse.

Il n'est pas anodin de noter que les deux paramètres liés (capacité de la mémoire de travail et capacités attentionnelles) augmentent simultanément avec l'âge du jeune d'une part, et par l'entraînement d'autre part. Ce qui laisse entrevoir la double possibilité de gérer des situations comportant davantage d'éléments (limitation quantitative) et plus complexes (dimension qualitative). Par exemple de manipuler un nombre de phrases de plus en plus grand, et de plus en plus riches. On constate par exemple que l'empan augmente avec la simplicité des éléments à retenir.

Pour résumé, la capacité de la mémoire de travail se traduit simultanément sous les deux angles : quantitatif et qualitatif. Autre exemple, il a été observé que les enfants éprouvant des difficultés dans le traitement mathématique avaient une capacité de mémoire de travail plus faible que la moyenne.

Infos clés :

- **La capacité attentionnelle est gérée en partie par la mémoire de travail.** Capacité de la mémoire de travail et capacités attentionnelles varient en général **simultanément** et s'accroissent avec l'âge et par l'entraînement.
- Le développement de l'attention se traduit à la fois :
 - . Par la rétention d'un nombre plus grand d'éléments (variable **quantitative**)
 - . Par la complexité de ces éléments (variable **qualitative**).

5. CHARGE COGNITIVE

Rappel de la définition de la mémoire de travail : la mémoire de travail est le lieu de la pensée consciente à capacité limitée où s'effectuent les apprentissages (acquisition de données) et l'exécution (fonction exécutive).

Modèles mentaux

Un modèle mental est un contenu cognitif, une représentation que nous nous faisons de la réalité.

Nous avons déjà présenté à plusieurs reprises le concept de modèle mental. Par exemple celui relatif à des notions symboliques, des termes et concepts, tel que l'animal chat, un symbole mathématique, le concept d'avion, tout terme utilisé dans le quotidien et en activité scolaire, qui exprime une représentation de la réalité. La mémoire à long terme les stocke, et leur récupération peut être quasiment automatisée. En posséder de nombreux permet de mieux gérer la capacité limitée de la mémoire de travail. Un autre aspect important des modèles mentaux est qu'ils peuvent intervenir aussi bien dans le domaine de l'activité contrôlée (consciente) qu'automatique.

Quant aux modèles mentaux, en termes de tâche cognitive, on distingue deux types d'activités cognitives incombant à la mémoire de travail : l'acquisition ou l'ajustement d'un modèle mental et la résolution d'un problème en s'appuyant sur les modèles mentaux.

Faire baisser la charge cognitive, c'est faciliter l'apprentissage

Après de nombreuses études, la théorie de Sweller, qui a beaucoup travaillé sur la charge cognitive, est dénommée théorie de la charge cognitive. Elle est actuellement massivement reconnue. Quels en sont quelques aspects ?

L'effet de dissociation de l'attention et présentation duelle

Autre exemple de coût cognitif fréquent : celui de faire la synthèse en mémoire de travail de deux informations de types différents autour d'une même notion (par exemple visuel avec un schéma et auditif par une explication). La mémoire de travail est conçue pour assurer ce travail avec des zones dédiées à chaque type d'information. Mais si les informations sont trop disjointes, on parle d'effet de **dissociation de l'attention**. Le coût cognitif est accru et l'apprentissage est plus difficile, surtout pour les apprenants un peu en difficulté. C'est très souvent le cas dans les ouvrages, avec des légendes ou des explications textuelles dissociées. La technique des informations simplifiées et intégrées au schéma (principe de proximité de présentation) est beaucoup plus performante.

Par contre, ne nous méprenons pas, la présentation duelle est plus performante. Il est toujours efficace de présenter une même notion par deux voies cohérentes. L'information à intégrer est présentée selon des modalités sensorielles différentes (auditive et visuelle) mais en évitant l'effet de dissociation attentionnelle. Le professeur philosophe qui explique Platon assis sur son bureau par le seul mode oral, est peu performant pour la captation et intégration de l'information. C'est un problème de mémoire de travail.

La technique du problème résolu

Autre exemple, celui de la charge cognitive associée à la résolution d'un problème nouveau. Les études montrent que l'apprentissage est plus performant avec la technique du problème résolu. La mémoire de travail, moins chargée, permet de comprendre la résolution, et le transfert ultérieur vers des situations analogues est plus aisé, précis et rapide.

Cette technique pédagogique est moins efficace pour de bons élèves. Et elle est assez contre-intuitive pour les enseignants.

La disposition d'habiletés allège la charge cognitive

Procédures en mémoire procédurale, habiletés résultant d'entraînements nombreux et contrôlés qui entraînent une augmentation de la vitesse de traitement des situations, sont autant de facilitateurs de tâches et de diminution de la charge cognitive. C'est ainsi que l'on commente souvent l'expertise comme voie de traitement des situations avec de nombreuses procédures et habiletés, ce qui libère de la charge cognitive. Le traitement explicite est toujours plus coûteux cognitivement que le traitement implicite, c'est le cas en début de tous les apprentissages.

La décomposition d'un problème complexe

Permet de limiter un stockage excessif en mémoire de travail et de ne pas omettre des informations utiles au traitement. Des auteurs évoquent l'existence d'une surcharge cognitive dans ce cas. Soit les informations entrantes ne seront pas traitées, soit un élément en cours de traitement sera supprimé au profit d'un autre élément. On pourrait définir la surcharge cognitive dans le cas où l'individu dispose de moins de ressources cognitives que celles exigées pour la résolution de la tâche.

Infos clés :

- **Il est possible d'alléger la charge cognitive lors de l'exécution d'une tâche** (acquisition d'un nouveau schéma mental, résolution d'un problème) **en adaptant** le mode de présentation, le taux de complexité de la tâche, les habiletés acquises.
- Le développement de l'attention se traduit à la fois :
 - . Par la rétention d'un nombre plus grand d'éléments (variable **quantitative**)
 - . Par la complexité de ces éléments (variable **qualitative**).

6. DEVELOPPEMENT DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL

Si les mesures de l'empan d'un petit enfant conduisent au chiffre de deux ou trois, il est assuré que la capacité se développe spontanément chez l'enfant plus âgé, par maturation des réseaux neuronaux, ne serait-ce que grâce aux très nombreuses activités cognitives qu'il va conduire tout au long des années, mais que cette capacité quantitative peut se développer également mais mesurément par des exercices et des stratégies appropriées.

On estime que ce développement de l'empan s'opère de façon quasi-linéaire avec les années, jusqu'à l'âge adulte. Mais ne nous y trompons pas, le maintien d'un nombre plus important d'éléments repose également sur des stratégies de regroupements, comme il a été évoqué plus haut. Plus ceux-ci sont forts et nombreux, plus la mémoire peut engranger de groupes, c'est le principe des chunks. Lorsqu'un champion d'échecs est capable de tourner sur plusieurs plateaux successivement, il ne mémorise pas la position de chaque pion de chaque plateau, mais globalement l'ensemble des configurations, chacun étant un chunk. Il a été également démontré que les capacités de l'inhibition permettent de sélectionner les éléments à maintenir momentanément en mémoire de travail. On voit bien là, la relation entre les capacités de la mémoire de travail et les autres fonctions cognitives.

L'importance du développement de la mémoire de travail est très grande dans les activités scolaires, pour comprendre, pur traiter des situations de plus en plus complexes, suivre un raisonnement, considérer simultanément les nombreux paramètres d'une explication, d'un schéma, d'un fonctionnement. La mémoire de travail est donc au centre de l'apprentissage et du traitement.

Les études semblent montrer que le développement volontaire par entraînement des capacités de la mémoire de travail est limité. Toute l'astuce repose en conséquence sur les leviers suivants :

- ✓ Meilleure connaissance générale du **vocabulaire et du sens de concepts** de base, qui permet de fluidifier la mémoire de travail et lui permettre d'accorder plus de temps à la réflexion.
- ✓ Acquisition d'**habiletés** qui là encore diminue la mobilisation attentionnelle et permettent de traiter des tâches de production et de réflexion.
- ✓ Entraînement au **regroupement des notions** en chunks par liens, compréhension, organisation.
- ✓ **Entraînement** à des activités exigeant la rétention d'un nombre de plus en plus grand de notions, par exemple Mathador en mathématique.

Infos clés :

➤ Les capacités de la mémoire de travail se développent :

- . **Naturellement** au cours de la vie du jeune
- . En améliorant le stock des éléments en **mémoire**, celui des **habiletés**, de la **compréhension**, afin de disposer de chunks de plus en plus sophistiqués
- . Et en **s'entraînant** sur des exercices mentaux mobilisant l'attention.

REPONSES AU TEST DE POSITIONNEMENT

Les réponses sont intégrables en cours de lecture de la fiche. Et les réponses figurent en fin de fiche.

Q1. Connaissez-vous précisément le rôle qu'occupe la mémoire de travail dans l'apprentissage et l'exécution des pensées et des actes ?

- Très mal
- Un peu
- Assez bien **(on l'espère après la lecture de cette fiche)**
- Parfaitement

Q2. Quelles définitions proposez-vous, relatives aux termes suivants

- Empan mnésique** : nombre maximal de notions que la mémoire de travail est capable de maintenir simultanément pour traiter une situation.
- Chunk** : regroupement d'éléments liés entre eux, et qui compte comme une seule unité dans l'empan mnésique en mémoire de travail.

Q3. Les fonctions exécutives fondamentales de haut niveau, qui permettent à tout humain de penser et agir sont la mémoire de travail et la flexibilité mentale. Pouvez-vous en fournir d'autres ?

- Inhibition
- Planification
- Raisonnement
- Résolution de problème

Q4. Qu'entend-on par charge cognitive ?

Capacité de stockage d'informations en mémoire de travail, au-delà de laquelle l'individu éprouve un sentiment de pénibilité.

Q5. La capacité de la mémoire de travail augmente

- Plutôt toute seule avec les années, comme une forme de maturation du cerveau : **OUI**
- Avec les entraînements, au cours de tout apprentissage, **OUI mais avec des effets inégalement significatifs**
- Grâce au développement d'autres fonctions telles que les systèmes de mémoire avec lesquels la mémoire de travail est en inter-relation : **Une augmentation d'éléments mémorisés et des habiletés contribuent à améliorer les performances de la mémoire de travail.**

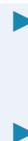
Q6. Si vous aviez une proposition en classe qui contribue à améliorer les capacités de la mémoire de travail, ce serait laquelle ?

- Acquisition de procédures et habiletés
- Amélioration du lexique
- Entraînement de l'attention
- Exercices de concentration

FICHES ASSOCIEES



- ▶ L'inhibition
- ▶ Nature de l'attention
- ▶ Les fonctions exécutives
- ▶ De la perception à la récupération des informations



Références théoriques et bibliographiques

ATKINSON et SHIFFRIN (1968), divers articles disponibles en ligne sur les mesures de l'empan, la modélisation de la mémoire de travail.

BADDELEY et HITCH. Baddeley, AD (1986). *Mémoire de travail*. Oxford : Presse d'université d'Oxford.

CRAIK et LOCKHART, Le modèle des niveaux de traitement (1972), qui prédit que plus le traitement est profond, plus la mémorisation est forte.

DESIMINE et DUNCAN, 1995, Olivers, Peters, Houtkamp et Roelfsema, 2011, mémoire visuelle de travail et attention

DIAMOND A, Ling D.S. (2016), Conclusions about interventions, programs and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Et autres articles de DIAMOND A.

MILLER G.A. (1956) The magical number even, plus or minus two

TRICOT André, Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux de John SWELLER.

L'OUVRAGE DE SYNTHÈSE Working Memory, state of de Science, Robert H.Logie, Valérie Camos, Nelson Cowan, Oxford edition.