



Mémoire procédurale et automatismes

Les systèmes de la mémoire sont multiples et correspondent à l'activation d'informations de natures différentes. Parmi eux le système de la mémoire procédurale joue un rôle fondamental en gérant les automatismes omniprésents dans l'exécution de tout acte moteur et cognitif. Ils se conquièrent par des entraînements bien identifiés. Ils nous permettent d'agir de façon rapide et à peu près sûre, et délivrent la mémoire de travail d'une part de sa charge cognitive. Sans la possession d'automatismes l'élève ne peut apprendre efficacement.

Dans la fiche vous découvrirez la nature des procédures (ou automatismes), leur rôle dans la cognition, et les paramètres de leur acquisition.

MÉCONCEPTION

- Croire au pilotage de tous nos actes par la conscience, alors qu'une immense partie de nos actions sont exécutées inconsciemment par un capital cognitif invisible qui nous permet d'agir et penser rapidement, au moindre coût cognitif et généralement sans erreurs.
- Penser que la mémoire de travail a une capacité de traitement quasi illimitée, alors qu'elle est quantitativement limitée jusqu'au seuil de surcharge cognitive. La libération cognitive permettant la réflexion repose en partie sur la possession de procédures, qui s'acquièrent par l'entraînement.

MESSAGE CLÉ

L'apprentissage réfléchi et conscient devient efficace lorsqu'il repose sur le plus grand nombre possible de procédures acquises par un entraînement régulier et persévérant. Cela permet à l'apprenant de libérer sa mémoire de travail pour traiter et réfléchir.

COMPOSITION DE LA FICHE

- Test de positionnement initial à faire avant de commencer la lecture,
- Les points clés théoriques
- La correction du test de positionnement initial
- La liste des fiches et ressources associées
- Références bibliographiques



Questions auxquelles va répondre la fiche :

1. Quelle est la nature de la mémoire des automatismes ? En quoi se combine-t-elle avec les autres mémoires pour nous permettre de penser et agir efficacement ?
2. Quelles sont les qualités attribuées à ce système de notre mémoire, dit « mémoire procédurale » ?

3. Comment l'alimente-t-on, l'enrichit-on ? Par quel processus d'apprentissage acquiert-on des procédures ?
4. Quel est le rôle du sommeil dans l'acquisition des procédures ?
5. Comment définir le concept d'expertise, qui se bâtit en partie sur la base de procédures acquises ?

Sommaire

1. Qu'est-ce qu'un modèle mental ?
2. Que stocke la mémoire procédurale ?
3. Le système 1 des automatismes
4. Pourquoi l'acquisition des procédures est-elle si importante ?
5. Le respect de la charge cognitive
6. Automatismes et expertise
7. Liens entre l'expertise et les systèmes de mémoire
8. L'acquisition des habiletés en mémoire procédurale

TEST DE POSITIONNEMENT

Avant de consulter la fiche, sauriez-vous répondre précisément aux questions suivantes :

Q1. Quels systèmes principaux de la mémoire sauriez-vous citer ?

-
-
-
-
-

Q2. Les automatismes (ou procédures) sont-ils de nature ?

- Motrice (comme nager, marcher ...)
- Cognitif (comme lire, parler, compter ...)

Q3. Quelle propriété spécifique liée au temps, caractérise les éléments stockés en mémoire procédurale par rapport aux autres systèmes de mémoire ?

Votre réponse :

Q4. Qu'appelle-t-on système 1 de la pensée ?

Votre réponse :

Q5. Connaissez-vous la relation entre la possession d'automatismes et la charge cognitive en mémoire de travail ?

Votre réponse :

Q6. Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui caractérisent l'expert ?

- rapidité d'exécution dans tout domaine de la pensée
- excellentes connaissances aisément mobilisables dans le domaine de l'expertise
- capacités attentionnelles importantes au cours de l'exécution dans le domaine d'expertise
- maîtrise d'un champ vaste de connaissances et d'automatismes de pensée dans le domaine d'expertise

Q7. Pourquoi l'expertise libère-t-elle la mémoire de travail dans son domaine, permettant une meilleure réflexion ?

Votre réponse

Q8. Quelle est la fréquence des entraînements préconisés pour acquérir des données sémantiques ?

Procédurales ?

- Données sémantiques :
- Procédures :

Q9. Quel rôle joue le sommeil dans l'acquisition des procédures ?

Votre réponse :

1. L'ARCHITECTURE DE LA MEMOIRE HUMAINE

Qu'est-ce qu'un modèle mental ?

Rappel : Un modèle mental est un ensemble de connaissances relatives à un terme, un concept. Il repose sur des structures neuronales qui évoluent au cours de l'apprentissage et de toute expérience de vie, grâce à la plasticité cérébrale.

La mémoire est l'ensemble de cette immense complexité de fonctions qui emmagasinent des modèles mentaux, ce précieux capital de ressources en incessante transformation.

La mémoire couvre toutes les dimensions du temps : passé, présent et futur. Elle est constamment mise à jour grâce à l'expérience et l'apprentissage. Chacun de ses systèmes évolue ou peut se dégrader.

La mémoire est une architecture complexe dont la recherche nous livre progressivement quelques-uns de ses secrets. Parmi ceux qui sont le plus sollicités dans l'apprentissage :

. Le système **sémantique** : de nature déclarative, dans lequel sont stockés les savoirs (généraux sur le monde ou personnel) que l'on peut mettre en mots, décrire par l'exercice de notre conscience.

. Le système **épisodique** : des souvenirs ou agrégation d'informations de multiples natures, visuelles, phonologique, émotionnelle. Là s'organise notre autobiographie. C'est également un système déclaratif mais contextualisé (où ? quand ?), ce qui le distingue du système sémantique.

. Les systèmes **perceptifs**, sensoriels, à la porte d'entrée de la réception des signaux venus de l'extérieur. (*Fiche théorique* → [Les systèmes de la mémoire et leur gestion](#))

. La mémoire de **travail**, identifiée comme une fonction exécutive davantage que comme une mémoire au sens commun de terme, atelier cognitif de notre cerveau, dont l'importance est si grande qu'elle fait l'objet d'une fiche spécifique (*Fiche théorique* → [La mémoire de travail](#))

Et la mémoire **procédurale**, qui fait l'objet de cette fiche.

Que stocke la mémoire procédurale ?

La mémoire procédurale stocke des habiletés, des automatismes, qui seront mobilisés inconsciemment pour l'exécution de tâches.

Il y a aujourd'hui un consensus scientifique autour des caractéristiques suivantes :

. Elle intervient dans des actions **motrices** (pratique d'un instrument de musique, d'un clavier, de nos mouvements usuels) ou **cognitives** (dans la lecture, la pratique mathématique, celle d'une langue).

. Elle intervient le plus souvent **en conjugaison avec les autres mémoires**. L'exercice automatique de la parole n'est jamais séparé de la gestion du sens des idées émises, conduire ne repose pas uniquement sur l'exercice de gestes automatisés, etc. Ce sont de micro-interventions multiples immiscées dans toutes les actions de nos journées.

. Les automatismes sont **inconscients et rapides**, à **faible coût cognitif**, difficiles à contrôler. Le rappel est immédiat et involontaire. Il nous arrive souvent d'être dépassés par nos automatismes (aller chercher un objet dans une commode qui a changé de place, refaire chaque fois la même erreur de langage).

. Ils sont particulièrement **résistants au temps (aux effets du temps ? résistants à l'oubli ?)**. Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer sont encore capables de faire du vélo, nager, former les sons de la parole.

. Leur exécution se déroule **le plus souvent sans erreur**. Mais pas toujours. L'esprit doit en conséquence conserver une vigilance d'attention entre le système 1 de la pensée qui gère les automatismes et le système 2 de la pensée rationnelle (KAHNEMAN 2011). C'est l'objet du système 3 de l'inhibition qui permet le contrôle de résistance aux automatismes non pertinents (HOUDE, 2019).

Infos clés :

- Les principaux systèmes de la mémoire sont : sémantique, perceptives, procédurale, épisodique. La mémoire de travail est davantage considérée comme une fonction exécutive.
- Les automatismes stockés en mémoire procédurale sont inconsciemment rappelés pour la pensée et l'action, l'attention requise est minimale, ils sont résistants au temps et à l'oubli, leur exécution se fait généralement, mais pas toujours, sans erreur.
- Une action cognitive ou motrice mobilise à la fois des éléments sémantiques et procéduraux.

2. AUTOMATISMES ET EXPERTISE

Le système 1 des automatismes

Le système 1 est celui des automatismes (*Fiche théorique* → **Les trois systèmes de la pensée**). Ses caractéristiques sont les suivantes :

. Les acquis peuvent se faire naturellement, tels que l'acquisition du langage, de la marche, etc. et ce, dès le plus jeune âge. Mais également volontairement, par des entraînements nombreux et répétés. Une fois acquis, la mobilisation cognitive devient quasiment inexistante.

. Le système 1 ne connaît ni le doute, ni le raisonnement.

Pourquoi l'acquisition de procédures est-elle si importante ?

Dans toute exécution, dans toute discipline scolaire, l'acquisition de procédures, de routines, d'automatisation du rappel, est indispensable :

. Il serait impensable de réapprendre à chaque fois les mécanismes automatiques de la lecture qui permettent à l'élève de passer de l'ânonnement à une lecture fluide et rapide.

. Sans ces automatismes, la mémoire de travail serait en surcharge cognitive, donc incapable d'exécuter les actions (résoudre un exercice d'algèbre sans vraiment connaître les opérations élémentaires, utiliser une calculatrice, posséder des réflexes de raisonnements pertinents, connaître l'ordre des mots dans une phrase, etc.).

. La possession d'automatismes est un gage de confort et de rapidité parce que le système scolaire fonctionne avec un paramètre « temps » omniprésent : examens en temps limités, comprendre vite, apprendre vite, etc.

Respect de la charge cognitive

La question de la charge cognitive automatismes (*Fiche théorique* ► **La mémoire de travail**) se pose particulièrement pour l'apprentissage de connaissances apprises volontairement comme c'est le cas dans le cadre scolaire, en exigeant conscience et réflexion.

Les connaissances apprises par adaptation au milieu, comme c'est le cas de l'enfant qui apprend à parler et à marcher étant moins mobilisatrices (en tout cas de la fonction de la mémoire de travail), sont essentiellement de nature procédurale. Les connaissances secondaires, plus élaborées et complexes, s'appuient sur les premières : on ne peut apprendre à lire sans savoir parler, par exemple, ou faire de l'algèbre sans savoir compter.

La logique d'apprentissage est de disposer d'acquis procéduraux pour acquérir des connaissances d'ordre sémantique. Par exemple un élève ne pourra acquérir des savoirs et compétences mathématiques en étant collégien ou lycéen, qu'en s'appuyant sur des acquis d'ordre procéduraux acquis dans les classes du primaire.

Ainsi s'opère la construction des savoirs: les procédures servent de socle et libèrent la mémoire de travail de sa charge cognitive pour des apprentissages nouveaux. Voilà le point majeur à retenir : les procédures diminuent la charge cognitive au cours de l'apprentissage.

Les caractéristiques de l'expert

Chacun d'entre nous peut devenir expert dans un domaine particulier car c'est par l'apprentissage que l'expertise se développe, et par l'intégration d'automatismes, donc par mobilisation de la mémoire procédurale.

A force d'entraînements et de connaissances bien installées et aisément récupérables, l'expert se caractérise par :

- . Une expertise dans **un domaine particulier**. Hors de ce domaine, la personne n'est plus experte. Elle a en effet accumulé des modèles mentaux, dont des connaissances et des procédures dans ce domaine, qu'elle ne peut généralement pas transférer dans un autre. Ces schémas mentaux sont vastes, précis, embrassent pleinement le domaine.
- . Une **rapidité de compréhension et de décision** dans le domaine d'expertise, faisant **peu d'erreurs** de réflexion et d'exécution. La mémoire à court terme fonctionne très rapidement.
- . Une capacité de perception des **éléments profonds** de la situation, qui échappent au novice.
- . Une grande **capacité d'analyse** dans le domaine par la connaissance des éléments, les liens approfondis entre eux et avec des éléments extérieurs à la situation. C'est une définition de la compréhension.
- . L'**investissement cognitif** et les **capacités attentionnelles** déployés le domaine sont peu élevés par rapport à ceux d'un novice qui s'implique dans le même domaine.

Liens entre l'expertise et les systèmes de mémoire

D'une façon générale, comprendre et résoudre une situation complexe exige :

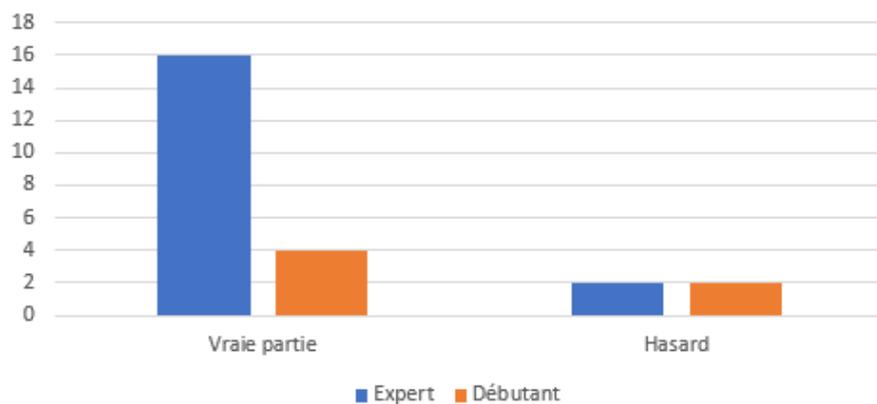
- . De prendre en compte de nombreux éléments qui la composent, souvent simultanément (paramètre quantitatif de la mémoire de travail).
- . De les avoir disponibles à l'esprit pour les conjuguer (dimension temporelle de la mémoire de travail)
- . De maîtriser ces deux dimensions, la tâche requérant d'importantes capacités attentionnelles.
- . Puis de traiter les éléments, en les conjuguant sans en oublier, et de s'acheminer vers des solutions dont l'une sera privilégiée pour décider et exécuter.

L'expertise permet :

- . De disposer automatiquement de connaissances sur les éléments et d'établir rapidement des liens entre eux. D'où à la fois un gain de temps et de d'attention : il y a libération de ressources. On comprend la rapidité de l'expert et son aisance cognitive. La mémoire de travail est capable d'embrasser un grand nombre de données et de les traiter rapidement avec peu d'efforts. On est au cœur de l'expertise, avec une relation directe entre la mémoire procédurale qui met à disposition des automatismes de pensée au service de la mémoire de travail qui traite une situation particulière.

. De disposer d'une perception plus grande des éléments en présence. Dans une de leurs expériences les plus connues, CHASE et SIMON (1973) demandent aux participants de reproduire le contenu d'un échiquier vu pendant cinq secondes. Les joueurs experts sont capables de se rappeler en moyenne 20 pièces, pour en moyenne 5 pour un novice. A condition bien sûr que les pièces soient représentatives d'une configuration réelle de jeu d'échecs. Si les pièces ne correspondent pas à une telle configuration (répartition des pièces au hasard sur l'échiquier) les performances sont identiques pour l'expert et le novice.

Nombre de pièces correctement placées sur l'échiquier selon le niveau d'expertise



Expert : 10 à 50 000 heures de jeu, débutant : 100h.

Source : Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). *THE MIND'S EYE IN CHESS. Visual Information Processing*, 215–281.

En conclusion de cette partie, l'expertise :

- **Libère la mémoire de travail**, dans sa mobilisation attentionnelle et pour une **exécution rapide** avec **peu d'investissement cognitif**. Car la mémoire procédurale met à disposition des automatismes et des savoir-faire. Au cours du passage d'un savoir-faire en mémoire procédurale, la capacité d'explicitation du geste ou de l'expertise est de moins en moins possible. L'inconscient l'emporte. D'où la qualification de mémoire implicite. Comment pourrait-on décrire nos mouvements de marche, ou le mouvement rapide des doigts sur un clavier ?
- Permet une excellente récupération en mémoire sémantique des connaissances relatives au domaine.

Le résultat de l'expertise est ainsi une perception large et fine, une compréhension en profondeur de la situation et une grande qualité et rapidité d'exécution. L'expert dispose d'un capital procédural qui le libère de ses connaissances déclaratives.

Infos clés :

- **Le système 1 de la pensée concerne les automatismes**, le système 2 les éléments déclaratifs et la modalité rationnelle, le système 3 le contrôle inhibitoire.
- **Les procédures permettent d'agir rapidement et confortablement, elles limitent la surcharge cognitive en mémoire de travail.**
- **Les acquis sémantiques et méthodologiques s'apprennent grâce au socle en partie procédural accumulé au cours des apprentissages et expériences de vie.**
- **L'expertise dans un domaine se résume par les mots : vastes connaissances, nombreux automatismes de pensée et d'exécution, peu de mobilisation attentionnelle, grande capacité de perception et d'analyse dans le domaine considéré.**
- **L'expertise libère la mémoire de travail dans le champ concerné.**

3. L'ACQUISITION DES HABILETES EN MEMOIRE PROCEDURALE

Il n'existe que trois méthodes pour acquérir des automatismes en mémoire procédurale :

1. S'entraîner
2. S'entraîner
3. Et s'entraîner !

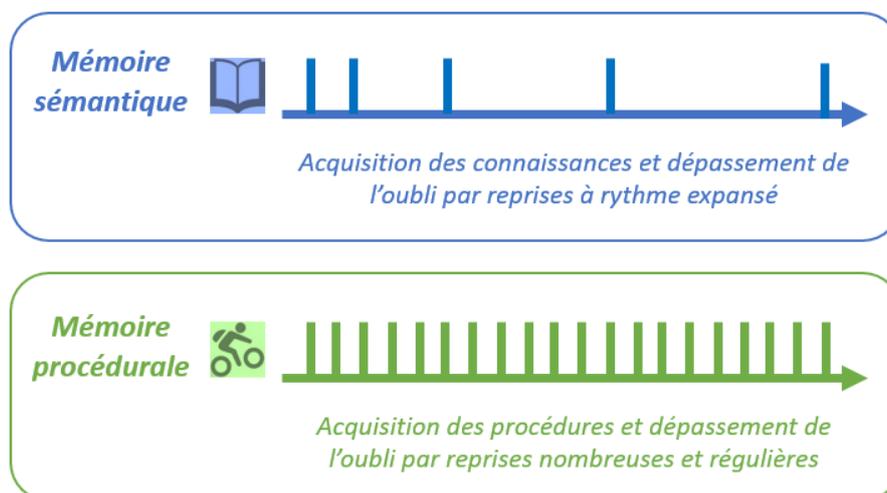
Tout comme pour le sportif de haut niveau, le développeur informatique ou le pianiste. Les automatismes sont acquis au prix de nombreux entraînements, trop souvent sous-estimés par les enseignants-formateurs. Accompagner autrui – par exemple un élève quand on est enseignant – dans l'acquisition de procédures, c'est sentir le point de développement de chacun, son rythme optimum d'entraînement, et la conviction qu'il est beaucoup plus difficile quand on maîtrise soi-même une procédure d'aider l'autre à l'acquérir. Cela s'explique notamment parce que l'expert qui a automatisé une procédure ne voit plus du tout la difficulté et peut même avoir de mal à mettre en mot de manière simple la procédure qu'il utilise inconsciemment.

L'acquisition de procédures par l'entraînement est un passage obligé de la performance. Il s'agit d'un processus lent qui s'opère grâce à de nombreuses répétitions afin de résister aux effets de l'oubli, et échapper au contrôle de la conscience.

Les principes fondamentaux de la cognition qui permettent l'acquisition d'une procédure sont : l'entraînement, le sommeil et l'acquisition par stades.

1. Un entraînement régulier

L'entraînement diffère de la consolidation en mémoire sémantique avec la technique des écarts expansés (*fiche théorique* → [La consolidation mémorielle](#)).



Différence d'acquisition entre un savoir et un savoir-faire

2. Rôle du sommeil

La consolidation de l'apprentissage en mémoire procédurale est accrue au cours d'une période de sommeil, quel que soit le type d'éléments appris.

Plusieurs études attestent de l'impact du sommeil dans l'acquisition en mémoire procédurale (en particulier les références théoriques ci-dessous)

Exemple d'étude :

On demande aux participants d'acquérir l'automatisation suivante : taper sur un clavier une séquence de chiffres le plus vite possible. Puis un délai est imposé avant le second entraînement, en comparant deux groupes, l'un après 12 heures d'éveil, l'autre après une période équivalente de sommeil. En précision et en vitesse, le deuxième groupe révèle une augmentation de 20% de performance, alors que le premier groupe n'a pas progressé. Des études ont été répliquées avec des matériaux d'étude différents. Les résultats convergent avec un effet plus significatif pour des éléments moteurs que sémantiques-déclaratifs. L'accroissement d'apprentissage est surtout constaté après la première période de sommeil (première nuit).

3. L'acquisition d'une procédure en plusieurs stades

Dans l'apprentissage des habiletés motrices, on remarque plusieurs stades.

Stade rapide : Tout d'abord une acquisition **rapide**, mais avec une pratique peu affirmée et encore balbutiante, exigeant une forte mobilisation de la conscience.

Consolidation : Ce qui va devenir une procédure s'installe et se consolide, qui permettra l'acquisition à long terme.

Stade lent : Au fil des entraînements le taux de progression ralentit. C'est le **stade lent**. La nature rationnelle et mobilisatrice de conscience et d'attention disparaît progressivement, la trace s'installe, l'automatisation s'opère, l'exécution devient plus rapide et fluide. La personne devient de plus en plus capable d'exécution en simultané d'une seconde tâche consciente (conduire tout en échangeant avec son passager, faire la vaisselle tout en écoutant une personne dans la pièce, penser au sens de la phrase que l'on écrit, etc.). C'est là que commence à intervenir l'indispensable vigilance de l'inhibition, qui résiste aux réflexes inopportuns. La performance s'accroît y compris dans les phases hors apprentissage (comme le sommeil).

Les zones mobilisées du cerveau ne sont plus les mêmes, le cortex perd la main au profit d'autres zones responsables des automatismes (en particulier le cervelet pour les procédures motrices).

	Stade rapide	Stade lent
Progrès de performance	Progression rapide	Progression lente
Niveau de conscience	Très fort, peu disponible pour autre chose	De moins en moins important
Vitesse d'exécution	Lente	De plus en plus rapide

Infos clés :

- L'acquisition d'une procédure s'effectue par entraînements nombreux et réguliers, contrairement à l'acquisition en mémoire sémantique qui est essentiellement réglée par reprises à rythme expansé.
- Une partie de l'acquisition des procédures se déroule durant le sommeil, surtout pour les automatismes moteurs.
- L'acquisition d'une procédure s'effectue durant deux ? stades principaux : un stade rapide mais conscient, la consolidation durant laquelle le conscient fait place à l'inconscient, l'attention mobilisée s'amointrit, puis un stade prolongé durant lequel le taux de progrès est faible mais sûr. La mobilisation cérébrale change de zone.

Solution au TEST DE POSITIONNEMENT

Q1. Quels systèmes principaux de la mémoire sauriez-vous citer ?

- sémantique**
- procédurale**
- mémoires perceptives**
- épisodique**
- de travail (fonction exécutive)**

Q2. Les automatismes (ou procédures) sont-ils de nature ?

- Motrice (comme nager, marcher ...) **OUI**
- Cognitif (comme lire, parler, compter ...) **OUI**

Q3. Quelle propriété spécifique liée au temps, caractérise les éléments stockés en mémoire procédurale par rapport aux autres systèmes de mémoire ?

Les procédures sont très résistantes à l'oubli.

Q4. Qu'appelle-t-on système 1 de la pensée ?

Le système des automatismes, rapide, non conscient, peu coûteux en énergie cognitive, avec de rares erreurs.

Q5. Connaissez-vous la relation entre la possession d'automatismes et la charge cognitive en mémoire de travail ?

Plus la mémoire procédurale est riche, moins la charge cognitive est grande en mémoire de travail.

Q6. Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui caractérisent l'expert ?

Rapidité d'exécution dans tout domaine de la pensée : **NON, uniquement dans le domaine d'expertise**

Excellentes connaissances aisément mobilisables dans le domaine de l'expertise **OUI**

Capacités attentionnelles importantes au cours de l'exécution dans le domaine d'expertise : **NON, plus l'expertise est grande moins l'attention est mobilisée**

Maîtrise d'un champ vaste de connaissances et d'automatismes de pensée dans le domaine d'expertise **OUI**

Q7. Pourquoi l'expertise libère-t-elle la mémoire de travail dans son domaine, permettant une meilleure réflexion ?

L'exécution est rapide, avec peu de coût cognitif, la mémoire de travail dispose d'une plus grande capacité à réfléchir, traiter, exécuter.

Q8. Quelle différence de rythme des entraînements préconise-t-on pour acquérir des données sémantiques d'une part, des procédures d'autre part ?

- Données sémantiques : **reprises en nombre limité, à rythme expansé**
- Automatismes : **reprises nombreuses et régulières**

Q9. Quel rôle joue le sommeil dans l'acquisition des procédures ?

Consolidation des acquis, surtout pour les procédures motrices

FICHES ASSOCIEES



- ▶ L'oubli
- ▶ Les systèmes de mémoire et leur gestion
- ▶ La mémorisation par questionnement
- ▶ Le fléchage des essentiels
- ▶ La consolidation mémorielle
- ▶ Le feedback
- ▶ Éléments de neurobiologie



Références théoriques

Fisher, Hallschmid, Elsner & Born, 2002; Karni, The New Science of Cognitive Development

GAGNE Marie-hélène, thèse Consolidation et interférence dans l'acquisition d'une habileté motrice

HOUDE Olivier, 2019, Apprendre à résister, Ed. Odile Jacob

KAHNEMAN Daniel, Système 1, système 2, Les deux vitesses de la pensée, Ed. Clés de champs

Karni et al., 1998; Karni & Sagi, 1993, Acquisition des habiletés procédurales

SAUZEAU Jean-Baptiste, thèse, Consolidation des apprentissages dépendants du sommeil chez l'enfant

Tanne, Rubenstein & Askenasy, 1994; Mantua et al., 2016; Stickgold, James & Hobson, impact des troubles du sommeil dans les processus d'apprentissage

Walker, Brakefield, Morgan, Hobson & Stickgold (2002). Le rôle du sommeil dans l'apprentissage