

AXE : LES SYSTEMES DE LA MEMOIRE



De la perception à la récupération des informations

Apprendre peut-être défini comme la modification des réseaux de neurones, qui intègrent un nombre toujours plus important de notions, ou d'éléments de compétences.

L'apport s'effectue par la perception de signaux provenant des zones sensorielles réceptrices.

Mais comment se déroulent les processus de gestion des éléments de l'information, depuis les stimuli impactant les sens, jusqu'à l'installation dans les systèmes de la mémoire, à la récupération depuis les mémoires pour être utilisés ?

C'est ce cheminement que nous vous proposons de décrire, dans la limite de la complexité des phénomènes concernés car elle est très grande. On découvre à travers lui quelques-unes des très nombreuses fonctions cognitives enchevêtrées les unes dans les autres, au rendez-vous de l'apprentissage, donc de l'activité de l'enseignant et de l'élève.

MÉCONCEPTION Toute information perçue est intégrée comme un tout insécable jusqu'à sa destination finale dans une zone de la mémoire.

MESSAGE CLÉ Toute information perçue suit un parcours qui enchaîne les filtrages, les estompages et les renforcements, les décompositions et dérivations multiples.

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 vont répondre la fiche

1. Par quels processus toute information nouvelle vient-elle s'installer en mémoire pour un temps plus ou moins long ?
2. Toutes les informations perçues ont-elles les mêmes chances d'être installées et conservées dans la mémoire ?
3. Comment une information nouvelle est-elle reconnue (ou non reconnue) par notre cerveau ?
4. Quel rôle la mémoire de travail joue-t-elle dans le traitement des informations reçues ?
5. Par quelles techniques une information dormant discrètement en mémoire, peut-elle émerger à la conscience ?

Sommaire

1. SCHEMA GLOBAL DU TRAJET D'UNE INFORMATION DANS LES CIRCUITS CEREBRAUX
2. BOMBARDEMENT DES ZONES SENSORIELLES PAR LES STIMULI EXTERNES
3. LA PERCEPTION
4. INTEGRATION PAR LES MEMOIRES SENSORIELLES (PERCEPTIVES)
5. TRAITEMENT DE L'INFORMATION EN MEMOIRE DE TRAVAIL
6. STOCKAGE DES INFORMATIONS DANS LES MEMOIRES A LONG TERME
7. LA RECUPERATION

TEST DE POSITIONNEMENT

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

Q1. Comment le cerveau fait-il pour reconnaître un élément d'information dès son arrivée sur une zone sensorielle ?

Q2. Que désigne-t-on sous le terme d'encodage ?

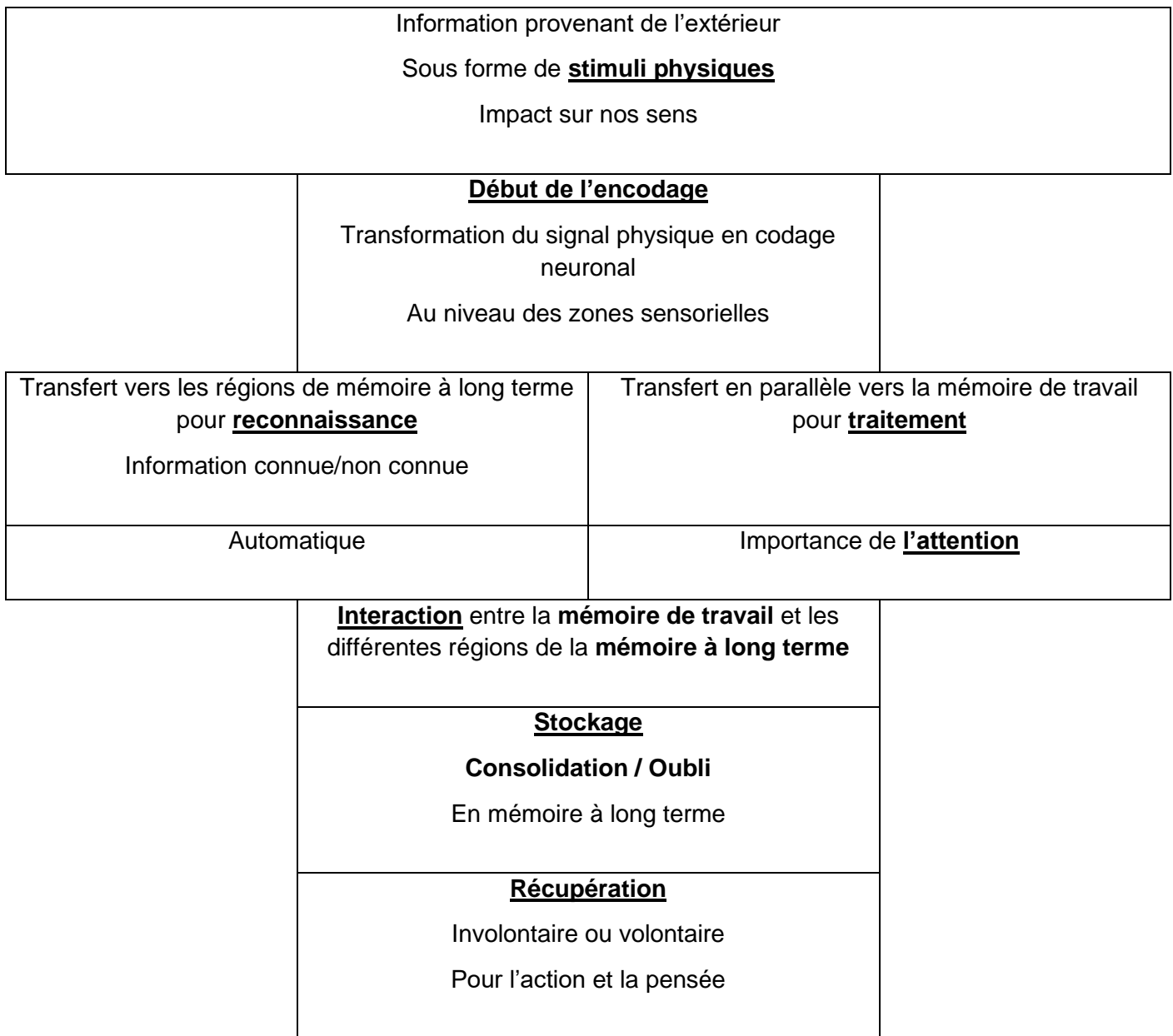
Q3. La récupération volontaire d'un élément en mémoire peut s'effectuer sous trois modes, lesquels ?

Q4. Quels sont les deux rôles essentiels des mémoires perceptives ?

Q5. Pourriez-vous citer quelques techniques de consolidation des informations en mémoire ?

1. SCHEMA GLOBAL DU TRAJET D'UNE INFORMATION DANS LES CIRCUITS CEREBRAUX

Le voyage d'une information nouvelle impacte toutes les fonctions cognitives



Chaque opération participant à l'intégration de l'information engendre des modifications neuronales portant sur chaque neurone, chaque réseau concerné.

Infos clés :

- En suivant l'évolution d'une information dans les différentes zones de la cognition, depuis son impact sur les sens, jusqu'à sa récupération, on peut étudier tous les mécanismes cérébraux de l'apprentissage.
- Le tableau précédent représente un synoptique du fonctionnement de l'apprentissage.

2. BOMBARDEMENT DES ZONES SENSORIELLES PAR LES STIMULIS EXTERNES

Les informations parviennent sur l'organisme par les sens, sous diverses formes physiques porteuses d'énergie. Elles stimulent (stimuli) les cellules réceptrices des zones concernées.

Les neurophysiologistes ne sont pas d'accord sur le nombre précis des sens. Les plus couramment cités et concernés par l'apprentissage sont :

- La vue : signal sous forme de photons qui impactent la rétine
- L'ouïe : signal sous forme d'ondes (fréquence, amplitude)
- L'odorat, le goût : signal sous forme de molécules
- Etc.

Chaque zone sensorielle est équipée de récepteurs sensibles adaptés à la nature physique des signaux.

Pour citer un autre sens moins connu : la proprioception désigne la perception, consciente ou non, de la position et de la dynamique des différentes parties du corps. Les récepteurs sont internes, au niveau des muscles et des ligaments.

Infos clés :

- Au niveau des zones sensorielles le signal physique (stimulus) démarre le processus d'intégration des signaux neuronaux (encodage)

3. PERCEPTION

Les récepteurs sensoriels, munis de cellules sensibles, transforment ces stimuli en messages nerveux. C'est le début de l'encodage.

Encodage : intégration sous forme de modifications neuronales, des informations perçues par les sens. On peut parler d'encodage en évoquant les processus selon lesquels l'information se distribue et s'installe dans les différents systèmes de la mémoire. Avec modification des réseaux neuronaux.

Captation incomplète de l'information : les mécanismes attentionnels humains sont très limités : angle de vue très faible, avec une zone de flou grandissante au fur et à mesure que l'on s'écarte du centre de la cible, sélection attentionnelle dépendant de l'objectif donné, de l'intérêt et de la motivation, du rapport à soi de la nature de la cible, précision de la cible que l'on se donne (locale, globale), degré d'intensité de l'attention que l'on mobilise, etc. De fait, il n'est aucunement garanti que l'information telle qu'arrivée sur la zone sensorielle soit effectivement prise en compte.

Captation partielle de l'information : selon le type de reconnaissance de l'information, qui s'effectue relativement aux acquis possédés par chacun, ce n'est pas exactement les mêmes éléments de l'information qui vont être captés par chaque personne, ni la même interprétation qui va ensuite être construite.

Toutes les informations n'ont pas la même chance de parvenir jusqu'au bout de la chaîne !

Infos clés :

- La perception d'une information reçue est à la fois **partielle** (du fait de la limitation des capacités attentionnelles) et **partiale** (dépendant de caractères personnels)

4. INTEGRATION PAR LES MEMOIRES SENSORIELLES (PERCEPTIVES)

Localisées près des aires sensorielles (près des tempes pour la mémoire auditive, à l'arrière du cerveau pour la mémoire visuelle, etc.), ces mémoires sont chargées :

De conserver durant un temps extrêmement court (très inférieur ou de l'ordre de la seconde, de façon un peu plus longue pour la mémoire perceptive auditive que pour la mémoire perceptive visuelle), l'information perçue. On interprète cette brièveté de rétention par la nécessité d'enregistrer l'arrivée d'un très grand nombre de stimuli.

D'orienter le signal, vers la mémoire à long terme pour **reconnaissance**, et vers la mémoire de travail pour **traitement**.

Le traitement des signaux est extrêmement complexe et implique de nombreuses zones selon la nature du signal.

- **Vers la mémoire à long terme** s'opère la **reconnaissance** du signal. Ce mécanisme est automatique. Des sous-systèmes relativement indépendants de la mémoire gèrent un grand nombre de paramètres différents des signaux. Ce qui permet par exemple pour les signaux visuels d'évaluer le positionnement dans l'espace, la couleur, le relief, le contraste, etc. Il existe de multiples sous-régions fonctionnelles dédiées pour cela. Ces régions fonctionnent dans une relative indépendance. Par exemple toujours concernant les signaux visuels, les personnes atteintes d'achromatopsie non seulement ne perçoivent pas les couleurs, et par conséquent sont incapables de les mémoriser. Ainsi nous n'avons pas une mémoire visuelle mais un ensemble de sous-mémoires dédiés aux différents paramètres pour une même information visuelle.
- **Vers la mémoire de travail** qui opère le **traitement des informations pertinentes**, qu'elle sélectionne pour l'exécution de tâches. La mémoire de travail ne constitue donc pas un passage unique et obligé. La relation entre la mémoire de travail et la mémoire sémantique permet d'associer du sens aux informations.

Mémoire échoïque : nom de la mémoire perceptive (sensorielle) auditive

Mémoire iconique : nom de la mémoire perceptive (sensorielle) visuelle

Influx nerveux : nom donné au transfert de l'information sous forme électro-ionique le long de l'axone du neurone, et sous forme moléculaire (neurotransmetteurs) dans les synapses, d'un neurone à l'autre.

Infos clés :

- Les mémoires perceptives (ou sensorielles) permettent à la fois la **reconnaissance** par lien direct avec les mémoires à long terme, et l'orientation vers la mémoire de travail pour le **traitement**.

5. TRAITEMENT DE L'INFORMATION EN MEMOIRE DE TRAVAIL

Le rôle de la mémoire de travail est de traiter les informations pertinentes.

Mais que signifie traiter (ou manipuler) ?

C'est comprendre, analyser, ordonner, hiérarchiser, transférer les informations vers des situations voisines, raisonner, résoudre, toute activité scolaire exigeant une réflexion. Pour cela, la mémoire de travail et d'autres fonctions exécutives annexes ont besoin d'être en relation avec les systèmes de mémoire à long terme :

Parmi les caractéristiques de la mémoire de travail dans la chaîne du traitement des informations, retenons :

- **Un maintien temporaire** des informations en cours de traitement (ordre de grandeur de la minute), d'où le nom qui lui a été longtemps attribué de mémoire à court terme, mais maintenant abandonné car ne représentant qu'incomplètement sa fonction.
- **Une capacité limitée** (notion d'empan mnésique, de chunks) du nombre d'informations traitées simultanément.

On conçoit que les modalités pédagogiques vont être largement guidées par ces deux contraintes majeures :

- **Le rythme du traitement** sera contrôlé afin de laisser à la MdT le temps nécessaire au traitement (par exemple avec la vitesse de présentation des notions, la vitesse de lecture de l'élève, etc.).
- La notion de **tâche complexe** qui, au-delà d'un certain seuil, va dépasser la capacité de traitement. Il conviendra de la décomposer en étapes plus élémentaires.
- Les **modes de présentation** des notions (tableaux ou supports visuels chargés, par complémentarité des modes oraux et visuels, par la présentation adaptée des schémas et leurs légendes, etc.).

Les échanges entre la mémoire à long terme et la MdT s'effectuent dans les deux sens :

- Des mémoires à long terme (sémantique, épisodique) vers la MdT, pour lier les nouvelles informations aux anciennement acquises.
- De la MdT vers les mémoires à long terme, pour stocker les informations pertinentes.

Le traitement s'effectue avec un ensemble complexe de réseaux de neurones qui, en coordination contribuent à résoudre la tâche. En cela, la MdT est constituée d'un ensemble de réseaux répartis surtout dans la partie frontale du cerveau, mais pas uniquement. Elle n'est donc pas neuro-biologiquement unitaire.

Le rôle de l'attention

La qualité du traitement est liée à l'attention, phénomène largement décrit dans une autre fiche du site (*La nature de l'attention*). Certaines théories postulent que la limitation de la MdT est corrélée avec celle de l'attention, voire de l'oubli (une MdT qui oublie vite aurait pour conséquence qu'elle ne peut traiter plus d'un certain nombre d'éléments en même temps).

Rôle de l'attention (en MdT) : L'attention se décline diversement selon l'objectif à remplir : degrés d'attention, sélection des informations, contrôle des distracteurs, passage d'une cible à une autre. L'attention joue un grand rôle dans la performance de mémorisation.

Potentialisation à long terme : phénomène neuro-biologique de type électrochimique entraînant la consolidation des liaisons synaptiques. L'effet observé conduit à faciliter le transfert des informations d'un neurone à l'autre au niveau des synapses. Evoquer la potentialisation à long terme, c'est évoquer la consolidation en mémoire. Ainsi que la durée persistante dans le temps de l'efficacité du synapse (on parle de force synaptique).

Infos clés :

- La mémoire de travail est une **fonction exécutive** qui **retient** temporairement les informations (de l'ordre de la minute) pour les **traiter** (manipuler) : comprendre, analyser, résoudre, raisonner, etc.
- **L'attention** est une fonction majeure lors du traitement en mémoire de travail.

6. STOCKAGE DES INFORMATIONS DANS LES MEMOIRES A LONG TERME

Deux systèmes de la mémoire sont essentiellement concernés : épisodique et **sémantique**. Qui correspondent à des informations de types différents. Concernant l'activité scolaire, c'est essentiellement la mémoire sémantique des savoirs qui est impliquée.

La mémoire **épisodique** (couramment dénommée mémoire des souvenirs), replace les éléments dans un contexte (lieu, époque, émotions). Ces différents volets du souvenir ne sont pas localisés dans la même zone du cerveau. Le rappel du souvenir relève d'une reconstruction mentale, avec des altérations possibles de chaque composante. D'où la déformation partielle inévitable du souvenir. Il s'agit d'une mémoire de type **autobiographique**, car spécifique à chaque individu. Et ne relevant pas de stratégie de consolidation volontaire. Avec le temps, il y a passage possible d'éléments de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique.

La mémoire **sémantique** est celle des faits, mots, concepts, symboles, références. Elle peut être comparée à une encyclopédie plastique personnelle qui s'enrichit, s'ajuste et se modifie au fur et à mesure des acquisitions et du temps. Elle est sujette à l'oubli que l'enseignant et l'élève vont tenter de surmonter avec des stratégies de consolidation mémorielle.

Distribution dans les réseaux neuronaux

L'information est distribuée dans les différents systèmes et sous-systèmes de la mémoire. La plasticité synaptique permet une adaptation et une reconfiguration partielle des réseaux neuronaux, afin d'intégrer les éléments de la nouvelle information :

- . De nouvelles liaisons synaptiques se créent
- . De nouvelles épines dendritiques se forment permettant d'accroître le nombre des connexions
- . Des liaisons se modifient, les neurones changeant de voisins

L'intégration d'éléments nouveaux en mémoire entraîne donc des modifications neuro-biologiques et de nouvelles configurations de réseaux. Il ne s'agit pas simplement d'un ajout à la manière d'une maison qui se construirait en rajoutant brique après brique, cloison après cloison, tuile après tuile. Mais d'une réorganisation éclatée en différentes zones du cerveau. En cela la mémoire revêt **un aspect dynamique**.

Infos clés :

- Un nouvel élément qui arrive bouscule les réseaux neuronaux, grâce à la propriété de plasticité cérébrale au niveau des liaisons synaptiques.

L'oubli (voir notre fiche sur L'oubli)

Se traduit par une modification fréquente des éléments intégrés en mémoire, voir leur disparition, et le plus souvent par une difficulté de récupération. Ce phénomène naturel touche une grande partie des informations intégrées, surtout les plus récentes. Les liaisons synaptiques sont fragiles. Il est nécessaire de passer par des stratégies de consolidation volontaire.

La consolidation en mémoire

Un nombre important de recherches ont validé le phénomène de l'oubli et de la nécessaire consolidation pour installer durablement des éléments d'information en mémoire. (*Notre fiche La consolidation mémorielle*). Depuis les travaux d'Ebbinghaus sur les reprises et leur rythme, les choses se sont affinées, et peuvent suggérer des stratégies de mémorisation par reprises expansées aux enseignants).

Seules les techniques de multi-reprises (correspondant au niveau biologique à des réactivations neuronales) sont la garantie de l'installation durable des éléments à conserver sur des durées longues, et si possible sans déformation.

Différents autres phénomènes conduisent à la consolidation :

- **Le sommeil** durant lequel certains stades sont programmés naturellement pour rejouer les scénarios d'apprentissage, en grand nombre et rapidement
- **Les reprises** aléatoires à l'occasion de la récupération des éléments en mémoire
- Les phénomènes de **consolidation automatique et naturelle** se déroulant dès après l'apprentissage

Plusieurs règles fondamentales participent à une mémorisation efficace :

- La consolidation **par multi-reprises** (dit plus haut) avec étalement dans le temps, à rythme expansé si possible.
- La mémorisation **par questionnement**
- La condition de **compréhension**, comme préalable à la mémorisation
- La **multiplicité des liens** entre l'information nouvellement acquise et d'autres disponibles en mémoire à long terme
- **L'explicitation**
- Les activités de **transferts** vers des situations voisines et différentes

La consolidation mémorielle relève principalement de trois phénomènes neuro-biologiques :

1. **La stimulation par rappel**, (réactivation) qui engendre une potentialisation à long terme au niveau des synapses
2. **Les reprises** qui participent à cette stimulation (chaque fois qu'un élément est rappelé, l'activation améliore le transfert de l'influx, ainsi que sa vitesse)
3. **La co-activation** de plusieurs neurones autour du même élément produit une amélioration des connexions (règle de Hebb).

Infos clés :

- Au-delà du cheminement de l'information depuis sa réception, les techniques de mémorisation et les stratégies de consolidation permettent à l'information de s'installer durablement dans les systèmes de mémoire.
- Les termes importants pour assurer la consolidation : **reprises** (expansées), **compréhension**, **questionnement**, **liens** et **transfert**, **explicitation**, **sommeil**.

7. LA RECUPERATION

La récupération est associée à :

- **L'émergence consciente** d'une notion installée en mémoire
- **L'activation des neurones** supports de cette notion

Elle peut s'effectuer de façon involontaire (en passant dans une rue, vous reconnaissez une boutique, sur le marché vous rencontrez une personne que vous reconnaissez immédiatement, en lisant un texte vous réactivez le souvenir d'un mot rarement employé).

Mais surtout de façon **volontaire en milieu scolaire** (les traditionnels contrôles en classe par exemple).

La récupération volontaire s'effectue sous trois formes principales :

Le monde scolaire est rempli de modalités d'évaluation dont le principe repose sur les techniques de récupération, afin de dresser une photographie aussi fidèle que possible de sa possession et l'aisance de son rappel. En cela, ne pas confondre connaître et se rappeler. On peut connaître une information, en disposer en mémoire, sans pour autant pouvoir la rappeler...

- **De façon libre** : vous n'avez aucun appui, indice, aide quelconque pour vous remémorer une notion. C'est l'exemple du sujet d'histoire tenant en quelques mots, avec 2h30 pour rédiger la copie (savoirs, références, plan, etc.).
- **De façon indicée** (les indices de rappel) : des signes associés à la notion à récupérer sont mis en place pour faciliter la récupération. Il suffit parfois d'un mot, d'une image, d'une évocation, pour faire resurgir à la l'esprit la notion recherchée.
 - L'apprenant dispose d'indices qui le mettent sur la voie (c'est le cas d'un travail à partir de documents, d'un mot qui en appelle un autre, d'un signe évocateur). La question en lien avec l'évaluation est : « la personne avait-elle l'information en tête, ou non ? ».
 - Elle peut ressentir l'impression d'avoir oublié une information, alors qu'en réalité elle n'a pas disparu, le chemin du rappel étant devenu difficile.
- **Par reconnaissance** : parmi plusieurs solutions, il faut retrouver la bonne. C'est évidemment la plus facile.
 - On connaît les études qui consistent à demander de lister les camarades de classe, 30 ou 40 ans après. La personne est bien incapable d'en citer plusieurs. Mais lorsqu'on lui présente la photo, elle en reconnaît plus de la moitié en étant capable de citer quelques noms. Ce qui était impossible librement, le devient avec un indice (visuel ou autre).
 - Que cherche-t-on à savoir lors de l'évaluation : si la personne est capable de rappeler librement, ou si elle possède l'information quelque part dans sa mémoire ?
 - Solutions parmi plusieurs qui lui sont proposées : quiz, QCM. Ce sont évidemment les méthodes les plus faciles de récupération. Pas forcément les plus pertinentes car la soumission à des hypothèses fausses induit parfois à tort leur mise en mémoire. Certes les QCM sont très souvent utilisés, mais en termes de processus cognitifs et de consolidation, ils ne sont pas très pertinents ! Sauf à les construire avec une grande habileté.

Dans la mesure où la **récupération** permet de faire remonter à la conscience un élément donné, il y a **réactivation** neuro-biologique des neurones concernés, et de ce fait, consolidation mémorielle. La récupération par questionnement est particulièrement efficace pour cela. (*Notre fiche La mémorisation par questionnement*).

Il avéré qu'une connaissance maintes fois réactivée est plus facile à récupérer. *Un trajet maintes fois pratiqué est aisément retrouvé, également pour le nom d'une personne, l'utilisation d'une formule mathématique.*

La récupération contribue à la consolidation, surtout si elle résulte d'un questionnement. Il est montré que la réactivation par questionnement active davantage les réseaux neuronaux qu'une simple lecture ou une simple écoute.

« Le principe de récupération en mémoire est l'un des plus solidement appuyés par la recherche, pour la consolidation » (Steve Masson, Activer ses neurones, O.Jacob, 2020).

Infos clés :

- La récupération est **involontaire** au gré de la vie... et **volontaire** dans le cadre scolaire.
- Les trois modes de récupération : **libre, indicé, reconnaissance.**
- Chaque **récupération** est une forme de **réactivation** qui contribue à consolider la notion.

REPONSES AU TEST DE POSITIONNEMENT

Q1. Comment le cerveau fait-il pour reconnaître un élément d'information dès son arrivée sur une zone sensorielle ?

Lorsqu'une information nouvelle atteint une zone sensorielle, la mémoire perceptive concernée envoie le message vers la mémoire à long terme qui est chargée de reconnaître le message.

Q2. Que désigne-t-on sous le terme d'encodage ?

Transformation du signal physique en message neuronal dans les différents circuits.

Q3. La récupération volontaire d'un élément en mémoire peut s'effectuer sous trois modes, lesquels ?

De façon libre sans indication particulière, avec des indices, ou par reconnaissance (QCM par exemple).

Q4. Quels sont les deux rôles essentiels des mémoires perceptives ?

- *Transmettre le message vers la mémoire à long terme pour reconnaissance*
- *Envoi vers la mémoire de travail pour traitement de l'information.*

Q5. Pourriez-vous citer quelques techniques de consolidation des informations en mémoire ?

Les reprises mémorielles (en particulier planifiées), le questionnement, la compréhension, les liens, l'explicitation, le transfert et les applications de la notions

FICHES ASSOCIEES



- ▶ La mémoire de travail
- ▶ L'oubli
- ▶ La mémorisation par questionnement
- ▶ La consolidation mémorielle
- ▶ Les systèmes de la mémoire

