

**Jean-Luc Berthier**

[Jean-luc.berthier2@orange.fr](mailto:Jean-luc.berthier2@orange.fr)

**Ne pas diffuser, droits protégés**

NEUROSCIENCES COGNITIVES et APPRENTISSAGE

Vade-mecum version 25 février

## **Plan**

Introduction

Cheminement historique vers la situation actuelle

Éléments de neurobiologie pour comprendre l'apprentissage

Prenons garde aux neuromythes !

Le modèle des 5 mémoires

Prendre en compte l'oubli

Mémorisation active vs mémorisation passive

Techniques de réapprentissage

Les essentiels et leur fléchage

Le goulot de l'empan mnésique

La supériorité de l'apprentissage espacé

Les formes de rappel et incidence sur l'évaluation

L'aptitude au transfert

Les atouts de la mémoire procédurale

Autres domaines des neurosciences concernés par l'apprentissage

Pistes d'expérimentation en établissements scolaires

Bibliographie

Me contacter

## **Introduction**

Pour replacer les neurosciences cognitives dans le contexte de l'apprentissage

Le métier du pédagogue est de travailler en direct sur le cerveau des apprenants. La compréhension de son fonctionnement connaît depuis quelques décennies un développement spectaculaire et décisif à la fois pour le sujet apprenant, et pour celui qui met œuvre les stratégies « pour apprendre ». Le chemin qui reste à parcourir est encore immense, mais celui déjà parcouru sur lequel la communauté des neuroscientifiques s'accorde, permet – pour ne pas dire oblige – à mettre en œuvre de nouvelles modalités pour améliorer les résultats de toute démarche d'apprentissage.

Il n'est plus acceptable d'ignorer certaines lois du fonctionnement du cerveau, et ainsi que le dit Stanislas Dehaene, psychologue cognitif et professeur au Collège de France : « *Les enseignants doivent devenir des experts de la dynamique cérébrale.* »

**Les enjeux sont immenses :**

- Contribuer à lever certains obstacles à l'accès à « comprendre et apprendre » pour un trop grand nombre d'élèves, ce qui contribue à alimenter injustement la fracture scolaire ;

- Permettre à tous les élèves – des très bons au plus en difficulté – d’améliorer leur techniques d’apprentissage, en les impliquant dans l’indispensable connaissance des mécanismes cognitifs ;
- Mettre les modalités pédagogiques en adéquation avec le fonctionnement réel du cerveau.

**Concernant les enseignants** et l’avancée des connaissances en neurosciences cognitives :

- L’immense majorité des acteurs de l’éducation restent ignorants des lois fondamentales du cerveau et de la mémorisation, y compris les hauts responsables qui ont la main sur l’évolution du système ;
- Aucune fonction professionnelle, à quelque niveau que ce soit, n’est dédiée à la mise en application des données neuroscientifiques dans les pratiques de la classe ;
- Les expérimentations et innovations restent rares et frileuses, et pour le moins mal connues ;
- Les laboratoires (français) en sciences cognitives ne se mobilisent pas sur des thèmes liés à l’apprentissage ;
- Il revient à tout enseignant, tout établissement de lever des dynamiques de diffusion de ces données, de partage et d’expérimentations conduites avec rigueur. Surtout dans la logique actuelle du développement de l’établissement-apprenant.

### **Cheminement historique vers la situation actuelle**

**Quelques repères :**

. Il y a 130 ans environ, H.**Ebbinghaus** – considéré comme le père de la psychologie expérimentale – ouvre avec des apports visionnaires les portes de la compréhension de la mémoire et de l’apprentissage, en posant les premières règles des courbes de l’oubli et du réapprentissage, en affirmant la supériorité de l’apprentissage espacé, de la mémorisation active, et de l’intérêt de la vocalisation, en précisant les effets de primauté et de récence. Enfin en développant l’idée d’une mémoire à long terme de type sémantique et une autre de type procédurale.

. Puis de nombreuses découvertes sur le cerveau ont été produites par l’étude des pathologies (traumatismes, patients cérébro-lésés, traitement d’épilepsie par la chirurgie) et de comportements « dys ».

. Plus récemment, les outils de la **neuro-imagerie** (IRMf, TEP, électroencéphalographie) se sont développés depuis les années 1990 et permis de comprendre les liens entre l’activation de certaines zones corticales avec certains comportements. Des études se développent désormais sur des populations de normo-apprenants, et permettent de construire des modèles de fonctionnement de plus en plus fiables.

. Désormais un nombre croissant d’études portent des **normo-sujets**, avec des techniques non invasives ni perturbantes.

**Indicateurs de progression :**

- . Les communications scientifiques validées se comptent par centaines de milliers
- . Les laboratoires de sciences cognitives sont présents dans un très grand nombre d’universités
- . Les ouvrages de vulgarisation se multiplient
- . Les colloques nationaux, y compris ceux dédiés aux questions de l’apprentissage

- . Les Prix Nobel récompensent de plus en plus de neurobiologistes (par exemple Ramon y Cajal pour le neurone, E.Kandel pour la transmission synaptique de l'information, les Prix 2014 de médecine pour les cellules hippocampiques de lieu)
- . Les projets « Brain » européen (qui concerne quelques grands laboratoires français) et américain
- . La présence de plus en plus fréquente d'informations dans les médias, sur le cerveau.

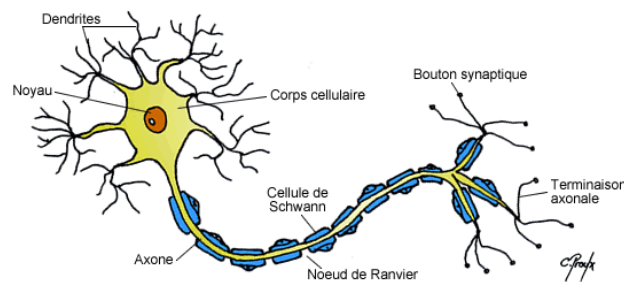
### **Une question-clé pour les acteurs de l'éducation :**

Quand, les produits du capital de plus en plus abondant et fascinant de connaissances va-t-il descendre – pour ce qui concerne les mécanismes de la compréhension et de l'apprentissage – au cœur des pratiques pédagogiques ? C'est la question que se posent de plus en plus d'élèves et de familles, attentives à la médiatisation de ces informations.

On ne peut que se féliciter de l'intérêt de plus en plus marqué par tous pour ces questions, en particulier dans le système scolaire.

### **Éléments de neurobiologie pour comprendre l'apprentissage**

Nul n'ignore la nature de la cellule élémentaire du cerveau, qu'est le neurone :



Trois zones du neurone sont concernées et se transforment au cours de l'acte « d'apprendre » :

- . Les **dendrites**, ramifications par lesquelles les neurones se lient les uns aux autres et dont le nombre – variant de quelques milliers à quelques dizaines de milliers – augmente lorsque le cerveau « travaille » ;
- . Les **terminaisons synaptiques**, à l'autre bout, qui sont également des zones de transmission de l'information d'un neurone (en amont), vers un autre neurone (en aval). Dans l'espace inter-synaptique, les neurotransmetteurs assurent le passage de l'information. Au cours de la mobilisation cérébrale de l'apprentissage, les boutons se développent, les mécanismes de transmission s'affinent et s'accélèrent ;
- . L'**axone** central, lieu de la transmission électrochimique de l'information, s'entoure d'une gaine de plus épaisse de myéline au cours des entraînements et reprises, qui assurent la sécurisation de l'information et son accélération.

On appelle **plasticité cérébrale** l'ensemble des modifications incessantes de la population neuronale dès la conception jusqu'au terme de la vie, qui se traduit par les trois processus cités ci-dessus, mais également par :

- . La complexification de plus en plus grande des réseaux de neurones, traduisant l'inscription pour le sujet apprenant, de connaissances nouvelles ou confirmées, et d'aptitudes ;

- . La réorganisation des réseaux ;
- . Un « élagage » durant la période adolescente, permettant d'éliminer les connexions synaptiques inutiles ;
- . La faible création et disparition de neurones au cours de l'existence. Dès après l'enfance, le stock neuronal reste quasiment inchangé (une centaine de milliards). L'évolution et la performance des capacités cérébrales ne reposent pas sur le nombre des neurones, mais des liaisons inter-neurales (une centaine de millions de milliards).

L'idée à retenir est que les activités cognitives d'apprentissage se traduisent pas une modification qualitative des neurones et de leur connectivité. Certains types d'apprentissage (par exemple linguistique ou d'une langue seconde) étant plus aisés à certains moments de la vie (les portails cognitifs).

### Prenons garde aux neuromythes

Idées fausses – ou méconceptions – hélas très répandues, qui constituent autant d'obstacles et de résistances aux modifications souhaitables des pratiques. Citons-en quelques-unes courantes :

- . L'entraînement de la mémoire possède un effet général sur toutes les activités mnésiques : « j'entraîne ma mémoire ». Cela est faux, **la mémoire n'est pas un muscle** ! Un sujet peut fortement développer sa mémoire dans un domaine pointu, et rester handicapé par une faible mémoire dans un autre.
- . Dire « **j'ai une bonne ou une médiocre mémoire** » n'a guère de sens. Nous disposons d'un grand nombre de zones mémorielles le plus souvent affectées à des fonctions spécifiques. Nous pouvons être performants pour un type de rétention, et très moyen pour un autre.
- . « Je suis **multi-tâches** ! ». Il n'est pas possible (sauf rares exceptions et suite à un entraînement spécifique pour un couple de tâches précises) de conduire deux tâches conscientes simultanément (par exemple parler et lire). En revanche, il est courant de réaliser une tâche très automatisée en même temps qu'une autre mobilisant la pleine conscience (par exemple conduire et échanger avec un passager).
- . Ne pas trop capter d'informations pour ne pas « **alourdir** » le cerveau. Faux. Les capacités mnésiques sont quasiment illimitées. L'exemple d'une journée bien remplie nous montre à quel point nous sommes capables de nous mobiliser sur un grand nombre de tâches différentes. Toutefois, le concept de fatigue est bien réel.
- . « Je me souviens très bien... ». Les souvenirs constitués de la recombinaison d'éléments épars à chaque rappel, qui évoluent au cours du temps, et des conditions présentes où ils sont exprimés. **Aucun souvenir n'est véritablement fiable.**
- . Tout comme la mémoire photographique n'existe pas, on ne peut pas catégoriser les élèves en « **auditifs** » et « **visuels** ».
- . **Répéter 10 fois de suite** une donnée permet de l'ancrer plus profondément. Faux. La mémoire dite « de travail » qui traite les informations, tourne vite dans le vide en jouant sur sa propre résonance. En revanche la consolidation s'effectue par des répétitions étalées judicieusement dans le temps.

## Le modèle des 5 mémoires

Devant la floraison des zones mémorielles affectées (lexicale, olfactive, échoïque, des visages, prospective, et des dizaines d'autres), il est courant de proposer le modèle des 5 mémoires qui recouvre l'ensemble des fonctions :

. **La mémoire sémantique**, stockant notre « encyclopédie personnelle » d'éléments déclaratifs ou explicites, c'est-à-dire mobilisables consciemment. Les données sont rapidement « encodées » mais le plus souvent vulnérables sous l'effet du temps, à plus ou moins long terme. Une consolidation mnésique est indispensable pour qu'elles soient rappelables aisément.

. **La mémoire procédurale**, qui stocke les automatismes mobilisables sans effort, et qui sous-tendent une grande partie de nos actions du quotidien. De nombreuses répétitions sont nécessaires pour les engranger, mais ... c'est quasiment pour la vie !

. **La mémoire perceptive**, sas d'entrée des signaux sensoriels que chacun capte en nombre considérable, débouchant sur la mémoire à court terme qui va les traiter. Cette mémoire transforme les signaux physiques en signaux neuronaux, très subrepticement. Elle intéresse peu le pédagogue.

. **La mémoire épisodique**, lieu privilégié des souvenirs, biographiques ou autobiographiques. Elle intéresse également peu le pédagogue.

. **La mémoire de travail**, qui reconnaît, traite, analyse, hiérarchise, décide. C'est la mémoire que le pédagogue fait travailler de façon privilégiée chez les élèves. D'une performance époustouflante, elle a deux limites : c'est une mémoire à court terme (de quelques minutes à quelques heures ou jours), et sa capacité de traitement est quantitativement limitée (empan mnésique).

Toutes les mémoires travaillent simultanément en interaction. Comprendre ce modèle est important pour construire judicieusement les activités de l'apprentissage.

## Prendre en compte l'oubli

La nature a prévu des processus biologiques accompagnant l'apprentissage. Mais également d'autres mécanismes conçus pour oublier, c'est-à-dire filtrer parmi le flot gigantesque des signaux incidents et qui pénètrent en mémoire de travail, ceux qui seront destinés à rester durant des temps courts, moyens ou très longtemps. Cette filtration protège le cerveau et lui évite d'être inutilement submergé. L'oubli est un mal nécessaire de la mémoire.

C'est à chaque sujet d'évaluer ce qu'il lui conviendra de conserver, puis de développer des stratégies pour ancrer les informations pertinentes.

En voulant que ses élèves « retiennent » des éléments sémantiques, des méthodes, des procédures, le pédagogue travaille un peu à contre-courant. Il lui faudra déployer des stratégies fines et déterminées pour atteindre ses objectifs d'une rétention à terme.

### **Quelques exemples illustrent la rapide perte mnésique :**

**1.** Des lycées à qui l'on présente une quinzaine de mots au rythme de 1 par seconde, sont capables d'en rappeler en moyenne 7 immédiatement. Mais si on les distrait durant 2 minutes, ils ne sont plus capables d'en rappeler que 4,5 en moyenne.

2. 7 notions de géographie sont apprises lors d'une séance d'accompagnement personnalisé en 1<sup>ère</sup> ES. Au cours de la séance, les élèves doivent s'y reprendre de 3 à 6 fois (selon les élèves) pour connaître les 6 notions. Trois semaines après, ils ne peuvent remémorer correctement que 2 notions. Ils réapprennent les 7 notions durant la nouvelle séquence. A nouveau trois semaines après, ils peuvent en rappeler correctement 5. C'est mieux que 2, c'est moins que 7.

3. Une expérience similaire a été conduite avec des élèves de 5<sup>ème</sup>, sur 12 notions ponctuelles de géographie. Les élèves apprennent ces notions au cours d'une première séquence, ils ont l'impression de les savoir. 24h seulement après, la chute mnésique est de 60%.

4. Lors d'une conférence donnée à des adultes, on estime que 90% des éléments non traités (ayant donné lieu à des analyses, exercices, production) sont oubliés après 72h.

5. Une étude massive conduite en collège sur les mots-concepts des programmes a montré qu'environ un mot-concept sur 2 est retenu correctement (ce qui est déjà considérable) au terme de l'année scolaire, un sur 4 donne lieu à une confusion ou une erreur, et un sur 4 n'est pas retenu du tout.

Ce qui appelle les questions suivantes :

- . Le nombre des mots-concepts dont il est exigé d'être retenus par les élèves n'est-il pas trop élevé, n'est-il pas préférable de resserrer l'ambition sur « moins mais mieux » ?
- . Les techniques de mémorisation proposées aux élèves sont-elles claires et efficaces ? Une stratégie de rétention à terme a-t-elle été mise en place ?
- . Les programmes mettent-ils clairement le focus sur ce qu'il est essentiel de retenir pour comprendre et avancer au long des niveaux scolaires ?

### **Quelques causes de la difficulté de rappel**

Oublier n'est pas uniquement « perdre une donnée ou laisser s'effacer une trace ». C'est aussi avoir du mal à rappeler une information existante faute de l'avoir activée suffisamment, une information conservée à l'état de trace.

5 causes principales dont identifiées qui expliquent la difficulté de rappel :

- Les **interférences** rétrogrades et antérogrades : la mémoire n'a pas le temps d'assimiler une information antérieure que la suivante arrive déjà, et la mémoire de travail est mobilisée sur l'information présente et n'est pas apte à capter correctement l'information ultérieure ;
- La **trace mnésique** initiale n'est pas assez **consolidée**, négligence, flux incident trop rapide... ;
- Les **liens** qui permettent de comprendre et assimiler une information nouvelle sont insuffisants ;
- Les opérations pédagogiques de **traitement** (exercices d'application, explication, mémorisation, verbalisation, retours et reprises) sont insuffisantes ;
- Dépassement de l'empan mnésique (cf.infra).

### **Mémorisation active vs mémorisation passive**

La **mémorisation active** par tests successifs (multi-testing) consiste tout simplement à faire l'effort de répondre à une interrogation pour se rappeler une information. Les observations montrent que cet exercice contribue fortement à la qualité de la rétention (à condition de ne pas trop insister sur des rappels erronés, ce qui aurait pour effet de consolider des erreurs). C'est ce mode qu'il faut encourager pour nos élèves.

**La mémorisation passive** par relecture (re-reading) consiste à relire une information pour la réactiver. C'est alors davantage la mémoire de travail qui est à l'œuvre, et donne l'illusion de rétention. Cela correspond au bachotage sous toutes ses formes (relecture peu avant le contrôle, acquisition unique la veille, stratégie massée dans le temps), dont on connaît la fragilité.

Les enseignants soucieux que leurs élèves acquièrent à terme :

- . Informeront leurs élèves sur ce processus ;
- . Leur fourniront les outils permettant de développer de meilleures stratégies ;
- . Planifieront les tests (courts mais étalés dans le temps, et contraignant les élèves à revenir sur certaines notions).

### **Techniques de réapprentissage**

Les premières courbes de l'oubli qu'Ebbinghaus avait dressées à partir des expériences effectuées sur lui-même, et largement confirmées depuis, indiquent :

- . Qu'il faut en moyenne de 3 à 6 reprises pour qu'une information soit installée à terme ;
- . Que la reprise trop rapide est vaine, des temps de pause sont nécessaires ;
- . Que les écarts entre les réapprentissages doivent être de plus en plus longs ;
- . Qu'il n'existe pas de loi systématique chiffrant ces écarts, et qui serait applicable à tous les apprenants. Ils dépendent de chaque personne, de chaque élément à retenir ;
- . Qu'en l'absence d'une grille de reprises s'étalant sur plusieurs jours, semaines et mois, l'information devient de plus en plus difficile à rappeler.

Pour parer ce phénomène inéluctable de l'oubli, plusieurs techniques sont possibles :

#### **Les fiches ou encarts de mémorisation :**

A ne pas confondre avec les traditionnelles fiches de résumé de cours, qui ont l'avantage de clarifier les essentiels, mais ne possèdent pas les vertus d'une fiche d'auto-interrogation autonome. De plus l'incrustation de l'encart de mémorisation à l'intérieur du cours, et apporté par l'enseignant, évite à l'élève de construire sa fiche.

Les fiches les plus simples portent sur des éléments purement sémantiques (définition, propriétés, consignes ou éléments de méthode). La question figure sur une partie gauche. Sur la partie droite, que l'élève peut occulter, figure la réponse.

Cet outil permet à la fois de pointer les données essentielles que l'élève devra retenir, et d'être un outil efficace de mémorisation.

#### **Exemple**

<i>Question</i>	<i>Réponse</i>
Qu'appelle-t-on liaison Van der Waals ?	Interaction électrostatique (attractive ou répulsive) de faible intensité, intermoléculaire

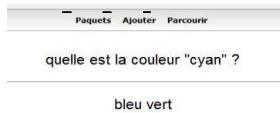
Des fiches de mémorisation plus complexes peuvent être construites dans les classes ultérieures, portant sur des schémas à compléter, des plans de cours, des repères chronologiques, etc.

L'expérience montre qu'au collège – et souvent au lycée - les élèves ont beaucoup de mal à formuler les questions. Il convient de les aider.

En incluant l'encart de mémorisation dans le cours, le professeur apporte directement l'outil. Cependant, l'aide à la construction de la fiche de mémorisation peut faire l'objet d'une activité de l'accompagnement personnalisé, dans le cadre de l'autonomie de l'élève pour « apprendre à apprendre ».

### Logiciels de mémorisation avec flashcards

Proposent des fiches numériques recto(question)/verso(réponse) construites par l'apprenant ou l'enseignant, classées par « paquets ». A chaque interrogation, et en fonction de l'aisance à répondre (difficilement ou pas du tout, avec doute, ou avec certitude), l'apprenant choisit un bouton de rappel. Le logiciel calcule le délai de ré-interrogation optimum (ni trop lointain ni trop rapproché). Ainsi un temps important est gagné par l'apprenant. Les meilleurs délais sont établis automatiquement et l'individualisation est totale. Exemple du logiciel open source ANKI :



Deux points à lever :

- . Qui construit les cartes ? L'étudiant s'il est mûr et autonome. Le professeur dans le cas contraire.
- . Qui contraint l'apprenant à se réinterroger ? Il est incité par l'enseignant, mais personne ne peut le forcer.

Pour exemple, le logiciel ANKI est libre d'accès et exportable.

### Calendrier de réapprentissage

L'organisation temporelle du réapprentissage peut sembler difficile à mettre en place dans le déroulement du programme. Beaucoup d'enseignants pratiquent la logique du « petit train », un chapitre suivant l'autre avec le découpage : cours, application (exercices, travaux divers), contrôle, passage au chapitre suivant.

Alors que la logique du fonctionnement cérébral consiste à étaler la réactivation de la mémoire pour la consolider :

- . Le cours
- . Peu après, premier test bref ; reprise par quelques exercices ou activités
- . Quelques semaines plus tard deuxième test court ; nouvelle reprise brève
- . Quelques temps plus tard, contrôle dont le résultat est plus fidèle à l'acquisition réelle.

**Exemple de calendrier portant sur quelques chapitres et plusieurs semaines :**



semaine	Chap 1	Chap 2	Chap 3	Chap 4 etc...
1	Cours			
2		Cours		
3	Test 1		Cours	
4		Test 1		
5			Test 1	
6				
7	Test 2			
8		Test 2		
9			Test 2	
10				
11				
12				
13	Contrôle	Contrôle	Contrôle	
Etc.				

### **Les effets du non-réapprentissage**

- . Le rappel devient vite difficile au cours de l'année ;
- . Les données sont « très peu disponibles » au cours des années ultérieures, les prérequis indispensables sont difficilement mobilisables ;
- . Les notions de base (vocabulaire, définition, propriétés majeures) mal connues sont autant de handicaps pour les compréhensions ultérieures. Paramètre important de la fracture scolaire.

### **Les essentiels et leur fléchage**

Mettre en place une stratégie de réapprentissage avec son jeu de tests (multi-testing) est incompatible avec l'ambition démesurée de nos programmes scolaires actuels.

#### ***Deux exemples :***

. Chapitre (pris au hasard) de sciences physiques en seconde, portant sur les signaux. Il a été recensé 74 savoirs et 22 savoir-faire, certains simples et faciles, d'autres beaucoup moins évidents pour la majorité des élèves. Durée autorisée pour le cours + exercices + TP : deux semaines, soit une poignée d'heures.

. Recensement des mots-concepts en collège à partir d'un panel d'ouvrages scolaires et de cours :

6<sup>ème</sup> : 6000    5<sup>ème</sup> : 10.000    4<sup>ème</sup> : 18.000    3<sup>ème</sup> : 24.000

Leur acquisition consolidée est impossible. Question : ne vaudrait-il pas mieux faire le choix du « **moins mais mieux** »

Quand aura-t-on l'audace de s'affranchir des références – qui ont leurs limites - des ouvrages scolaires et de l'épée de Damoclès de l'achèvement des programmes (hors classes à examen, bien entendu)

Les élèves, on le sait sont par ailleurs désespérés sur le **manque de fléchage** : qu'est-ce qui est primordial à retenir, comment dois-je me préparer à un contrôle, sur quels exercices du livre puis-je m'entraîner ? Autant d'indices qui doivent conduire à « **périmétrer** » le **contour des essentiels**, et appliquer sur eux une stratégie rationnelle de réapprentissage qui aille bien au-delà de l'enseignement spiralé.

## Le goulot de l'empan mnésique

Peut se définir par le nombre d'éléments que la mémoire de travail est capable de retenir simultanément pour effectuer une tâche. Par exemple :

- . L'ensemble des idées permettant d'élaborer une représentation sur un texte ;
- . L'ensemble des règles nécessaires à avoir à l'esprit pour pratiquer un jeu.

On évalue la moyenne de l'empan de 5 à 7 éléments distincts. La valeur de l'empan n'est pas caractéristique d'une personne, mais du champ dans lequel il s'exerce. Si certains éléments sont non ou mal connus, ils auront du mal à être retenus. Comment comparer l'empan pour une liste de mots étrangers inconnus ou une liste de mots très familiers, à forte association avec des images, ou ayant des liens entre eux.

Or la réalisation d'une tâche ou la compréhension d'une tâche nécessite souvent la rétention momentanée d'un assez grand nombre d'éléments. Nombre qui est souvent **surestimé** chez l'apprenant de la part de l'enseignant. Au-delà de ce nombre, la mémoire de travail ne peut plus fonctionner, elle est **saturée**.

### **Comment permettre à l'empan d'être au maximum de sa valeur ?**

- En augmentant la bonne connaissance des éléments de base (en particulier le vocabulaire, qui fait trop souvent défaut chez un grand nombre d'élèves moyens et faible) ;
- En travaillant sur les automatismes de pensée, ou procédures (cf.infra) ;
- En accroissant les capacités de concentration.

## La supériorité de l'apprentissage espacé sur l'apprentissage massé

A capital temps égal, la performance d'assimilation et de rétention est nettement supérieure lorsque l'apprentissage est scindé en plusieurs parties réparties dans le temps.

Ce qui ramène toute stratégie de bachotage ou d'apprentissage à la dernière heure, à un constat de d'illusion d'apprendre, et d'oubli rapide. On sent bien la chute des résultats au baccalauréat que l'on constaterait en refaisant passer l'examen par surprise aux mêmes candidats quelques mois après...

Certes il est a priori compliqué de découper nombre d'apprentissages et les répartir dans le temps, sans donner l'impression d'éparpillement et de confusion. Mais autant que possible, répartir les chapitres un peu longs en deux ou trois parties qui pourraient être scindées sans que l'ensemble perde de la cohérence.

Répetons-le : on retient mieux les informations qui se répètent avec des intervalles inter-répétitions longs plutôt qu'avec des intervalles inter-répétitions courts. Avec le principe de l'agencement expansif. On sait également que le déficit de sommeil est une cause de mauvaise rétention, preuve que les pauses et le sommeil sont des facteurs indispensables à l'assimilation.

Bref, pour qu'une connaissance ou une maîtrise de méthode soient acquises, il est indispensable de la reprendre, avec des espacements pertinents.

## Les formes de rappel et l'incidence sur l'évaluation

L'évaluation d'un acquis revient à mettre en œuvre le **rappel** qui peut s'opérer principalement de trois façons dont les effets sont très différents.

1. **Le rappel libre.** C'est le plus difficile. On demande au sujet de rappeler sans support ni indication, des informations sur un thème (c'est le cas lorsque les élèves effectuent un développement à partir d'une seule question, ou d'un intitulé très bref)
2. **Le rappel indicé :** pour se rappeler, la personne dispose d'indices qui le mettent sur la voie (c'est le cas d'un travail à partir de documents). C'est le cas de la photo de classe très ancienne qui permet de reconnaître les camarades que l'on aurait été incapable de citer sans indice. C'est aussi le cas du paysage que l'on aurait été incapable de décrire de mémoire, mais que l'on reconnaît aisément en s'y trouvant.
3. **Le rappel par reconnaissance :** le sujet doit choisir entre plusieurs solutions qui lui sont proposées : quiz, QCM. C'est la méthode la plus simple.

Il revient, pour obtenir une représentation aussi juste de ce que sait réellement l'élève, de mixer raisonnablement les modes de rappel, et fournir les indices judicieux (qui ne sont pas des éléments de réponse).

C'est ainsi que l'on prend conscience, à partir d'éléments des sciences cognitives, de l'incohérence, voire **l'inadaptation de nombreuses techniques d'évaluation**, quant à la vérification de ce que l'élève sait ou sait faire. Il convient en effet :

- . De ne pas évaluer des connaissances sémantiques trop près de l'apprentissage. Il est nécessaire de les consolider après un juste temps. D'où la technique du multi-testing et du contrôle différé ;
- . D'utiliser des modalités relatives à chaque type d'acquis (sémantique, méthodes, procédures) ;
- . De penser judicieusement l'évaluation du transfert, c'est-à-dire la capacité d'appliquer à une situation nouvelle une méthode que l'on a apprise sur des situations d'apprentissage. (cf.infra)

## L'aptitude au transfert

On dénomme transfert la capacité à appliquer sur une situation nouvelle et voisine ce que l'on a appris à partir de situations d'apprentissage.

Maîtriser une méthode, et être capable de l'appliquer sur des situations nouvelles et différentes, relèvent donc de deux aptitudes différentes. Or, les exercices d'évaluation confondent volontiers les deux.

La question, non résolue en sciences cognitives, repose sur les mécanismes qui se mettent en place pour être capable de transférer : combien de situations d'épreuve l'apprenant doit-il vivre pour être capable de transférer, et quelle amplitude d'écart s'autorise-t-on par rapport aux situations d'apprentissage pour tester l'assimilation d'une méthode ?

Cette question, directement liée au fonctionnement du cerveau, mais non résolue, est une préoccupation majeure dans la démarche d'apprentissage.

Rappelons par ailleurs qu'une connaissance n'est compréhensible qu'à la condition de pouvoir s'adosser à des connaissances déjà acquises et qui font repères. Plus on sait, plus on peut apprendre. L'inverse est vrai, naturellement.

## **Les atouts de la mémoire procédurale**

On nomme procédure tout acte, moteur ou de pensée, qui s'effectue automatiquement (inconsciemment), rapidement et sans effort. La mobilisation des procédures (qui interviennent tout au long de la journée) permet de libérer la mémoire de travail pour effectuer d'autres tâches conscientes. Par exemple : pratiques instrumentales en musique, la plupart de nos gestes quotidiens, nombreuses pratiques sportives, utilisation d'un clavier, conduire, organisation des mots du langage parlé, pratique de la syntaxe, nombre d'opérations arithmétiques simples, etc.

Les procédures s'acquièrent grâce à un **nombre très important d'entraînements**, mais elles sont généralement acquises pour la vie. Elles sont stockées dans des zones affectées, et le basculement de l'activation neuronale est constatée vers ces zones lorsque la procédure s'acquiert.

Stocker des procédures en mémoire procédurale, c'est libérer la mémoire de travail pour gérer des situations de plus en plus complexes. Négliger l'entraînement nécessaire pour les acquérir, c'est hypothéquer la possibilité pour l'élève de pouvoir ultérieurement gérer des situations plus exigeantes.

## **Autres domaines des neurosciences concernés par l'apprentissage**

### **1. L'inhibition**

Concerne le contrôle cérébral permettant de guider la pensée ou les réflexes vers des orientations plus justes. L'inhibition permet de rectifier des erreurs de raisonnement, des réflexes ou propensions naturels, de ne pas se laisser distraire par des éléments extérieurs, de repousser des pensées parasites, etc. La maîtrise de l'inhibition est une compétence incontournable dans le développement cognitif de l'enfant vers l'adulte, qui fait totalement partie de la mission d'éducation, y compris à l'école.

Il existe dans le cerveau une zone affectée à cette fonction.

### **2. Le sommeil**

De nombreuses études sur le sommeil démontrent qu'il est une phase de l'apprentissage. Dormir est essentiel et permet de consolider les acquis de la journée. Certaines phases du sommeil permettent de rejouer de façon compactée dans le temps, les situations vécues. Toutes les phases du sommeil ne sont pas équivalentes à cet égard. L'enjeu des rythmes dans leur dimension biologique, est donc réel pour l'apprentissage, tant de l'enfant que de l'adulte.

### **3. Multimodalité pédagogique et charge cognitive**

Percevoir une information sous plusieurs modes (visuel, auditif, image, gestuel) est plus performant que sous une seule modalité. Le double encodage « auditif + visuel » est conseillé. En revanche au-delà d'un seuil quantitatif de messages incidents, la charge cognitive est trop élevée. On sait par exemple que plus le nombre d'éléments est important sur un schéma ou une carte, plus la performance de rétention de quelques-uns d'entre eux décroît. On sait aussi que lorsqu'un écran de

support visuel est différent du propos oral de l'intervenant, la perte globale d'informations est grande.

#### 4. La concentration

Trois activités de concentration sont fréquemment en œuvre :


- . **Sélectionner** une tâche parmi plusieurs. Il s'agit pour le cerveau d'inhiber les inopportunes, qui sont souvent nombreuses et gênantes. Elles distraient de la tâche principale.
- . **Maintenir** l'attention sur une tâche précise durant un temps prolongé.
- . **Alterner** plusieurs tâches (le cerveau n'est pas multi-tâches conscientes)

Il convient de savoir que le développement de l'attention est transférable. Etre capable de se concentrer sur une tâche (dans une activité sportive, la pratique d'un instrument, l'usage d'un jeu vidéo), est utile pour réaliser toute autre tâche requérant une mobilisation de l'esprit. Pourquoi le développement de l'attention ne serait pas intégré dans les pratiques scolaires ?

#### Bibliographie

Les ouvrages de neurosciences cognitives se multiplient. Rares sont ceux qui sont dédiés aux processus de l'apprentissage dans le système scolaire français.

Le lecteur cependant pourra dans un premier temps consulter utilement les titres suivants, classés dans un ordre progressif d'accessibilité :

- 
- Les neurones de la lecture, Stanislas Dehaene, Odile Jacob
  - Apprendre à résister, Olivier Houdé, Le Pommier
  - Mémoire et réussite scolaire, Alain Lieury, Dunod
  - Pourquoi les enfants n'aiment pas l'école, Daniel Willingham, La librairie des écoles
  - Tout sur la mémoire, Bernard Croisille, Odile Jacob
  - Aider les élèves à comprendre, Daniel Gaonac'h et Michel Fayol, Hachette Education
  - Psychologie de la mémoire, Alain Lieury, Dunod

*Difficulté croissante*