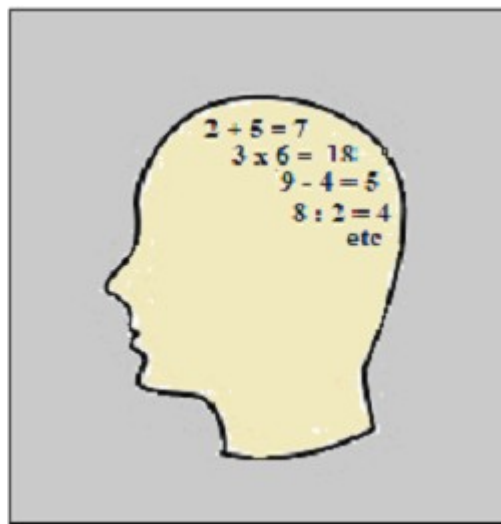


MÉMOIRE À LONG TERME ET FAITS ARITHMÉTIQUES



Rose-Marie Ninove-Decerf

Graduée et licenciée en logopédie

MÉMOIRE À LONG TERME

La mémoire à long terme qui a une capacité théoriquement illimitée, permet de maintenir des informations encodées de façon durable et de les récupérer de façon différée.

Cette mémoire est reliée au système limbique (centre émotionnel) ainsi qu'aux différentes fonctions cognitives et transversales, principalement aux fonctions attentionnelles et exécutives .

Cette capacité dépend de :

- ◆ **l'encodage** qui concerne l'enregistrement des informations saisies et traitées. Sa qualité varie selon :
 - ◆ la nature de l'information : auditive, visuelle... ;
 - ◆ le transcodage : phonologique, sémantique... ;
 - ◆ l'activation limbique : motivation, intérêt, plaisir... ;
 - ◆ les efforts cognitifs : attention, raisonnement... ;
 - ◆ le caractère contrasté : la nouveauté et l'inattendu attirent l'attention et réduisent la sensibilité aux interférences et aux distracteurs ;
 - ◆ le contexte : « le processus d'encodage intègre à la trace mnésique non seulement l'info-cible mais également le contexte (environnemental, cognitif, émotionnel, etc.) dans lequel cette information a été présentée. Cette information contextuelle permet de donner à l'info-cible un caractère distinctif et peut servir ultérieurement d'indice de récupération. » (Eustache 1997)
 - ◆ le traitement des informations : organisation, catégorisation, liens, indices... ;
 - ◆ les encodages antérieurs : extension et restructuration du réseau sémantique pour accueillir de nouveaux apprentissages ;
- ◆ la **rétenion** qui est le stockage des informations encodées. La conservation à court ou à long terme dépend du potentiel mnésique et des mécanismes de consolidation (réactivations automatiques, répétitions volontaires, utilisations fréquentes...);
- ◆ le **rappel** qui est la récupération des informations stockées. Le processus de récupération peut être :
 - ◆ *direct* : le rappel de l'information encodée est immédiat et automatique .
 - ◆ *indirect* : la récupération de l'information encodée se fait à partir d'indices contextuels ou affectifs qui lui étaient associés au moment du traitement de mise en mémoire.

Le rappel peut se faire par :

- ◆ *évocation* : l'information précédemment encodée réapparaît en mémoire et est éventuellement restituée verbalement ou par écrit.
- ◆ *reconnaissance* : ce mode de rappel est plus facile, moins coûteux au niveau cognitif. En pathologie, il prouve l'existence de traces mnésiques qui ne peuvent être momentanément évoquées (manque de mot) ou le sont incorrectement (paraphasies).

Il existe plusieurs classifications de la mémoire à long terme en fonction :

- ◆ des voies d'entrée de l'information à mémoriser :
 - la mémoire visuo-spatiale

- la mémoire auditive (sons, parole)
 - la mémoire kinesthésique (mouvements)
 - la mémoire gustative
 - la mémoire olfactive
- ◆ de la possibilité de verbalisation des informations encodées:
- la **mémoire déclarative** concerne les connaissances verbalisables. Elle comprend la mémoire:
 - **épisodique** qui concerne les événements et souvenirs chargés affectivement tels que des événements familiaux, lieux et dates qui ont un rapport direct avec la personne....
 - **didactique** ou **sémantique** qui concerne les connaissances générales, informations culturelles, symboles, dates, événements publics, noms propres, musique...;
 - la **mémoire procédurale** concerne les gestes, les procédures, les savoir-faire appris (parole, écriture, vélo...).
- ◆ de la volonté de mise en mémoire :
- la **mémoire explicite** qui désigne la mémorisation intentionnelle d'informations neutres qui n'activent pas le circuit limbique. Pour mémoriser, il faut « déployer des stratégies coûteuses [], faire exprès un effort cognitif considérable et spécifique » (Mazeau 2005). Ce mode d'apprentissage nécessite des répétitions et/ou des réactivations fréquentes ;
 - la **mémoire implicite** qui se fait de façon automatique. Elle génère un faible coût cognitif. Certaines informations didactiques qui suscitent une activation limbique (intérêt, plaisir) peuvent passer par ce canal. Cette mémoire est solide et permet d'utiliser des connaissances qu'on n'avait pas conscience d'avoir apprises.

Enfin, la **méta-mémoire** qui est la propre conscience des informations mémorisées, permet de ne rechercher que ce qui se trouve en mémoire et d'utiliser les indices ou les contextes de l'encodage pour favoriser le rappel.

MÉMOIRE À LONG TERME ET FAITS ARITHMÉTIQUES

Les faits arithmétiques sont des associations opérandes-résultat (verbales ou écrites) mémorisées à long terme.

Pour encoder l'association opérandes-résultat en mémoire, il faut consciemment ou inconsciemment, porter son attention sur elle, maintenir sa globalité en mémoire de travail (voir Mémoire de travail et faits arithmétiques).

La rétention en mémoire s'effectue par la répétition volontaire de l'association opérandes-résultat (drill) ou grâce à la rencontre fréquente d'un calcul et la stabilité de sa réponse obtenue par une des stratégies opératoires (comptage, dénombrement). Le nombre de répétitions nécessaires varie selon les capacités mnésiques individuelles. Pour les plus doués, l'encodage est synonyme de rétention.

Les faits arithmétiques soutenus par des supports visuels concrets sont les plus faciles à intégrer que ceux qui se limitent à un encodage auditivo-verbal asémantique.

Selon Seron (2001), la mise en mémoire des faits arithmétiques sémantiques de soustraction, division et addition supérieures à 10 est liée à la représentation analogique¹ des quantités tandis que l'encodage des faits arithmétiques asémantiques multiplicatifs et additifs est auditivo-verbal.

Selon Dehaene, les tables de multiplications sont particulièrement complexes à mémoriser en raison des « contenus qui s'emmêlent étroitement [,] de fausses régularités, de rimes troublantes, de jeux de mots trompeurs ». Le code verbal auditif intervient dans le comptage et dans la rétention des faits arithmétiques. Le code visuel arabe est utilisé dans les procédures écrites et le jugement d'exactitude. Le code analogique permet la comparaison, les approximations et l'appréhension de la numérosité² par subitizing³ ou estimation⁴.

Les études menées par Zago et al. ont montré l'absence d'activation des régions langagières lors du rappel de faits arithmétiques multiplicatifs simples au profit d'un réseau de coordination manuelle en rapport avec la manipulation des quantités et des stratégies de comptage sur les doigts.

Le débat concernant le format du stockage en mémoire à long terme des faits arithmétiques reste ouvert, d'autant qu'il y a des différences interpersonnelles, certains sujets privilégiant le code visuel ou le code verbal (Noël et Seron).

Durant l'évolution des stratégies de comptage, la mémoire à long terme auditivo-verbale et/ou visuo-spatiale intervient pour :

- ◆ intégrer les lexiques (numéraux et numériques⁵) ;
- ◆ mémoriser les comptines (litanie des nombres) ;
- ◆ associer les mots-nombres aux collections de doigts ou aux schèmes ;
- ◆ reconnaître et évoquer les symboles graphiques ;
- ◆ appliquer les procédures apprises ;
- ◆ **retenir les faits arithmétiques.**

Les **faits arithmétiques sémantiques** se constituent progressivement et inconsciemment grâce la fréquence d'apparition d'associations opérandes-résultats stables lors des résolutions de stratégies opératoires. L'encodage, involontaire et inconscient, peut être auditivo-verbal mais il est le plus souvent relié à des représentations visuelles telles que les schèmes ou les doigts. Les traces

¹ Représentation analogique : analogue aux quantités représentées (collection témoin, ligne graduée, compteur...)

² Le terme numérosité est utilisé pour les quantités numériques discontinues tandis que le terme quantité concerne le continu (poids, taille...) (Van Nieuwenhoven).

³ Subitizing : perception globale immédiate de la numérosité permettant de donner le cardinal d'une petite collection sans devoir dénombrer (+/- 3 éléments à 3 ans et +/-5 éléments à 5 ans). Ne concerne pas la reconnaissance des configurations spatiales particulières ou conventionnelles (ex : dé, domino).

⁴ Estimation : appréciation approximative de collections plus grandes sans dénombrer.

⁵ Le terme numéral concerne le verbal oral et alphabétique tandis que le terme numérique fait référence au chiffré (Van Hout 2001).

mnésiques des faits arithmétiques sont de bonne qualité car l'encodage s'effectue avec leur charge sémantique.

La construction du stock de faits arithmétiques est généralement complété et accéléré par l'activation de la voie directe. La mise en mémoire de **faits arithmétiques asémantiques** s'effectue par la répétition volontaire d'associations opérandes-résultat. L'encodage est généralement auditivo-verbal (litanie des tables, séquences verbales) mais peut-être visuel. Manquant d'attrait, cet apprentissage qui n'active pas le circuit limbique, est en général laborieux. Les traces mnésiques des ces données arbitraires sont souvent fragiles. La rapidité de cet apprentissage et la conservation dépendent des capacités mnésiques individuelles. Ces données insignifiantes mémorisées doivent trouver du sens par ailleurs pour être fonctionnelles.

Comme dans tous les apprentissages didactiques, les faits arithmétiques sont fragilisés par l'arrivée de nouveaux faits qui bouleversent les réseaux, provoquent des pertes ou des interférences. La détérioration du rappel qui apparaît au fur et à mesure de l'accumulation des apprentissages peut s'expliquer par la configuration neuronale de la mise en mémoire à long terme. En effet, la répétition des faits arithmétiques crée des réseaux neuronaux qui relient les opérandes à leur produit. Ces réseaux qui se multiplient, se rejoignent en cas d'éléments communs. Ces intersections, appelés noyaux, fragilisent le système car des erreurs d'embranchement se produisent à leur niveau et provoquent :

- ◆ des confusions au sein d'une table ou entre les tables qui ont un produit commun (Ex : 4×6 et 3×8) ;
- ◆ des erreurs d'intrusion dues à un des deux facteurs communs (Ex : $6 \times 8 = 42$ car $6 \times 7 = 42$) ;
- ◆ des erreurs d'interférences avec une autre opération (Ex : $0 \times 6 = 6$ car $0 + 6 = 6$).

Une lenteur de réponse peut, quant à elle, s'expliquer par l'emploi d'une stratégie opératoire (litanie ou décomposition) ou par une force d'association insuffisante entre un calcul et sa réponse qui s'explique par un manque de répétition ou une défaillance mnésique.

La mémoire à long terme est nécessaire à la construction des représentations (verbale, écrite, visuo-spatiale, analogique) et à leurs associations.

TROUBLES DE LA MÉMOIRE À LONG TERME ET FAITS ARITHMÉTIQUES

Un trouble de la mémoire peut toucher les différentes phases de la mémoire de façon isolée :

- ◆ *trouble d'encodage* : pas de saisie ou d'inscription en mémoire ;
- ◆ *trouble de rétention* : effacement de la trace encodée ;
- ◆ *trouble du rappel* : anomalies d'activation au sein du réseau entraînent des interférences, un problème d'accès momentané (manque de mot) ou des confusions fréquentes ou passagères (paraphasies) La restitution peut être atteinte alors que la reconnaissance est indemne.

Les défaillances de la mémoire à long terme auditivo-verbale se répercutent inévitablement sur langage. L'appellation dysphasie mnésique donnée en cas de véritables troubles mnésiques verbaux et non-verbaux montre le lien étroit et prouve que la distinction langage-mémoire est peu aisée.

Dans les dysphasies phonologiques les défaillances se limitent au secteur verbal. Les *problèmes de mémoire auditivo-verbale* perturbent de la réception et/ou production verbale dont les faits arithmétiques mais la production écrite et/ou de la reconnaissance sont préservées. Il en est de même pour la dyslexie phonologique qui est considérée par certains comme une dysphasie à minima. Ces troubles du langage et des apprentissages ont également en amont une défaillance de mémoire de travail (Voir chapitre concernant cette fonction).

Un *trouble de mémoire visuo-spatial*, souvent relié à un trouble visuo-praxique, entrave notamment les capacités de reconnaissance visuo-spatiale des quantités et de dénombrement des collections. Ce trouble qui perturbe les manipulations et empêche d'obtenir des réponses stables, freine l'évolution du nombre, du calcul et la mise en mémoire des faits arithmétiques sémantiques, à moins de privilégier les entrées auditivo-verbales.

Inversement, un potentiel mnésique peut être sous-utilisé en raison de troubles attentionnels primaires ou secondaires à des défaillances langagières et/ou praxiques, voire en raison de difficultés affectives ou éducatives (Voir autres fonctions).

Le trouble mnésique peut toucher exclusivement la mémoire didactique et peut aller de pair avec une mémoire de travail et des mémoires à long terme procédurales et épisodiques intactes. Ce trouble qui est moins marqué dans les matières didactiques signifiantes telles que les récitations, perturbe particulièrement la rétention des dates, des pays, des langues et les faits arithmétiques asémantiques. Il peut se compenser partiellement par la logique et construction progressive de faits arithmétiques sémantiques.

Inversement, un trouble des faits arithmétiques sémantiques, dû à un trouble du développement du nombre et du calcul, peut être camouflé par d'excellentes capacités mnésiques qui permettent aux faits arithmétiques asémantiques de s'intégrer.

REMÉDIATION DES FAITS ARITHMÉTIQUES

Pour la remédiation des faits arithmétiques, nous retenons que :

- ◆ un bilan, complété par les observations cliniques, permet d'ajuster l'intervention aux causes du problème (manque de travail ou trouble cognitif) ;
- ◆ l'activation des voies d'entrées et de sorties non défaillantes évite d'épuiser inutilement les ressources cognitives et assure la qualité de l'encodage et du rappel ;
- ◆ les centres d'intérêts et les présentations attrayantes voire inattendues suscitent l'intérêt et le plaisir, attirent l'attention et motivent les efforts cognitifs ;
- ◆ l'ajout de signification aux données arbitraires permet les traiter en profondeur et de relever des indices afin qu' « à partir d'un détail, toute une trame d'informations en relation précise

avec la cible [puisse] être évoquée; la même information [pouvant] être extraite à partir d'indices différents (chronologie, forme, définition, détail, ébauche orale) » (Mazeau 2005) ;

- ◆ la développement du nombre et du calcul est essentiel pour la construction d'un stock élémentaire de faits arithmétiques sémantiques.

À propos

Rose-Marie Ninove-Decerf, graduée et licenciée en logopédie en 1979, a été chargée jusqu'en 2007 de la remédiation des troubles du langage et des apprentissages en enseignement individualisé de Type 8 (École Sainte-Bernadette à Auderghem, Belgique).

L'album *Le pays des Pas Dix. Une mystérieuse histoire de nombres...*, ainsi que les documents associés (les guides méthodologiques, les planches à reproduire, etc.) sont disponibles gratuitement dans le cadre d'une utilisation non commerciale sur <http://lepaysdespasdix.wordpress.com>.