

D. Leclercq

2008

CHAPITRE 2

D. Leclercq, M. Quoilin & S. Delcomminette

POURQUOI AVONS-NOUS DES TROUS DE MÉMOIRE ?!

COMMENT MÉMORISER EFFICACEMENT ?

MÉMORISATION & RAPPEL



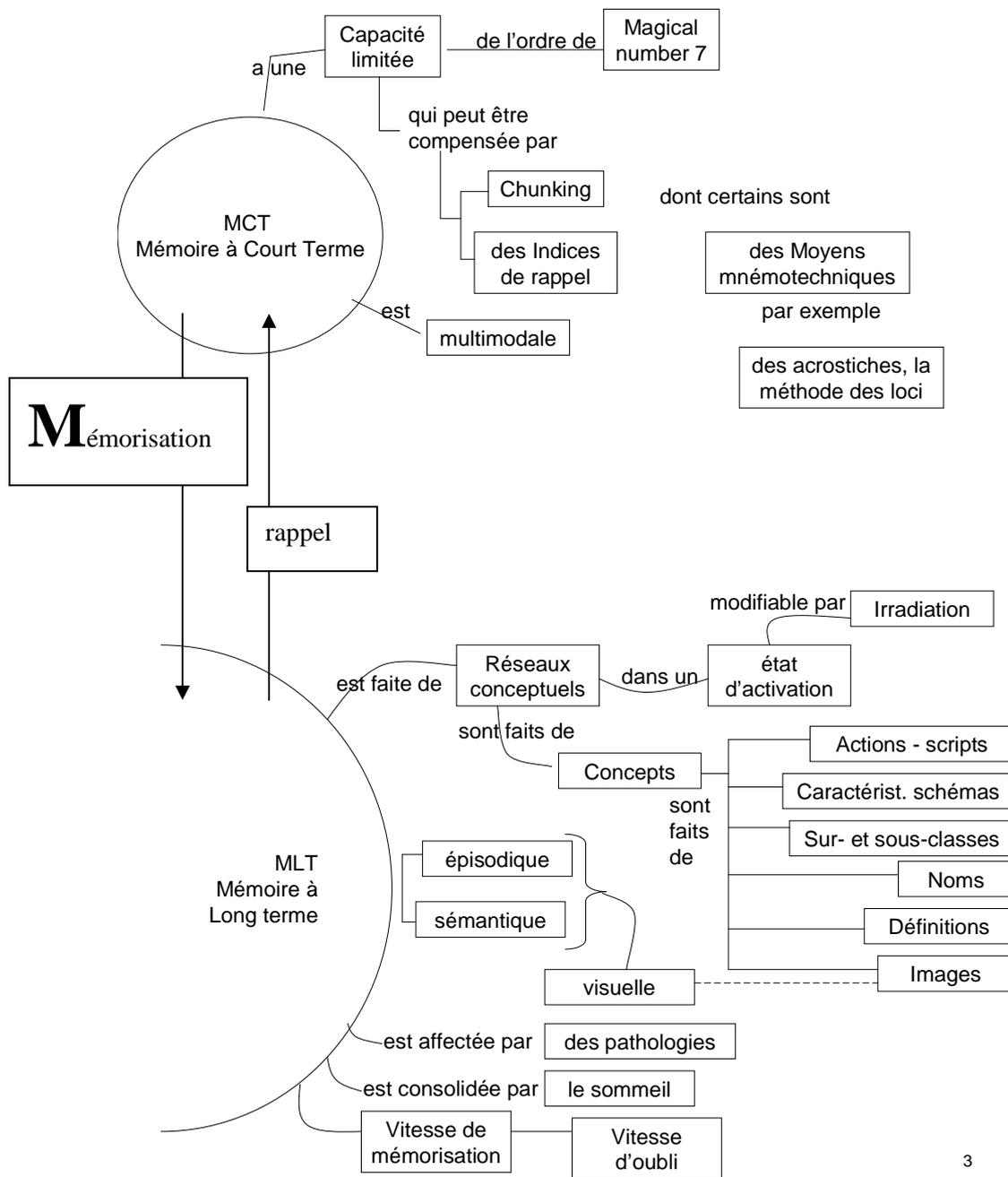
**Enjeu :**

En tant qu'enseignant, quelle que soit votre spécialité, vous devrez contribuer à développer chez tous vos étudiants des compétences générales, TRANSVERSALES, utiles dans tous les cours et hors de l'école. Une de ces compétences est la MEMORISATION. Il y a quelques années encore, on enseignait des recettes (Comment mémoriser efficacement ?) parce qu'on ne savait pas pourquoi ces « trucs » étaient efficaces. Depuis quelques années, la psychologie cognitive expérimentale a apporté des explications sur les divers types de mémoire, comment les faire fonctionner, comment et pourquoi on retient et on oublie, etc. Vos étudiants eux aussi ont le droit de connaître ces explications pour en enrichir leurs actions ... de MEMORISATION. C'est vous qui leur expliquerez. Il importe donc que vous les connaissiez bien.

A.	Comment fonctionne notre (nos) mémoire(s) ?	82
B.	Quelle est la capacité de notre mémoire immédiate ?	92
C.	Comment favoriser la mémorisation à court terme chez les apprenants ?	93
D.	Pouvons-nous améliorer notre mémoire immédiate ?	100
E.	Comment se rappeler les choses à long terme ?	103
F.	Avons-nous plusieurs formes de mémoire(s) ?	109
G.	Comment mémoriser des textes entiers verbatim ?	111
H.	Quels sont les trucs pour mémoriser ?	114
I.	A quelle vitesse mémorise-t-on ?	117
J.	A quelle vitesse oublie-t-on ?	119
K.	Dormir dessus facile-t-il le rappel ?	120
L.	Quelles sont les maladies de la mémoire ?	122
	Bibliographie	123



Carte conceptuelle du chapitre



## A. Comment fonctionne notre (nos) mémoire(s) ? Les types de mémoire et leurs fonctionnements

### A1. MCT et MLT : deux types de mémoire

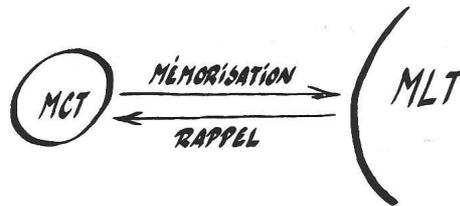


Un cas : Un élève vous dit : « *J'ai beau écouter votre cours, je ne parviens pas à le mémoriser* ». Pourquoi ?

On connaît de mieux en mieux les mécanismes de fonctionnement de la mémoire, et notamment l'existence d'une mémoire à court terme (MCT) d'une part, d'une mémoire à long terme (MLT) d'autre part. On lira d'excellentes synthèses en français sur ces sujets dans Lieury (1975 et 1980) et Buzan (1998).

MEMORISER une chose, c'est la transférer de la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme. Le chemin inverse est le RAPPEL.

SE REMEMORER ou se rappeler une chose, c'est la ramener de la mémoire à long terme (où sont entreposés des milliers d'images, de mots, de nombres, de dates...) dans la mémoire à court terme.



Quand nous sommes éveillés, des millions de stimuli bombardent nos systèmes **sensoriels** (visuels, sonores, tactiles, olfactifs, etc.). La **perception** consiste à sélectionner, en temps réel, dans cet amas de stimulations, un nombre très réduit d'entre elles et à leur donner une suite, par des réactions immédiates (ex. les réflexes) ou légèrement différées (ex. changer de position pour diminuer l'inconfort, retenir une phrase pour y répondre quelques minutes plus tard, etc.).

Les perceptions ainsi sélectionnées ne restent que très peu de temps dans la mémoire à court terme (ou mémoire de travail), qui est « programmée » pour les oublier (voir « *Magical number 7* »). Pour les y maintenir, quand les stimuli sont verbaux (mots, chiffres, etc.), on peut pratiquer le **rafraîchissement acoustique** du contenu de la mémoire à court terme (MCT), mais ce doit être rapide, que ce soit à voix haute ou silencieusement. C'est le cas lorsque nous répétons un numéro de téléphone inconnu pour ne pas l'oublier.

## A2. MLT et degré d'activation d'un réseau conceptuel



**Un cas :** Votre collègue commence sa leçon par parler d'un sujet d'actualité (la carte à puce pour abonnement d'autobus) se rapportant au sujet de la leçon « les moyens non monétaires de paiement », avant d'annoncer ce sujet. Pourquoi perd-il ce temps ?

La connaissance d'une personne est « stockée » dans la mémoire à long terme (MLT). Elle peut être représentée par un réseau de NOEUDS (correspondant à des CONCEPTS) et de LIENS (correspondant aux RELATIONS entre les concepts). Chez un adulte, ces concepts et ces liens sont très nombreux, ce qui ne signifie pas qu'il les a tous présents à l'esprit en permanence. Seuls ceux qu'il ramène de la MLT vers la MCT sont présents à son esprit, un peu comme si la MCT était une lampe de poche dont le faisceau ne peut éclairer qu'un petit nombre de concepts et de liens en même temps. Rechercher une information dans sa MLT consiste à balader le faisceau de la lampe MCT dans les réseaux conceptuels.

Souvent, des concepts de la MLT sont ramenés automatiquement en MCT sans que la personne le veuille. C'est le cas quand on lui parle, quand elle lit, quand elle perçoit (par la vue, par les odeurs, par le toucher, par les sons) son entourage. Ces stimuli augmentent l'état d'activation de concepts de la MLT. En effet, les nœuds et les liens des réseaux conceptuels dans la MLT peuvent être dans différents ETATS D'ACTIVATION. Ainsi, un nœud "actif" (électriquement, chimiquement) est plus disponible (accessible plus rapidement) pour la personne qu'un nœud inactif.

Un nœud évoque d'autant plus facilement un autre qu'il est relié à peu d'autres nœuds. On a appelé cela effet EVENTAIL (ou ventilateur) : si un nœud est connecté à beaucoup d'autres, chacun de ceux-ci a une faible chance d'être évoqué.

### **Corneille ou Corneille ?**

*Berode Audrey (2007), AESS romanes.*

*Lors d'un cours sur la Pléiade, je citais les poètes qui appartenaient à ce groupe. Au moment où j'ai cité le poète Pierre Corneille, j'ai entendu un petit bruit de fond : « ♪palapapa ♪ » en référence au refrain de la chanson de Corneille (chanteur contemporain), Parce qu'on vient de loin.*

*Le concept « Corneille » était, pour les élèves, plus lié au nœud « chanson française actuelle » qu'au nœud « poète du 16<sup>e</sup> siècle ». Le mot « Corneille » a activé chez les élèves un concept différent du mien.*



### A3. L'irradiation (ou diffusion) de l'activation

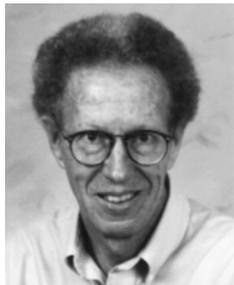


□ Un cas : Vaut-il mieux parler de la dérivée et de la primitive lors de la même leçon ou vaut-il mieux en faire des sujets séparés ? Idem pour les différentes cultures fourragères ...



□ Un autre cas : Le professeur de géographie a parlé d'Amérique latine et l'étudiant a restreint, dans son esprit, à Amérique du Sud (ce qui n'est pas pareil).

Selon **Quillian** (1969) et Loftus (1975), l'activation peut s'étendre (se diffuser) le long de ces chemins en réseau, de noeuds en noeuds associés d'autant plus que la distance SEMANTIQUE est faible ou la "grosseur" des liens est forte et que l'effet éventail (le nombre d'éléments associés) est faible.



Ainsi, l'expérience montre qu'une personne reconnaît ou évoque plus rapidement le concept de *CHAT* lorsqu'on vient de parler de *CHIEN* (concept qui lui est souvent associé) que si l'on vient de parler d'*AVION*.

Tout se passe comme si l'activité du concept *CHIEN* s'était **propagée** au concept *CHAT* qui en est proche.

#### Le chasseur

Dal Fabbro Marc (2007), *AESS romanes*

Généralement quand on lit des œuvres de fictions, on se fait, au préalable, des représentations ; on connaît le nom de l'auteur, un ami en a parlé, on lit le résumé sur la couverture, etc.

Je donne à lire un texte sans aucunes indications sur l'auteur, sur l'époque ou sur le genre du texte. En fait c'est une nouvelle fantastique de Thomas Owen, le chasseur, où c'est seulement tout à la fin qu'on apprend qu'il s'agit d'un chasseur... de vampires.

On lit le texte et au fur et à mesure je pose des questions en leur demandant d'essayer d'imaginer la suite. Ce qui est assez amusant, car ça part dans tous les sens et on a souvent des réponses inattendues. Ce qui est intéressant dans cet exercice c'est de faire prendre conscience qu'on rattache toujours l'inconnu à ce qu'on connaît déjà. (on essaie de rattacher la nouveauté au filet de concepts déjà tissé, on essaie de l'intégrer à son réseau conceptuel).

Ils étaient peu nombreux ceux qui avaient deviné la fin et étaient assez surpris généralement.

Le but cet exercice est aussi de montrer que la littérature de fiction permet d'élargir son réseau conceptuel grâce à son imagination. par induction comme par déduction.



#### Pistes d'intervention relatives à l'irradiation

Faire apprendre un concept via une histoire racontée, ou mieux encore, vécue, c'est créer un lien qui automatiquement mènera de l'un (le concept) à l'autre (l'épisode ou événement vécu), avec toute la richesse, surtout émotionnelle de ce dernier. Et vice versa. Cette implication pédagogique s'explique par

- les circonstances de l'encodage (chap. 2, section D4)
- les actions (scripts) applicables au concept (chap. 5, section B1)
- la subsomption (chap. 5, section E1)
- les structurant préalables (chap. 5, section E4)
- les expériences personnelles (chap. 5, sections G6 et G7)

#### A4. La distance sémantique

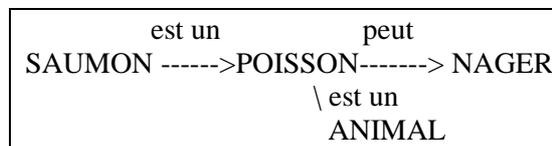


**Un cas :** Un étudiant prétend qu'au Brésil on parle espagnol puisque, dit-il, dans tous les pays d'Amérique du Sud, on parle espagnol.

L'efficacité de l'irradiation d'un concept vers un autre dépend de leur distance sémantique. Cette distance dépend de plusieurs facteurs :

a) De la position relative des nœuds dans la structure sémantique. Ainsi, Collins et Quillian (1969) montrent que le jugement (répondre OUI ou NON) est plus rapide pour la question "Un poisson peut-il nager ?" que pour "Un saumon peut-il nager?".

Une telle observation pourrait s'expliquer par le fait que *SAUMON* est lié à *NAGER* par l'intermédiaire de *POISSON* :



b) De la fréquence des associations : on juge (VRAI-FAUX) plus vite l'expression "Les *CHIENS* ont le sang chaud" que "Les *MAMMIFERES* ont le sang chaud", vu que l'on manipule (mentalement) plus souvent le concept *CHIEN* que *MAMMIFERE*.

c) De la typicalité d'un exemple du concept. Par exemple, un moineau ou un merle sont plus typiques de la classe « oiseau » qu'une autruche ou un pingouin, étant donné leurs caractéristiques, moins prototypiques chez ces derniers. Nous approfondirons cette notion au chapitre 5, section B3b.

## A5. Les types de connaissance



Un **cas** : Un étudiant perd un temps énorme à reconstituer les passés des verbes en anglais (work → worked) et dit encore souvent « *You work ?* » pour « *Do you work ?* »



Un **autre cas** : Un étudiant écrit les pluriels des mots se terminant par « ou » à tous les mots (donc « *des bijoux, des hibous, des pous* »).



Dans son ouvrage « Architecture of cognition », **Anderson** (1983) -Carnegie Mellon University. Pittsburgh- a distingué les connaissances déclaratives (ce qui est) des connaissances procédurales (comment faire).

1. La connaissance déclarative est constituée de relations entre nœuds d'un réseau propositionnel dont les liens (ou arcs) sont des propositions du type
  - **est un(e)** (lie un concept à une sur-classe)
  - **a pour propriétés** (liste des propriétés) ;
  - **est représenté par**, ou comprend (lie un concept à des exemples ou sous-catégories)
  - **signifie** (définition) ;
  - **se représente par** (image mentale) ;
  - **peut être** (liste d'actions applicables sur le concept) ;
  - **peut** (liste d'actions applicables par le concept)
  - **a déjà** (allusion à des événements entreposés en mémoire épisodique).
2. La connaissance procédurale est faite de règles de production du type « si l'événement X se produit, alors adopter le comportement Y ». On spécifie donc quand et comment agir.

Les connaissances déclaratives peuvent devenir procédurales (voir chapitre 4, section K3c) en passant par une phase de « compilation » selon Fitts (1964) et Anderson (1983, 217 et suivantes.). Nous avons représenté ce processus dans un schéma. On voit que plus la performance s'automatise (par exemple passer des savoirs sur la conduite d'une automobile à la conduite elle-même), plus diminuent le stress, les délais de réponse, les erreurs, la nécessité de la médiation verbale.

3. Les connaissances conditionnelles, précisent dans quelles circonstances certaines connaissances sont vraies ou son fausses, certains actes peuvent être appliqués ou non.



Cette 3<sup>e</sup> catégorie a été proposée par **Tardif** (1992) - Univ. de Sherbrooke - Prov. du Québec – Canada –

## A6. Deux types de liens : ceux de la mémoire sémantique et ceux de la mémoire épisodique



□ **Un cas** : Un étudiant se souvient très bien du jour où il a compris ce qu'était « lire », mais il est incapable de se souvenir quand il a appris que  $2+2=4$ .

Dans la section A5 ci-avant, nous n'avons évoqué qu'un type de lien, celui dit « de la mémoire sémantique », qui a « oublié » les circonstances dans lesquelles les concepts et leurs particularités ont été acquis. En ce sens, il s'agit d'une mémoire abstraite, de liens abstraits.



Or, Elden **Tulving** (1972) a suggéré qu'à côté de la mémoire **sémantique** (les définitions, le sens de mots) existerait une mémoire **épisodique**. C'est celle des événements, des anecdotes que nous avons vécus, autour desquels se mémorisent une série de nombreux détails : le lieu, les personnes présentes, la température, le menu, le contenu des discussions, des phrases, des images (vêtements,...), etc.

La mémoire sémantique, au contraire, a "oublié" les circonstances dans lesquelles les concepts et leurs particularités ont été acquis, elle a "abstrait".

## A7. Mémoire épisodique et rappel



□ **Un cas** : Un de vos collègues s'arrange pour que chacun de ses cours soit marqué par un événement (un graphique, une histoire, un geste marquant, ...). Pourquoi ?

Lieury (1981) pense que l'essentiel de notre expérience mnémonique se structure autour des épisodes. Quand nous cherchons un élément dans notre mémoire, le plus efficace est de nous rappeler à quel épisode il appartient. Parfois c'est un mot-clé (l'endroit de stockage serait alors proche du centre du langage ?), parfois c'est une image-clé (stockage près des centres visuels ?) qui fournit de tels indices. Selon Lieury, cette mémoire serait essentiellement figurative : visuelle et auditive.

On voit dès lors l'intérêt pour un formateur de faire VIVRE un certain nombre d'expériences par les apprenants afin d'installer chez eux des épisodes riches en pouvoir d'évocation.

Le philosophe Hubert Dreyfus, opposant célèbre à l'intelligence artificielle (I.A.), fait remarquer qu'un ordinateur n'a pas de corps, contrairement à un humain, et qu'il est donc privé d'une grande partie de sources d'information.

Au moment où nous mémorisons certains concepts, ils s'associent en nous (involontairement ou non) à des événements, des sensations, des sentiments vécus, qui vont leur donner une densité (une connotation), une "épaisseur" toute personnelle.

### La petite boîte de Justine

Depierreux Sophie (2007) AESS sciences économiques.

Lors d'un cours sur le fonctionnement de la sécurité sociale, j'avais demandé aux élèves (6<sup>ème</sup> générale, sciences économiques) de travailler par groupes. Chaque groupe devait choisir un représentant pour venir présenter le travail devant la classe. Une des élèves, qui a des problèmes cardiaques, avait ce jour-là un appareil qu'elle portait à la taille et relié par un « fil » bien visible à son corps (elle devait porter des électrodes pendant 24h). L'élève s'exprimant facilement, c'était elle qui présentait le travail de son groupe. La semaine suivante, lorsque je demandais aux élèves de me synthétiser ce qui avait été vu sur la sécurité sociale, une élève me dit : « mais on n'a pas vu ça, c'était quand le travail de groupe ? ». Avant que j'aie pu répondre, un autre élève intervint et dit : « mais si, rappelle-toi, c'est le jour où Justine se promenait avec sa petite boîte pour son cœur. »



## A8. Le pouvoir évocateur des images



**Un cas :** Le professeur Leclercq montre des photos de certains des auteurs qu'il cite.  
Pourquoi ?



**Bahrlick** et Wittlinger (1975) ont montré que des personnes reconnaissaient leurs condisciples d'université

- sur photo à 90 % après 3 mois et après 35 ans,
- sur les noms à 90 % après 3 mois et 80 % après 35 ans,

mais ne pouvaient donner les noms que de

- 15 % de leurs condisciples après 3 mois,
- 12 % après 35 ans,

pouvaient donner des noms aux photos

- à 70 % après 3 mois,
- à 33 % après 35 ans.

### **Des formes bien localisées**

Fontaine Corentin (2007), *AESS géographie*.

*Quand j'étais élève, notre professeur de géographie nous imposait d'étudier les différents pays, capitales grands fleuves et grandes chaînes de montagnes du globe. A cette fin, elle nous distribuait des fonds de plan de différentes régions du monde pour nous aider à mémoriser toutes ces informations.*

*Lors du contrôle mensuel, nous devions être capables de localiser les différents éléments sur des parties de fonds de plan, parfois orientées différemment (le Nord n'était pas nécessairement "au-dessus") ce qui nécessitait de non seulement connaître les différents pays présents dans les différentes parties du monde mais également de savoir reconnaître leur forme et enfin de savoir les localiser les uns par rapport aux autres (p.ex. sur un morceau de carte ne présentant que la Suisse dans son entièreté nous devions pouvoir replacer la France à l'Est, l'Italie au Sud, etc.).*

*Le résultat est qu'au début de mes études en géographie, la vue d'une carte muette ne me posait aucun problème de « lecture », tellement les formes m'étaient familières, contrairement à d'autres, qui n'ont pas dû étudier de cette manière.*



## A9. La mémoire visuelle n'est pas photographique



**Un cas** : Alors que le professeur a dessiné un schéma dès le début de la leçon et l'a laissé pendant 40 minutes sous les yeux des étudiants, il se rend compte, dans l'interro des 5 dernières minutes qu'ils n'ont pas tout retenu.

Les caractéristiques retenues nous permettent de reconstituer mentalement l'image. Ainsi, nous pouvons nous imaginer une pièce que nous connaissons bien (notre cuisine, par exemple) et y opérer des transformations imaginaires (un peu comme si nous en manipulions les paramètres en modifiant les grandeurs des dimensions, comme le ferait un programme d'ordinateur) : par exemple, la rétrécir à un point tel que nous puissions y mettre les deux pieds seulement, et que nous la voyions de haut. Nous pouvons aussi imaginer la vision que nous en aurions si nous étions une caméra placée dans un des coins du plancher. Que nous soyons capables de visualiser cela (que nous n'avons jamais pu photographier) indique bien que nous ne pensons pas par **traces** photographiques, mais par **construction** visuelle.

Un humain normal se souvient de certaines caractéristiques d'une maison entrevue (gros, toit bas, volets en bois, entourée d'arbres, en pierres du pays, avec une porte cochère)... mais pas des détails (nombre exact des fenêtres, leur alignement est-il à la même hauteur que la porte ?, etc.), alors qu'un appareil photographique aurait TOUT capté.

Quoi d'étonnant à ce que l'on n'aboutisse qu'à des portraits robots à partir de témoignages en justice ?

La mémoire visuelle n'est pas photographique, sauf dans des cas extrêmement rares comme le russe Veitanine étudié par Luria, rapporté par Lieury (1981). Ce phénomène humain pouvait se rappeler les détails des façades des maisons... vues pendant un bref moment.

La plupart des êtres humains, au contraire,

- 1) interprètent les éléments sensoriels. Un "trouble" d'interprétation est illustré par les hallucinations. Ainsi, peu avant de s'endormir au volant, certains conducteurs "voient" une grosse vache sur la route. En se secouant, ils se rendent compte que les lignes générales (et les couleurs) du gros camion qui les précède ont été mal interprétées par leur cerveau victime des endorphines dues à la fatigue.
- 2) codent et ne retiennent que certains (peu) des éléments perçus. Seuls les éléments codés seront rappelables de la mémoire. Les caractéristiques topologiques (position relative des objets) sont mieux codées que les caractéristiques euclidiennes (distances exactes).

Le fait que des pertes corticales importantes n'affectent que peu la capacité de la mémoire visuelle, a fait penser à certains chercheurs que la mémorisation se ferait selon un système fonctionnellement comparable à celui des **hologrammes** (où l'image, ici l'information, est répliquée en plusieurs endroits). Dans un tel type de documents, la moitié du document restitue l'image entière. Ce n'est cependant qu'une analogie non vérifiée.



### Pistes d'intervention

FAIRE VIVRE des situations significatives, ou multiplier les modalités de présentation (vidéo, films, images) augmente les chances de mémorisation, les chances d'activation du concept par divers types de stimuli, par divers types de liens.

## B. Quelle est la capacité de notre mémoire immédiate ?

### Rappel immédiat (une mise en évidence de la M.C.T.)



**Un cas** : Bien que le professeur ait dit la loi tout haut (Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée du bas vers le haut égale à la masse du volume d'eau déplacée), peu sont capables de la réciter IMMEDIATEMENT sans erreur ou omission.

#### B1. Le rappel immédiat d'une courte liste (ex. : les six chiffres d'un numéro de téléphone)

Il est généralement bon, mais il suffit de quelques secondes et la liste est oubliée : on a été distrait par d'autres informations. Il faut combattre cette tendance à l'oubli en répétant les chiffres sans cesse... ou en trouvant un "truc" pour les retenir, autrement dit, un moyen mnémotechnique.

#### B2. Le rappel immédiat d'une liste moyenne (ex. : 26 mots)

Montre plusieurs choses comme nous allons le démontrer par l'expérience collective (groupe de personnes) ci-après, inspirée de Buzan (1981).

##### a) Présentation

Chaque sujet devra lire la liste des mots ci-dessous, rapidement (en 45 secondes au total). Les mots doivent être lus un à un, en cachant à l'aide de deux cartons les précédents et les suivants. Les sujets sont avertis qu'ils devront en réécrire le plus possible, bien que l'expérience soit conçue pour qu'il soit impossible de les rendre tous, loin de là. On peut aussi projeter ces mots (un par un) sur un écran (plus ou moins deux secondes par mot) pour un groupe de sujets.

##### b) Rappel

Les personnes écrivent sur papier les mots dont ils se rappellent. On compte ensuite, mot par mot, le nombre de personnes qui l'ont rappelé.

#### *Exemple de liste moyenne*

Venu	Avec	Charme
Ta	Loin	Riz
Canal	Te	Du
Te	Cocorico	Escalator
Loisir	Tambour	Prix
Du	Marylin	Te
Ici	Monroe	Pipi
Chapeau musical	Actrice	Rire
	Du	Nuée
	Te	porte

##### c) Critères de correction

Il suffit qu'un mot soit écrit une fois pour qu'il compte même s'il a été écrit plusieurs fois par le sujet. On remarquera que certains mots sont présentés plusieurs fois (du = 3 fois, le = 5 fois) pour mettre en évidence l'effet (positif) de la répétition sur le rappel.



## C. Comment favoriser la mémorisation à court terme chez les apprenants ?

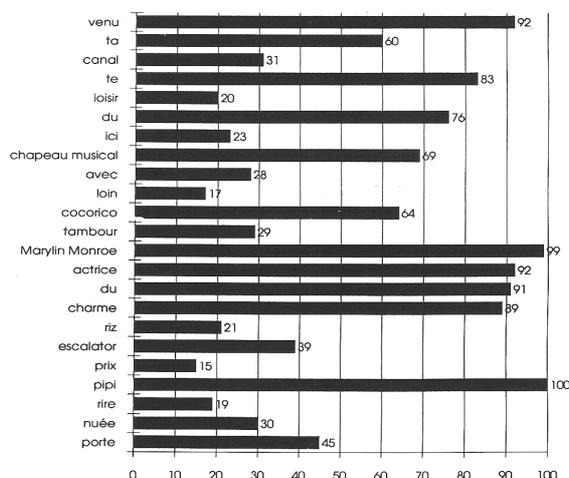
### Lois du rappel immédiat



Un cas : Dans le cas précédent, quasi tous ont retenu « *Tout corps plongé dans un liquide* » et « *volume d'eau déplacée* ».

Lorsqu'un conférencier parle, lorsqu'un professeur donne cours, ils font souvent suivre leur exposé d'une discussion avec la salle, avec la classe. Si les auditeurs n'ont pas pris de notes, ils retiendront de la matière exposée (et non-étudiée) certains éléments plutôt que d'autres. Lesquels ? Cela dépend beaucoup de l'orateur et de sa façon de structurer un message.

Nous invitons le lecteur à refaire l'expérience, puis à superposer les résultats à la courbe attendue ou, plus exactement, à la courbe suivante, obtenue auprès de 100 étudiants de première candidature à l'Université de Liège en septembre 1992.



De cette expérience, nous dégagons une série d'observations, de principes renforcés par des publications scientifiques. Ce sera l'objet des 9 points à suivre.

#### C1. Répéter

Nous observons que les éléments répétés (dans l'expérience ci-avant, les mots "du" et "te") sont mieux "rappelés" que les autres.



#### **Voltaire et Camembert français**

Patinet Justine (2007), AESS romanes.

*Lors de mon dernier stage, je voyais en guise d'introduction aux contes de Voltaire, un texte informatif sur le XVIII<sup>e</sup> siècle. Ce texte, destiné à des élèves de rhétorique, était particulièrement difficile et plus encore pour les élèves de quatrième à qui j'ai donné cette leçon. J'avais donc particulièrement soigné la « forme » de mon cours et essayé de rendre ce texte le plus simple possible pour les élèves. Pour cela, j'avais mis sur deux atouts : le schéma et la répétition. Il s'agissait en effet de leur faire comprendre comment s'organisait la société française du XVIII<sup>e</sup> siècle et de démarquer de cette masse la bourgeoisie et, particulièrement, les philosophes. J'avais donc représenté la France comme un camembert, divisé selon les différents états. Ce schéma est resté tout le cours au tableau et, à chaque fois que je parlais des philosophes ou de la bourgeoisie, je remontrais la portion du camembert qui les désignait, rappelant ce que nous en avions dit. Quand nous sommes arrivés au terme du texte, j'avais dû répéter une quinzaine de fois la même chose et montrer autant de fois ce rond dessiné au tableau. Mais au cours suivant, quand je leur ai demandé ce que nous avions dit de la bourgeoisie, ils étaient tous capables de me le répéter !*

## C2. Favoriser le traitement en profondeur

Dans notre expérience, alors que "chapeau musical" consomme, en principe, plus d'énergie pour être mémorisé que "ici" (5 syllabes au lieu de deux), il est mieux retenu.

Craik et Lockhart (1972) ont montré que plus un élément à retenir a été "traité" (dans le sens "travaillé", "mentalement manipulé") au moment de la mémorisation, plus grandes sont les chances de rappel.

Par exemple, des mots présentés dans des phrases plus longues et "chargées" sont mieux retenus que des mots isolés de tout contexte. Cela est vrai aussi des images.

Bower (1971) conseille à l'apprenant de visionner l'image qu'il s'est construite pour la mémoriser en fermant les yeux et en projetant cette image sur l'écran intérieur de ses paupières. C'est une manière de la "travailler".

Il faudrait donc se garder de croire que "moins il y a d'éléments, plus on a de chance de les retenir". En fait, cela dépend de la façon dont le cerveau les a "traités". Ils peuvent ainsi se renforcer l'un l'autre parce que formant une STRUCTURE.

## C3. Faire ressortir l'élément essentiel

Dans notre expérience, "Marylin Monroe" est mieux retenu que les termes qui l'entourent essentiellement parce qu'il se distingue, il est remarquable (le seul humain parmi des noms d'objets ou des expressions linguistiques générales). Cet **effet de distinctivité** a été tout spécialement étudié par Craick et Jacoby (1986). Dans nos leçons, nous devons mettre en évidence en quoi l'élément essentiel se distingue des autres.

## C4. Rendre les éléments « frappants » (prégnants)

Dans notre expérience "pipi" est mieux retenu que les termes qui l'entourent.

Pour Buzan (1981), les images et les expressions les mieux retenues (parce que frappantes) sont :

- GROTESQUES (humoristiques ou ridicules)
- SEXUELLES
- GROSSIERES (on mémorise bien ce qui défie les usages, ce qui choque)
- DYNAMIQUES (on mémorise mieux ce qui est mobile)
- EXAGEREES (absurdes)
- SENSORIELLES (visuelles ou auditives)
- COLOREES (vives, criardes)
- LIMPIDES (relations ni trop nombreuses, ni trop subtiles ou abstraites).

### **Ascension en montagne et équilibre (chimique)**

*Leclercq Murielle (2007), AESS chimie.*

*Lors de mon stage de janvier, j'ai été frappée par la quantité d'images que mon maître de stage utilisait pour illustrer sa matière. Par exemple, elle comparait l'énergie d'activation à franchir pour une réaction chimique, à une montagne que l'on doit escalader. La plus ou moins grande facilité de l'ascension dépendait de la hauteur de la montagne, du chemin à parcourir, du moyen de locomotion...*

*L'exemple est très figuratif mais elle le présentait de façon que je trouvais un peu grotesque : elle « jouait » les différentes possibilités ce qui faisait rire les élèves.*

*Lorsque nous en avons parlé après le cours, elle m'a révélé que ce que les élèves retenaient le mieux dans sa matière étaient les parties illustrées par des exemples idiots.*



## C5. Donner du sens



**Un cas :** Pour faire retenir qu'en anglais le nom de l'animal diffère selon qu'il est sur pied (*pig, ox, sheep*) ou en viande à consommer (*porc, beef, mutton*), le professeur d'anglais explique que les vainqueurs de la Bataille de Hastings de 1066 étaient les seigneurs bretons francophones et voyaient ces animaux tout cuits sur leur table, alors que les serfs anglo-saxons les élevaient. Pourquoi ce long détour ?

Dans notre expérience "actrice du charme", venant après Marylin Monroe a pu être retenu comme une seule expression SIGNIFICATIVE : "actrice de charme".

Cette influence de la signification a été étudiée par Craik. Dans une de ses expériences (1977) sur la MLT, il montre une série de mots. Pour chacun, il pose une question (oralement) relevant d'une des trois dimensions suivantes :

- un aspect visuel mineur (majuscule ou minuscule),
- la vocalisation,
- la signification.

### Exemple :

Élément	Question posée : "Ce mot..."	Réponse attendue
NOIR	...Est-il écrit en majuscules	OUI
REIN	...Rime-t-il avec "train" ?	OUI
NUAGE	...Va-t-il dans la phrase "Il laissa tomber le..."?	NON
CARTE	...Rime-t-il avec "boire" ?	NON
MONTRE	...Va-t-il dans la phrase "Il acheta..."	OUI
Table	...Est-il écrit en majuscules ?	NON

Toutes les réponses fournies par les sujets sont correctes, car ils ont le mot sous les yeux au moment de répondre. Plusieurs jours plus tard (MLT), les sujets furent invités à se "rappeler" les mots ainsi présentés. Les résultats moyens (pourcentage de rappel) furent très différents selon que la question qui les accompagnait portait :

- sur l'aspect visuel (15 %)
- sur la vocalisation (36 %)
- sur la signification (64 %)

### **Etymologiquement...**

*Hendrickx Sébastien (2007), AESS biologie.*

*En biologie, de nombreux mots se ressemblent parce qu'ils proviennent des mêmes racines grecques. La confusion entre deux termes est fréquente. Un bon moyen d'éviter cela est de leur expliquer la signification, l'étymologie du mot. Ainsi, lorsque j'expliquais l'anatomie du cerveau à mes élèves, je m'attendais à ce qu'ils confondent les termes hypothalamus et hypophyse.*

*En leur expliquant que « hypothalamus » signifie « sous le thalamus », et que « φύση » (phusè) signifie croissance (ici, croissance en dessous... du cerveau), ils n'avaient plus de mal à positionner ces deux parties du cerveau sur un schéma et cela facilitait leur mémorisation puisqu'ils pouvaient alors retenir la signification pour retrouver le mot.*



## C6. Ajouter des images aux mots



Un cas : On entend souvent dire : « Nous retenons 90 % de ce que nous avons vu ». Cette expression est un abus de langage. Standing (1973) et Haber (1970) ont démontré que, quand on nous présente deux images, nous sommes capables d'identifier correctement dans 90 % des cas, laquelle des deux nous avons déjà vue, ce qui est très différent de « retenir », terme qui fait aussi bien penser à reconnaître qu'à évoquer deux opérations mentales d'efficacités très différentes (voir section J ci-après).

Dans notre expérience "escalator" est mieux retenu que les termes qui l'entourent, notamment parce qu'il est facile de s'en donner une image VISUELLE et même, EN MOUVEMENT. Ceci a été étudié entre autres par Paivio et par Bower.

Paivio (1975) a montré que dans une variété de tâches de mémorisation (ce mot, cette image a-t-il/elle déjà été présenté(e) ?), les images sont souvent mieux reconnues que les mots.

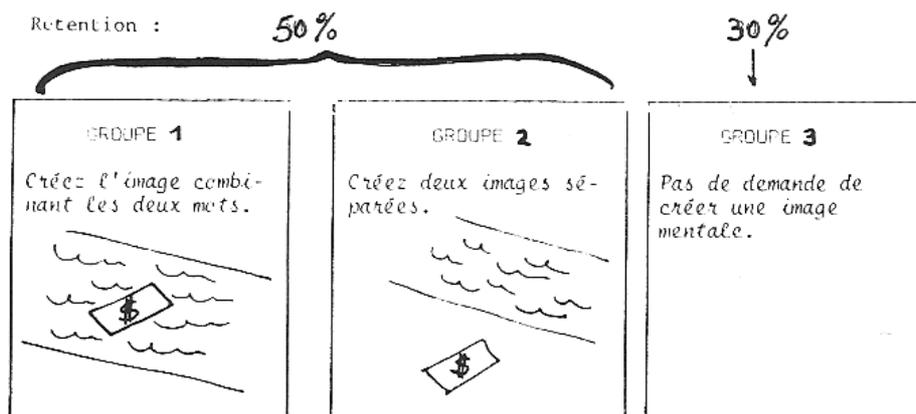
Mais le rappel visuel est beaucoup plus lent que l'acoustique. On peut le montrer par diverses expériences.

Weber et Castleman (1970) suggèrent d'imaginer l'image des majuscules de l'alphabet, dans l'ordre. Pour vous empêcher de tricher, et de sauter à la lettre suivante" sans avoir visualisé, la précédente, décidez si oui ou non chaque lettre comporte une "figure fermée".

Ex : A oui B oui C non D oui E non

On peut concentrer en une seule image un certain nombre d'indices de rappel, d'où la puissance d'évocation d'une structure iconique. G. Bower (1971) fait apprendre des couples de mots (exemple : ARGENT - RIVIERE) sous trois conditions :

1. Les sujets sont invités à se créer une image mentale combinant les deux mots.
2. Les sujets sont invités à se créer deux images séparées.
3. Les sujets ne sont pas invités à se créer des images mentales.



## La recomposition du sandwich espagnol

D.L.

« Je sais qu'un sandwich en espagnol se dit, « bocadillo », mais qu'il existe un autre terme, moins familier, qui veut dire « pris entre deux murs ». Alors, pour retrouver ce terme, je pense à « mur » (pared), puis je construis « emmuré » (emparedado). Cela prend un certain temps mental de reconstruction ... mais j'y arrive ».



## C7. Ajouter des sons aux mots et aux images



**Un cas :** On retient plus facilement les poèmes écrits en rimes (car on sait déjà, quand on connaît la première strophe, comment se termine la deuxième. Exemple : le poème d'Apollinaire :

*Les sanglots longs des violons de l'automne  
Bercent mon cœur d'une langueur monotone  
Et nos amours, faut-il qu'on s'en souviennne ?  
La joie venait toujours après la peine.*

Dans notre expérience, "cocorico" est mieux retenu que les termes qui l'entourent, parce qu'il évoque en nous une image auditive.

Baddeley (1970) a observé qu'une personne est capable de se rappeler dans l'ordre correct à peu près autant de mots qu'elle peut en articuler en 1,5 secondes. C'est ce qu'il appelle la "boucle articulatoire" et que les mots ou lettres qui ont des sonorités proches l'une de l'autre sont moins bien retenus.

Zhang et Simon (1985) ont suggéré que rappeler des unités en mémoire et les articuler sont deux processus concurrents car ils occuperaient le même système mnémonique (la MCT) dont l'ampleur temporelle est limitée.

Le rappel des quelques derniers mots d'une liste est meilleur si la liste est présentée auditivement (Gardiner, 1987, p. 145), comme si les derniers sons étaient encore dans la MCT sonore.

### **Du découpage à la compréhension**

Thoms Marjolein (2007), AESS biologie.

Cours sur le cycle menstruel. Un de mes élèves ne s'en sort pas avec les définitions.

La définition d'OVULATION est « un ovule sort chaque mois de l'ovaire ».

1. J'ai mis en évidence la prononciation des deux mots qui se ressemblent (et donc s'assemblent...) afin qu'il puisse les associer plus facilement : OVULATION et OVULE.

2. J'ai mis l'accent sur le caractère auditif en répétant ovulation et ovule plusieurs fois.

3. J'ai remis cette définition dans son contexte grâce à des images et à un film (caractère visuel).

4. Il a ensuite répété cette définition plusieurs fois.

Maintenant, il dit que c'est tout à fait logique, pour lui c'est comme dire : « moustache c'est du poil en dessous du nez » dit-il.

Cela fait 5 mois et il est tout fier de pouvoir me ressortir cette définition. Maintenant, il fait ce travail de découpage des définitions par lui-même et l'explique à d'autres.

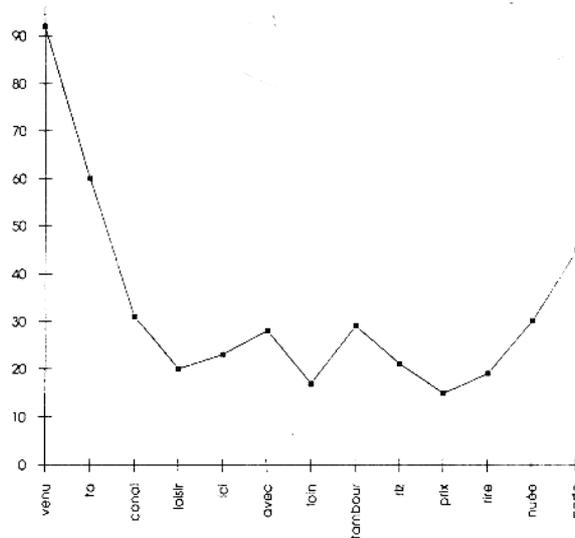


## C8. Mettre le plus important au début et à la fin



**Un cas** : Mon message essentiel était au cœur de mon diaporama qui contenait 20 diapos. Ils ont mieux retenu la première et la dernière dia que l'essentiel de mon message. Pourquoi ?

Dans notre expérience, si nous supprimons tous les éléments introduits pour démontrer les effets de répétition ("du" et "te"), de profondeur du traitement ("chapeau musical"), de distinctivité ("Marylin Monroe"), de prégnance ("pipi"), de signification ("actrice de charme"), d'iconicité ("escalator"), d'auditivité ("cocorico"), voici ce qui reste :



On constate que les premiers mots de la série (qui ont pu être encodés dans la MLT) et les derniers (qui sont encore dans la MCT) sont mieux retenus que les autres (qui ont été constamment "remplacés" dans la MCT par les nouveaux mots, donc chassés, sans être transférés vers la MLT).

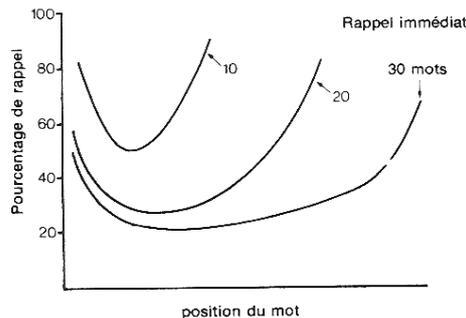
## C9. Rafraîchir pour contrecarrer l'oubli



Un cas : Au chapitre 5, section H2, on raconte qu'un réseau conceptuel s'est largement amplifié après une leçon (sur les protéines) mais que, pour un étudiant précis, après deux mois, il n'en reste rien (en H3).

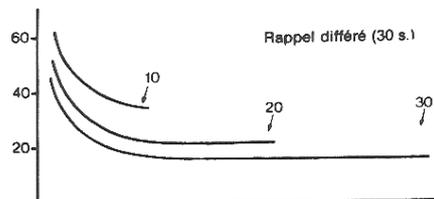
Lieury (1980, p. 11) signale les résultats obtenus par Postman et Phillips (1965) avec des expériences comme celle que nous avons jouée ci-dessus.

Ils ont utilisé des listes de 10 mots, d'autres de 20 mots et d'autres de 30 mots.



Le graphique ci-dessus montre le pourcentage de rappel en fonction de la position du mot en cas de rappel IMMEDIAT. On retrouve la courbe évoquée ci-dessus.

Par contre (graphique ci-dessous), en cas de rappel DIFFERE (30 à 60 secondes plus tard et après des calculs mentaux) le rappel des derniers mots d'une liste est mauvais. Ils auraient été chassés de la MCT par l'activité nouvelle, d'où l'idée (de Baddeley, 1976) que la MCT est aussi la mémoire de travail.



## C10. Tester son rappel après un délai suffisant

La recherche a montré (Koriat, 2000) que nous surestimons notre capacité de nous rappeler plusieurs jours plus tard ce que nous avons appris, lorsque cette estimation est faite durant l'apprentissage, ou directement après l'apprentissage, à un moment où on a encore « frais en mémoire » (à court terme !) ce que l'on vient d'apprendre.

Le test du rappel doit se faire suffisamment longtemps (au moins une heure) après l'étude pour avoir une idée plus fiable de la capacité de rappel.

## D. Pouvons-nous améliorer notre mémoire immédiate ?

### Capacité de la MCT et CHUNKING



**Un cas :** Un conducteur de voiture peut être attentif à la fois à un petit nombre de distances de sa voiture, (1) au bord droit de la route, (2) à la ligne blanche du milieu de la route, (3) à l'automobiliste précédent, (4) (dans le rétroviseur) à l'automobiliste qui suit. En outre, il surveille sur son tableau de bord, (1) sa vitesse, (2) le nombre de tours/minute, (3) le niveau d'essence, (4) la température de l'eau. En réalité, il revérifie régulièrement ces données. Si, en outre, il veut lire le texte d'un panneau d'affichage placé sur le bord de la route, il va devoir déplacer son attention puis la reconcentrer sur la conduite : il ne peut faire tout en même temps.

#### D1. La MCT, une armoire à sept tiroirs



**Un cas :** Le professeur dit à ses étudiants les qualités qu'il exige de leur rapport : un titre attrayant et un sous-titre plus précis, une problématique, une contextualisation ... Un élève l'interrompt : « Pourriez-vous recommencer pour que nous puissions prendre note par écrit svp ? » Pourquoi cette incapacité de mémoriser ?

Dans son célèbre article *The Magical number seven, plus or minus two* (1956), **G.A. Miller** (1956) met en évidence que pour la plupart des modalités "sensorielles" (auditives, visuelles, tactiles, gustatives), l'information maximale que ces "canaux" peuvent traiter est de 2,6 bits en moyenne (NB : 2 bits = 4 éléments 3 bits = 8 éléments). Notre capacité maximale de perception et/ou de mémoire immédiate est donc d'environ 7 éléments.

VOL. 63, No. 2 MARCH, 1956

**THE PSYCHOLOGICAL REVIEW**

THE MAGICAL NUMBER SEVEN, PLUS OR MINUS TWO:  
SOME LIMITS ON OUR CAPACITY FOR  
PROCESSING INFORMATION<sup>1</sup>

GEORGE A. MILLER  
*Harvard University*



My problem is that I have been persecuted by an integer. For seven years this number has followed me around, has intruded in my most private data, and has assaulted me from the pages of our most public journals. This number assumes a variety of disguises, being sometimes a little larger and sometimes a little smaller than usual, but never changing so much as to be unrecognizable. The persistence with which this number plagues me is far more than a random accident. There is, to quote a famous senator, a design behind it, some pattern governing its appearances. Either there really is something unusual about the number or else I am suffering from delusions of persecution.

Avec une moyenne de 2,6 bits (6,5 catégories) et un écart-type de 0,6 bits (1 catégorie), on va donc, avec deux erreurs-standard de part et d'autre de la moyenne, de 5 à 9 catégories. Ceci a amené Miller à son célèbre titre et à son hypothèse, à la base des travaux sur la mémoire à court terme (MCT) :

THERE SEEMS TO BE SOME LIMITATION BUILT INTO US.

Dans nos travaux sur les degrés de certitude, nous avons dû constater (Leclercq, 1983) que, dans ce domaine aussi, 8 à 9 zones sur l'axe des probabilités (zones non égales entre elles d'ailleurs) constituaient un maximum pour des adultes intellectuels non entraînés à ce genre d'estimations.



**Un cas :** Conduire une automobile est un bel exemple des limitations de notre MCT ... et de la façon dont notre cerveau « répartit les tâches sur la vision (surveillance de la route), la proprioception et le toucher (surveillance de nos gestes), l'audition (surveillance du bruit du moteur, des klaxons, écoute de la radio, des passagers....

Voici le résumé (par nous) des conclusions des recherches détaillées par G.A. Miller dans son article :

Sens	Paramètre étudié	Auteur	Expérience typique	Capacité en bits	en nbre de stimuli
OUÏE	Le volume (puissance) du son.	Garner (1953)	Sons de 15 à 110 dcb	2,3	5
GOUT	Le salé.	Beebe-Center et al. (1955).	Concentration de 0,3 à 34,7 mg/l	1,9	4
VUE	Le nombre sur une ligne.	Hare et Garner (1951).	De 5 à 50 points sur une ligne.	3,25	10 (3)
VUE	Idem.	Coonan & Klemmer (s.d.)	Idem mais expositions plus longues.	3,9	15 (1)
VUE	La taille des surfaces.	Eriksen & Hake (1955).	Expérience 1. Expérience 2.	2,2 2,8	5 7
VUE	La Brillance.	Idem		2,3	5
VUE	Les couleurs ou teintes.	Idem.		3,1	8
VUE	Les longueurs (d'une ligne).	Pollack (1954).	Exposition courte. Exposition longue.	2,6 3	6 8
VUE	L'inclinaison d'une droite.	Pollack (1954).	Exposition courte. Exposition longue.	2,8 3,3	7 9
VUE	La courbure (le cintrage).	Pollack (1954).	Longueur fixe de l'arc, de la corde.	2,2 1,6	5 3 (2)
TACT	Intensité du toucher.	Geldard (cité par Miller).	Vibrateurs placés sur la poitrine.	2	4
TACT	Durée du toucher.	Idem	Idem	2,3	5
TACT	Localisation du toucher.	Idem	Idem	2,8	7 (3)
MOYENNE Ecart-type				2,6 0,6	6,5

On constate que les informations visuelles ont une capacité en bit (avant-dernière colonne) et en nombre de stimuli (dernière colonne) supérieure aux autres modalités sensorielles.



## E. Comment se rappeler les choses à long terme ?

### Indices de rappel



Un cas : La plupart des enseignants estiment qu'un certain nombre des contenus qu'ils ont mis à leur programme devraient être mémorisés par les étudiants au-delà de la leçon où ils ont été abordés, idéalement pendant des années, mais au minimum jusqu'à l'examen qui se déroulera quelques semaines ou quelques mois plus tard. Même l'étudiant qui mémorise un contenu lors d'une soirée « de bloque » pour le restituer le lendemain à l'examen doit s'assurer que ce contenu « passera la nuit », autrement dit sera « récupérable » plusieurs heures plus tard.

### E1. Se construire des indices de rappel

La théorie de l'inaccessibilité, selon Tulving (1974), stipule que quand quelque chose qui a été connu est "oublié", cela ne signifie pas qu'il a disparu de la mémoire (la preuve : nous le RECONNAISSONS si on nous le montre), mais que les indices de RAPPEL ne sont pas suffisants pour y "accéder" à nouveau. (Rappelons-nous le schéma MCT-MLT de la section A1 : le rappel est le transfert de la MLT vers la MCT).

C'est aussi l'avis de Lieury (1980), pour qui la mémorisation est un processus comparable fonctionnellement à l'indexation, au catalogue d'une bibliothèque. Un livre rangé parmi des millions d'autres, sans que l'on sache où, est équivalent à un livre perdu. La qualité de la récupération dépend de la qualité de l'indexation. L'effort de rappel doit porter sur le seul indice de rappel. Une fois celui-ci retrouvé, il "entraîne" toute la suite, comme saisir la première perle suffit pour entraîner le collier entier.

Les éléments entreposés dans la MLT peuvent être "récupérés" dans la MCT grâce aux indices de rappel.

Voici un exemple fourni par Lieury (1980).

Soit à mémoriser les 12 mots suivants : vache, poule, chat, chien, tennis, judo, golf, football, jupe, pantalon, chemise, corsage.

Au moment de la mémorisation, on peut se donner trois indices de rappel : animal, sport, vêtement/

Au moment du rappel, on doit ramener dans la mémoire à court terme (environ 7 cases) les indices de rappel et les mots eux-mêmes dans les cases qui restent.

Dans un premier temps, on doit ramener dans la MCT (environ 7 cases) :

- les 3 indices de rappel, soit ANIMAL, SPORT, VETEMENT ;
- des mots à retenir, dans les cases qui restent (soit JUPE, PANTALON, CHEMISE, CORSAGE) et écrire (ou dire ces mots, bref décharger la MCT).

On continue ainsi avec le reste.

<b>Etape 1</b>		
1 ANIMAL		
2 SPORT	<b>Etape 2</b>	
3 VETEMENT	ANIMAL	
4 Jupe	SPORT	
5 pantalon	Tennis	<b>Etape 3</b>
6 chemise	Judo	ANIMAL
7 corsage	Golf	Vache
	Football	Poule
		Chien
		Chat

**0 - 1 - 2 - 3 - 4**

Longton Frédéric (2007), AESS mathématiques.

En trigonométrie, les élèves doivent connaître la valeur du sinus et du cosinus de cinq angles particuliers ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ). Pour retenir ce tableau on utilise les indices de rappels suivants :

Ecrire 0 dans la première case, 1 dans la deuxième, 2 dans la troisième, 3 dans la quatrième, 4 dans la cinquième.

Ensuite prendre la racine carrée de ces 5 nombres et pour finir, les diviser par deux.

Pour le cosinus, il suffit de réécrire les nombres dans le sens inverse. Le tableau est ainsi rempli en se rappelant les 4 petites étapes.



	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
Sinus	$\sqrt{0/2}$	$\sqrt{1/2}$	$\sqrt{2/2}$	$\sqrt{3/2}$	$\sqrt{4/2}$
Cosinus	$\sqrt{4/2}$	$\sqrt{3/2}$	$\sqrt{2/2}$	$\sqrt{1/2}$	$\sqrt{0/2}$

## E2. Structurer le matériel

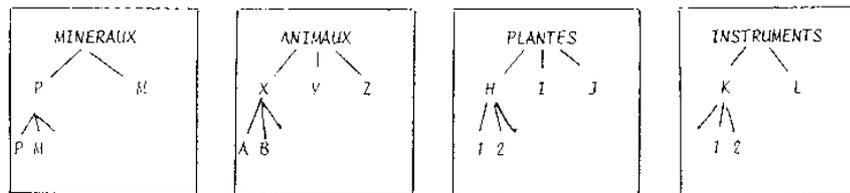


**Un cas :** Soit à retenir le modèle de la motivation en contexte scolaire de Rolland Viau présenté en chapitre 3, section F1. On constate qu'il ne s'agit pas de 8 éléments « en vrac », mais d'un élément (1) au début, un au milieu (5), et un autre (8) à la fin, et, entre (1) et (5), trois « déterminants » (2), (3) et (4) et enfin entre (5) et (8), deux « indicateurs (6) et (7). Cette structure, réalisée par l'auteur, facilite grandement la mémorisation du modèle ... qui, en outre, a un sens de lecture (de gauche à droite) même s'il y a, en bas, une longue « boucle de rétroaction ». En outre, avez-vous constaté le nombre d'éléments ?

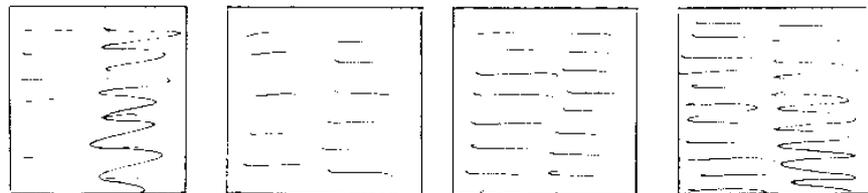
Il est aisé de montrer la différence de rendement entre deux apprentissages, l'un portant sur des éléments structurés (c'est-à-dire ayant des indices de rappel), l'autre sur des éléments en vrac.

### Expérience

Groupe 1 : 4 planches séparées - rappel moyen = 73 mots



Groupe 2 : tout est mêlé - rappel moyen = 21 mots



Clark *et al.* (1969) font apprendre de deux façons 112 mots répartis en quatre thèmes : minéraux, plantes, animaux, instruments. Pour le groupe 1, chacun des thèmes est divisé en super-catégories, catégories et sous-catégories contenant quatre mots environ. Pour le groupe 2, tous les mots sont mêlés.



### **La bruyère boit l'eau de la fontaine par la racine :**

Stiénon Valérie (2007), AESS romanes.

Lorsque j'étais élève en 4ème année secondaire, pour mémoriser les noms de plusieurs auteurs français du XVIIe siècle appartenant au courant du classicisme, j'avais inventé la phrase suivante : « la bruyère boit l'eau de la fontaine par la racine ». Elle me permettait de retenir les noms des quatre auteurs suivants :

Jean de La Bruyère, Nicolas Boileau, Jean de La Fontaine, Jean Racine.

La technique de codage utilisée dans ce procédé mnémotechnique est assez peu élaborée, puisque ce procédé repose sur l'intégration, dans une seule phrase, correcte du point de vue syntaxique et sémantique, de patronymes référant à des choses réelles. Le jeu de mot était certes facile, mais il était efficace. Et il était d'autant plus efficace que j'associais cette phrase à une image mentale plutôt insolite, ce qui m'aidait davantage encore à la mémorisation de ces noms d'auteurs.

### **E3. Réinstaller lors du rappel les circonstances de l'encodage**



**Un cas : Pourquoi les reconstitutions de crimes se font-elles « sur le terrain » ?**

Si les éléments ont été traités verbalement, les indices doivent être verbaux ; s'ils ont été traités acoustiquement, ils doivent être phonétiques, etc.

Réinstaller, au moment du rappel, les conditions dans lesquelles l'encodage a eu lieu, augmente la performance du rappel (c'est le principe des "reconstitutions" judiciaires). Des indices inconscients pour le sujet peuvent alors le "mettre sur la voie". Retourner sur les lieux fait "monter une bouffée de souvenirs" (dans la MEMOIRE EPISODIQUE dont nous parlerons plus loin).

Gardiner (1987, p.143) compare cet effet à l'application d'une vibration d'une fréquence déterminée. Elle fait vibrer tous les diapasons des épisodes vécus ayant cette fréquence comme composante.

### **A quel endroit était-ce écrit sur le tableau ?**

Boulangier Delphine (2007), AESS biologie.

Lors d'une interrogation, beaucoup d'étudiants étaient démunis face à une question qui leur demandait d'expliquer un phénomène scientifique dont le nom « mutarotation » ne leur rappelait rien ou très peu de choses.

Pour les aider, je leur ai rappelé que ce phénomène avait été vu, d'une part au laboratoire au cours duquel l'expérience les avait obligés à attendre 2h (c'était la seule manipulation qui prenait autant de temps) et, d'autre part, à la séance d'exercice au cours de laquelle, j'avais décrit ce phénomène sur la partie droite (non conventionnelle) du tableau.

Suite à ces remarques, beaucoup d'étudiants se sont écriés « ah ouiii !!! » et ont su répondre à la question.



#### E4. Ne pas dépasser 7 éléments dans chaque niveau de codage



**Un cas** : Quand on déploie les menus déroulants de Word (Fichier, Edition, Format, Outils), si on compte combien il y a de rubriques au total, on en compte à peu près 50 (cela varie d'une version à l'autre de Word). Pourquoi ne pas avoir fait un seul menu de 50, ou deux de 25 ou trois menus de 17 ou, au contraire, dix-sept menus de 3 ?

Watkins et Watkins (1975) ont montré que plus les éléments associés à un même indice sont nombreux, plus faible est la probabilité de les retenir TOUS (évidemment).

Ceci est assez semblable à l'effet "ventilateur" (Anderson, 1983, p. 107) : plus il y a d'ailettes, plus la chaleur se disperse et moins chaque ailette concentre cette chaleur. En cognition, plus le nombre de faits associés à un concept est élevé, moins chacun est "activé" lorsque le concept est évoqué, un peu comme si le concept avait une capacité d'activation limitée, qui se "diviserait" dans les nombreuses ramifications qui en partent.

Des expériences menées par D. P. Miller (1981) sur l'organisation de menus et de sous-menus dans des bases de données montrent la supériorité (dans la recherche, et non le rappel de mémoire) de menus larges (mais avec un maximum de 7-8) et peu profonds par rapport aux plus étroits et plus profonds et par rapport aux menus contenant beaucoup d'items.

Ainsi, s'il s'agit de se "déplacer" dans 64 éléments. Il est préférable d'avoir un premier menu de 8 éléments, chacun en comportant 8 dans chaque sous-menu plutôt que 4 éléments dans le premier menu, chacun suivi de 16 éléments dans chacun des sous-menus.

Les travaux de Dray *et al.* (1981) semblent confirmer que tout système qui permet à l'apprenant d'avoir une VUE D'ENSEMBLE favorise le rappel. Ces résultats sont confirmés par Doughty et Kelso (1984) et par Landauer et Nachbar (1985).

#### E5. Se donner des règles comme indices de rappel



**Un cas** : Même pour des données très familières, comme son propre numéro de téléphone, on se donne des moyens mnémotechniques pour s'en souvenir. Quel est le vôtre ?

Une courte liste (ex. : les 6 chiffres d'un numéro de téléphone) est bien retenue... mais risque d'être oubliée aussitôt si une autre activité mentale vient occuper les "cases" (ou les sept tiroirs) de la mémoire immédiate. Pour éviter cette interférence, on répète ces chiffres sans cesse... ou on les réduit en 3 nombres (ou même 2) ou en un "truc mnémotechnique". On aura donc, en mémoire immédiate, soit à retenir :

6 éléments différents transformés en 3 principes

C'est le mécanisme des nombreux moyens

mnémotechniques qui permettent d'optimiser le rappel.



2	22	partir du 22
2	44	doubler les suivants
4	38	le premier 8 est incomplet
4		
3		
8		

Ainsi, pour retenir la liste des conjonctions de coordination (Et, mais, donc, ou, ni, car, or), il suffit de retenir une phrase et un principe (ce qui ne consomme que deux cases de la mémoire).

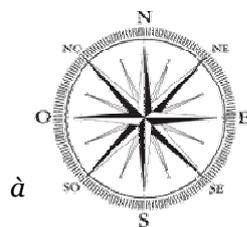
La phrase	Mais où est donc Ornicar
Le principe d'interprétation	Chaque syllabe est une conjonction de coordination (1)

(1) Acoustiquement, car EST = ET. On aperçoit déjà là une faiblesse des moyens mnémotechniques : ils portent en eux des sources de confusion.

### Où est l'Est ?

Guillaume Nicolas (2007), AESS géographie.

*En géographie, la spatialisation est essentielle. On travaille beaucoup à partir de cartes, et un vocabulaire approprié doit être utilisé. Le point de départ consiste à maîtriser la rose des vents. Beaucoup d'élèves, encore en 4<sup>ème</sup> (le cas vécu lors d'un stage), confondent l'Est et l'Ouest.*



Il existe pourtant une règle simple, un truc mnémotechnique aisé pour ne plus les confondre. Il s'agit de la courte question : « Où est l'Est ? » à traduire Ouest – Est. Donc, quand on lit la rose des vents ou une carte, comme en français, c'est-à-dire de la gauche vers la droite, on place ainsi l'Ouest à gauche puis l'Est droite.

## E6. Retenir aussi les attributs des éléments



**Un cas :** Je cherchais (pour pouvoir le retrouver grâce à Google) le nom de l'auteur dont les travaux ont donné lieu à la fable « *Nous retenons 90 % de ce que nous avons vu* ». Je savais qu'il commence par Ha et se termine par er. Alors, était-ce Haller ? Hager ? Haster ? Hanger ? Evidemment, j'ai fini par trouver : Haber. Est-ce un raté de ma mémoire ?

Que contient la mémoire à long terme (MLT), exactement ? Les éléments eux-mêmes (ex. : le mot *Nabuchodonosor*) ou leurs attributs (ex. : mot long, nom d'un roi de Babylone, beaucoup de lettres, O à la fin, commençant par Na, etc.) ? Probablement les deux.

Lorsqu'on ne peut pas se rappeler directement un élément, on essaie d'y arriver en rappelant ses attributs. C'est le phénomène du "mot sur le bout de la langue".

Le stockage en mémoire à long terme par attributs expliquerait les hésitations lors du rappel.

Considérons qu'un étranger ait à mémoriser le mot COUR. Si, au lieu de mémoriser COUR, il a mémorisé trois éléments (trois images acoustiques) C OU R, alors la moins bonne mémorisation de l'un d'eux provoquerait des confusions lors du rappel.

- Ex. : C et R sont bien mémorisés (mais pas "OU")  
Confusion au rappel entre car, coeur, cour, cuir, cor...
- C et OU sont bien mémorisés (mais pas "R")  
Confusion au rappel entre coupe, coude, coule, cour...
- OU et R sont bien mémorisés (mais pas « C »)  
Confusion au rappel entre pour, lourd, sourd, jour, ...

Nous savons que c'est le genre d'erreur que nous faisons quand nous apprenons une langue étrangère.

**« Ton, tonton, tontaine »**

Smisdom Christine (2007), AESS romane.

Lors d'un stage, je parle de Danton et de son rôle pendant la révolution française. Avant de commencer, je demande aux élèves s'ils le connaissent. Un d'entre eux lève la main et affirme qu'ils ont déjà vu cette matière.

Il feuillette son cours puis me dit d'un air déçu : « Ah non ! Zut, c'est Platon. » Il avait retenu une partie des attributs du nom : la fin.



## E7. Etre conscient de l'influence de la question sur la réponse



□ **Un cas** : Pour déstabiliser les étudiants, un professeur leur demande « *Quelle est la surface du tableau (2 m x 4 m) en ares ?* » La réponse est déstabilisante parce qu'inférieure à l'unité.



**Loftus** (1979) a montré que les mots présents dans la question (donc en quelque sorte les attentes de l'interrogateur) influençaient la réponse (le rappel ou l'expression de ce rappel ?).

Elle montre des vidéos d'accidents de voiture à des "témoins". On demande à ces témoins d'**estimer la vitesse** des véhicules. Ceux auxquels on dit "lorsqu'ils sont entrés en collision", fournissent une vitesse moyenne estimée supérieure à celle fournie par ceux à qui l'on a dit "quand ils se sont heurtés".

Les policiers qui recueillent des témoignages et les enseignants qui sollicitent des estimations de leurs élèves doivent tenir compte de ce phénomène.

## F. Avons-nous plusieurs formes de mémoire(s) ?

### L'hypothèse de la mémorisation multimodale



**Un cas :** Dans les logiciels, chaque bouton a une image (ex : deux petites pages) et un nom (ex : copier) et un raccourci clavier gestuel (ctrl C). De même, « revenir en arrière » a une image (la flèche arrondie orientée vers la gauche), un nom (UNDO) et un raccourci clavier (ctrl Z). Ce sont trois façons différentes de se souvenir de chacune de ces opérations. Pourquoi une telle redondance ?

Une série d'expériences (nous en rapporterons ici quelques-unes seulement) permettent de faire l'hypothèse qu'il existe pour les images une MCT (MCT visuelle) distincte de la MCT des mots (MCT verbale), distincte de la MCT des gestes (MCT kinesthésique), de l'olfactive, etc. Bref, il y aurait autant de MCT que de modalités sensorielles. Fonctionnellement, dans les activités sensori-motrices où le temps de réaction importe, comme conduire une voiture (réception acoustique et visuelle, réponse motrice) ou utiliser une machine-outil (concentration visuelle et motrice, signaux de dangers fournis par la voie acoustique), les modalités de réception et de réponse sont multiples.

#### F1. La MCT visuelle a ses limites

D'une série d'expériences, Brooks (1970) conclut que "quelqu'un qui visualise mentalement semble moins disponible pour exercer une autre activité mentale de nature visuelle en même temps. Il en va de même pour les activités de nature verbale".

#### F2. La MCT verbale a aussi ses limites

Stroop (1935) a créé des épreuves mettant en évidence un conflit entre informations dans des tâches d'analyse de stimuli relevant de la même modalité.

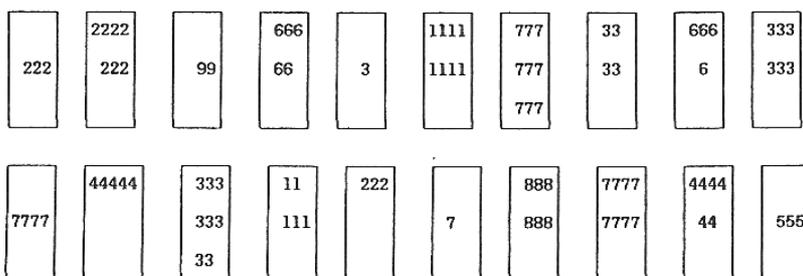
##### a) Dire la couleur du mot

Dans l'expérience originale de Stroop, les noms des couleurs sont écrits eux-mêmes en couleurs différentes. Ainsi, le mot "rouge" est écrit avec de l'encre jaune, le mot "vert" avec de l'encre rouge, etc.

Si l'on demande de fournir rapidement la COULEUR de l'encre utilisée pour chaque mot, après le troisième ou le quatrième, les sujets commencent à hésiter, et parfois à bredouiller : ils ne peuvent s'empêcher de lire le SIGNIFICATION du mot.

##### b) Compter les chiffres

Dans une autre épreuve semblable, on demande de compter les chiffres contenus dans les rectangles (Lindsay et Norman, 1977, p. 454) :



Les sujets rencontrent des difficultés car ils ne peuvent s'empêcher de lire la signification du dessin qui, par construction, est différente de la réponse à fournir.

### **Le corps et l'esprit en contradiction**

*Bourlon Christine (2007), AESS médecine.*

*Lors d'un exercice corporel impliquant deux étudiantes, une active et l'autre passive, la première « mobilise » (manipule les membres de) l'autre passivement (qui doit NE PAS réagir). La seconde a des difficultés à se relâcher car elle reçoit des informations au niveau kinesthésique et réagit à la mobilisation par une contraction musculaire.*

*Le sujet a des difficultés à empêcher des automatismes (contracter ses muscles pour aider au mouvement) alors qu'il lui est demandé de rester totalement passif : la connexion entre le verbal et le musculaire et la déconnexion (momentanée) entre sensation tactile et mouvement finiront par se faire, mais cela peut prendre du temps, ...*



### **Pistes d'intervention**

Ne pas surcharger le même canal ! Par exemple, quand on présente un texte (projeté sur écran), ne pas surimposer un discours oral en même temps ! Même pas lire tout haut le texte affiché, car les différents lecteurs le lisent à LEUR vitesse. Pendant que vous pensez que certains lisent la ligne 1, d'autres sont déjà à la ligne 5, et ce que vous dites tout haut les perturbe.

## G. Comment mémoriser des textes entiers *verbatim*<sup>1</sup> ?

### Les Chaînes verbales : chunking et prompting



□ **Un cas** : Essayez avec un condisciple l'exercice suivant. Vous piquez au hasard une lettre de l'alphabet et lui demandez celle qui la suit de trois lettres (ex : pour T, il faut répondre W). Il vous avouera qu'il a dû passer par les deux lettres intermédiaires (ici U et V). Pourquoi ?

Ce type d'apprentissage est appelé App4 dans la classification de Gagné (voir page 24).

Les principes de l'association verbale (App4) ne sont pas fondamentalement différents de l'apprentissage de liens S-R -> Rf (App2). Ils ont avec les chaînes motrices (App3) bien des points communs. Cependant, ils prennent une telle importance dans les apprentissages humains que Gagné (1965) en fait une catégorie à part, d'autant plus que les conditions à réunir sont assez spécifiques.

L'apprentissage de suites arithmétiques, comme 3,1416 par exemple, ou de suites littéraires, comme un poème, sont de courtes chaînes verbales (App4). Chaque unité sert de lien entre l'unité précédente et l'unité suivante. Des blocs sont ainsi constitués chez l'apprenant : il suffit qu'une unité lui soit présentée pour que les éléments de la suite soient tous évoqués. Il existe des jeux radiophoniques où l'animateur dit : "Le temps c'est ...", et le concurrent répond : "... de l'argent". Notre compétence dans une langue ne réside pas seulement dans la connaissance de mots de vocabulaire et de règles de grammaire, mais aussi de nombreuses séquences verbales. Quelques-unes d'entre elles deviennent, chez certaines personnes, de véritables tics de langage. (Ex. : "Est-il besoin de dire que ..." ou "Vous voyez ce que je veux dire ...", etc.). L'apprentissage de langues étrangères procède notamment par la mémorisation de nombreuses séquences verbales brèves telles que "How do you do" ou "Hasta la vista".

Comme exemples d'associations verbales (App4), Gagné cite l'alphabet, les tables de multiplication, les formules comme H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, etc.

#### G1. Les liens verbaux ELEMENTAIRES (un maillon)

Un élève apprend que le mot français **verre** se dit **glass** en anglais. Quand le professeur dit **verre** et que l'élève répondra **glass**, on considérera qu'une association verbale (App4) a été apprise. Il n'est pas rare que des associations verbales (App4) fonctionnent sans que les réponses motrices (App3) soient parfaitement maîtrisées, telle la prononciation. C'est le cas des personnes qui prononcent mal. L'apprentissage d'une association verbale (App4) ne signifie pas que le sujet COMPREND le sens des mots.

#### G2. Les CHAINES COURTES (quelques maillons)

Pour le vocabulaire d'une langue étrangère, les correspondances sont le plus souvent arbitraires. Le mot rue se dit street en anglais c'est un fait qui ne se raisonne pas. On remarque cependant qu'une fois cette association installée (chronologiquement premier lien), il est beaucoup plus facile à l'étudiant d'apprendre que rue se dit straat en néerlandais, Strasse en allemand, strada en italien. La première association rue-street permet d'évoquer la traduction néerlandaise, ce qui donne le cheminement de pensée

rue-street-straat.  
L'étudiant utilise des liens de codage qui lui sont personnels. Pour la traduction de verre en glass, nombreux sont les francophones qui pensent au mot glace, ce qui donne le cheminement de pensée verre-glace-glass. De tels liens diffèrent évidemment d'un individu à l'autre, selon leur culture. De telles associations peuvent être mises en évidence par l'introspection ou par l'étude des associations "interférentes" comme lorsque nous avons un mot "sur le bout de la langue", et que nous produisons des mots apparentés.

---

<sup>1</sup> Mot pour mot

### G3. Les CHAINES LONGUES

Mémoriser un poème nécessite de nombreuses associations verbales dans un ordre déterminé. Gagné parle alors de **chaînes verbales** ou série d'associations dans un ordre strict. Les premiers éléments servent d'indices (en anglais « *prompts* ») aux suivants, et tout spécialement en cas de rimes.

Gagné cite comme exemples le texte d'un rôle dans une pièce de théâtre, le texte et l'air de chansons, les discours, une prière comme le *Pater Noster*, les moyens mnémotechniques, etc.

#### **L'alphabet en chantant**

*Crahay France (2007), AESS communication.*

*En français, on enseigne dès le primaire aux enfants à retenir l'alphabet. C'est une chaîne longue de 26 éléments n'ayant aucune signification logique dans leur succession. Les enfants le retiennent à la manière d'une chanson. C'est un exemple de ce que Gagné appelle une chaîne verbale. L'importance de l'ordre est démontré par la difficulté importante qu'éprouvent les enfants, et que nous éprouvons tous, à réciter ce même alphabet à l'envers. Nous connaissons toutes les lettres de l'alphabet mais il faut qu'elles soient dites dans un certain ordre, celui dans lequel on les a apprises sinon la tâche est rendue très complexe.*



### G4. Les conditions d'apprentissage des chaînes verbales

L'apprentissage de chaînes verbales (App4) a ses contraintes propres. Voici quelques recommandations :

- 1° Ne pas dépasser les capacités de la mémoire immédiate (qui dépend de l'âge et de l'entraînement du sujet), donc procéder par indices de rappel des unités plus longues.
- 2° Dans l'apprentissage d'un poème comportant bien plus de sept éléments (il s'agit donc d'une chaîne longue), on avancera petit à petit, par exemple en ajoutant entre chaque répétition une seule ligne à la partie déjà maîtrisée. La répétition des premières séquences déjà apprises empêche l'oubli dû à l'interférence (apprentissage de nouveaux éléments).
- 3° Rendre le matériel familier et organisé par des apprentissages antérieurs. Ainsi, dans la chanson de Jacques Brel, on peut considérer comme une seule unité (*chunk*) la phrase "Quand on n'a que l'amour" parce que nous la comprenons. Un amateur de "*la bamba*" en retiendra mieux le refrain s'il en comprend le sens : "*El sombrero mi lo quito y mi lo pongo*", c'est-à-dire "J'enlève mon chapeau et je le (re)mets".
- 4° La confirmation de l'exactitude de la séquence est importante : couramment, les étudiants se récitent une matière, puis vérifient sur le texte imprimé. De ce principe, découle la méthode d'anticipation : l'élève essaie d'émettre sa réponse en un temps très court, deux secondes par exemple, avant qu'on lui fournisse la réponse correcte. Nombre d'étudiants cependant ne "se récitent" pas avec une rigueur suffisante. Deux défauts sont fréquents :
  - a) Réciter oralement : au moment où on confronte avec le texte écrit, on croit avoir produit le texte oral correct, mais on n'en a pas de preuve (l'écrit, lui, ne permet pas ce genre de tolérance).
  - b) Réciter immédiatement. Un certain nombre d'éléments sont encore dans la mémoire à court terme. Or c'est la mémoire à long terme qu'il faut tester. Un rappel immédiat est bien peu prédictif de la qualité du rappel différé.
- 5° Présenter les séquences dans l'ordre correct, oralement ou par écrit.
- 6° Prendre des mesures contre l'interférence. Ce problème est assez fréquent dans les apprentissages de niveau App4.

Une interférence proactive se produit quand une activité (par exemple un apprentissage) rend plus difficile l'apprentissage ultérieur d'une autre matière.

L'interférence est rétroactive quand une activité entraîne l'oubli d'une matière précédente. Plus la chaîne verbale est longue, plus l'interférence est forte.

- 7° Le rythme, les rimes agissent en tant qu'indicateurs comme dans les chaînes motrices.
- 8° C'est la répétition qui combat le plus efficacement l'interférence dont l'oubli n'est qu'une forme particulière.
- 9° Emettre des réponses et non pas rester passif. Les actions engendrent des stimuli kinesthésiques, visuels ou auditifs. En retour ces stimuli facilitent la réponse suivante, comme dans le cas des chaînes motrices (App3). Quand on se récite une leçon, se la réciter à voix haute, c'est se donner des feed-back supplémentaires. Dans certains cas, des mouvements expressifs (pas simplement marcher de façon automatique) donnent eux aussi des feed-back.



*D.L.*

*J'avais l'habitude d'écouter le « billet radio » quotidien d'un éditorialiste très expressif dans son discours oral, diffusé par la RTBF vers 7 h 30. Depuis début 2008, la RTBF diffuse, comme RTL le fait depuis longtemps, l'image de son studio radio. J'ai ainsi pu voir cet éditorialiste et non plus seulement l'entendre. J'ai constaté qu'il faisait des gestes, l'aidant sans doute à rendre expressif son discours oral.*

- 10° Utiliser les moyens mnémotechniques (voir ci-après).

## H. Quels sont les trucs pour mémoriser ?

### Moyens mnémotechniques



□ **Un cas** : Des étudiants (en médecine) retiennent dans l'ordre les 12 nerfs crâniens. Comment font-ils ?

### H1. Les acronymes, acrostiches et leurs combinaisons

Dans les apprentissages scolaires, les liens de codage apparaissent tout particulièrement dans les moyens mnémotechniques.

OTAN, ONU, UNESCO, IBM sont des acronymes permettant, entre autres, de retrouver la signification de chaque lettre.

Un acrostiche est un poème dont chaque vers commence par une lettre du prénom de quelqu'un. Vues verticalement, ces premières lettres de vers donnent le prénom. Nous verrons des exemples de ces deux techniques dans "avantages et désavantages".

Pour se souvenir des 12 nerfs crâniens (G), des phrases combinent le principe des acronymes et des acrostiches. Voici deux exemples de telles phrases (A = dans Lieury, 1980, p. 5) et au Québec (B dans Godefroid, 1987, P. 371) :

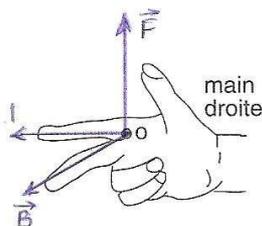
	A	B	C
I	Oh	Oh	Olfactif
II	Oscar	Oh	Optique
III	Ma	Mon	Moteur (oculo)
IV	Petite	Phono	Pathétique
V	Théière	Tu	Trijumeau
VI	Me	M'as	Moteur ocul ext.
VII	Fait	Fait	Facial
VIII	A	Aimer	Acoustique
IX	Grand	Gounod	Glosso pharyngien
X	Peine	Pendant	Pneumogastrique
XI	Six	Six	Spinal
XII	Gros	Hivers	Grand hypoglosse

On constatera que les deux phrases mnémotechniques ont la même efficacité fonctionnelle, mais toutes deux supposent que l'utilisateur sache comment "décoder" (ex. : pour le distinguer le XII du IX, B est supérieur à A).

### La règle des trois doigts de la main droite

Lunebach Romuald (2007), AESS physique.

En cours de sciences physiques avec une classe de 5ème, l'objectif du cours était de caractériser la force électromagnétique. Pour la direction et le sens, j'utilise le moyen mnémotechnique suivant :



« Règle des 3 doigts de la main droite »

Index : (i : intensité) indique le sens conventionnel du courant.

Majeur : (m: magnétisme) placé perpendiculairement indique le champ magnétique B.

Pouce : (p : poussée) donne le sens de la force électromagnétique.

Cette technique, que j'avais apprise aussi en 5ème, je l'utilisais toujours à l'université.

Par contre, elle connaît une limite : il ne faut pas se tromper de main !



## H2. La méthode des loci



**Lieury** (1980, p. 43) rappelle qu'en 264 ACN, Simonides, selon la légende (rapportée par Cicéron entre autres), assistant à un repas, avait dû sortir de la salle à manger, par bonheur pour lui car celle-ci s'était écroulée sur les convives. En se souvenant des places de chacun dans la pièce, il contribua grandement à l'identification des cadavres sortis des décombres.

D'où la méthode des loci (pluriel de locus, latin pour lieu) : évoquez une pièce que vous connaissez bien (votre cuisine par exemple) et associez les mots à apprendre (violon, dentifrice, chapeau, etc.) aux endroits de cette pièce dans l'ordre où vous le parcourez du regard (mental) : le violon sur le réfrigérateur, le dentifrice dans l'évier, le chapeau sur le vide poubelle, etc.). L'efficacité du procédé tient à la formation d'images mentales insolites.

### **Rouge à gauche et bleu à droite :**

*François Charlotte (2007), AESS romane.*

*Lorsque j'étais élève, en rhéto, nous avons vu au cours de français (en collaboration avec le cours d'histoire) les grandes lignes de la « politique belge ».*

*Une fois venu le temps de l'examen, j'avais beaucoup de mal à retenir lequel des deux partis – le parti socialiste et le parti libéral – étaient de gauche et de droite.*

*Sans le savoir, j'ai utilisé « la méthode des loci ». J'ai d'abord imaginé Elio Di Rupo et Louis Michel dans ma salle de bain !*

*Pourquoi ces deux personnes ? Parce qu'à cette époque, il s'agissait (selon moi) des deux personnes les plus emblématiques de leur parti.*

*Pourquoi la salle de bain ? Parce qu'il y a une baignoire !*

*Et pourquoi une baignoire ? Parce qu'il y a deux robinets : (1) un robinet d'eau chaude représenté par la couleur rouge (couleur spécifique du parti socialiste) placé à gauche et (2) un robinet d'eau froide représenté par la couleur bleue (couleur spécifique du parti libéral) placé à droite.*

*Ainsi, dans ma baignoire, Elio Di Rupo et Louis Michel prenaient un bain ensemble, Elio di Rupo à gauche utilisant l'eau chaude et Louis Michel à droite utilisant l'eau froide !*

*Ce moyen mnémotechnique m'a permis de retenir que le parti socialiste était de gauche et le parti libéral de droite.*



## H3. Les avantages

Par exemple, grâce au mot VAN (acronyme), les ÉTUDIANTS en médecine retiennent que dans les paquets vasculo-nerveux importants, on rencontre d'abord la veine (V), puis l'artère (A), et enfin le nerf (N). Ce type de moyen mnémotechnique correspond à un certain état de connaissances.

Un CHIRURGIEN retient la même loi par un autre lien : à partir du paquet vasculo-nerveux du cou. En **pratique** chirurgicale, il rencontre d'abord la veine jugulaire (V), puis l'artère carotide (A), et enfin le nerf vague (N). Il étend cette **observation** aux autres paquets vasculo-nerveux importants. Ce lien de codage correspond à une connaissance plus poussée de la matière. Il est plus élégant et plus fiable que l'autre liaison en chaîne :

**Etudiant : VANNE -> VAN -> V.A.N. -> Veine - Artère - Nerf**

**Chirurgie : ----- pratique du cou -----> Veine – Artère – Nerf  
(jugulaire) (carotide) (vague)**

### **Exon et intron**

*Lahaye Carine (2007), AESS biologie.*

*Un moyen mnémotechnique que j'ai retenu en biologie moléculaire concerne le gène : la signification de exon et intron*

**Exon** : extraverti donc qui s'exprime

**Intron** : introverti donc qui ne s'exprime pas.



#### H4. Les désavantages

Les inconvénients d'un processus de liaisons en chaîne sont de deux ordres : le temps de reconstitution s'allonge à mesure que la chaîne grandit et une erreur peut se glisser à chaque maillon. (Pour le chirurgien, par contre, une série d'indices additionnels CONFIRMENT l'exactitude de la réponse).

Voici des exemples de telles erreurs dans deux chaînes mnémotechniques célèbres (acrostiches de mots) :

1° Pour se rappeler l'ordre des éléments de la deuxième ligne du tableau de MENDELEEV, de nombreux étudiants recourent à la phrase :

							Signé
LILY	BAISE	BIEN	CHEZ	SON	ONCLE	FERDINANT	NESTOR
L	B4	B	C	N	O	F	N
Lythium	Berylium	Bore	Carbone	Azote	Oxygène	Fluor	Néon

Les sources de confusion sont multiples :

- Les deux B sont intervertis
- CH donne Chrome (au lieu de Carbone)
- N donne Néon (au lieu d'Azote)
- F donne Fer (au lieu de Fluor).

Pour parer à la première confusion (les deux B), une autre phrase serait plus pertinente :

							Signé
LILY	BERCE	BOA	CHEZ	SON	ONCLE	FERDINANT	NESTOR
	LE						
L	Bé	Bo	C	N	O	P	F
N							

Et pourtant les étudiants préfèrent la première version, qu'ils retiennent mieux (ce que Buzan explique très bien : la connotation sexuelle de la phrase).

2° Pour se rappeler les couleurs du spectre de la lumière blanche décomposée par un prisme (l'arc-en-ciel), de nombreux étudiants retiennent :

<b>ROASBEEF</b>	<b>ROSBIF</b>	<b>ROJVBIV</b>	
(1)	(2)	(3)	(4) Rouge-Orange-Jaune-Vert-Bleu-Indigo-Violet

Le passage entre l'étape 2 et l'étape 3 est très délicat et, fréquemment, les étudiants oublient le jaune ou le vert.



#### Pistes d'intervention

Attirer l'attention des étudiants sur les défauts des moyens mnémotechniques (pouvant mener à de fausses pistes).

Les meilleurs étant ceux qu'on se crée soi-même.

# I. A quelle vitesse mémorise-t-on ?

## Courbes d'acquisition



□ **Un cas** : Un professeur constate que lors de son premier cours sur la corrélation point bisériale, les étudiants ont très peu retenu. Lors du deuxième cours, ils ont retenu beaucoup plus. Lors du troisième cours, les progrès étaient plus faibles parce qu'atteignant « le plafond » (des objectifs qu'il s'était assignés) Est-ce un phénomène général valable pour d'autres concepts ?

### I1. Les trois phases ou la courbe en S

Dans de nombreuses situations d'apprentissage, la quantité d'éléments appris évolue en trois phases :

Phase 1 : On apprend peu d'éléments nouveaux par unité de temps, car on en est au début, on ne peut pas s'appuyer sur des connaissances préalables, on est décontenancé par le caractère complexe de la matière. La courbe est proche de l'horizontale (effet plancher).

Phase 2 : On apprend beaucoup d'éléments nouveaux par unité de temps : la "montée de la courbe" s'amplifie et se rapproche de la verticale (effet d'escarpement).

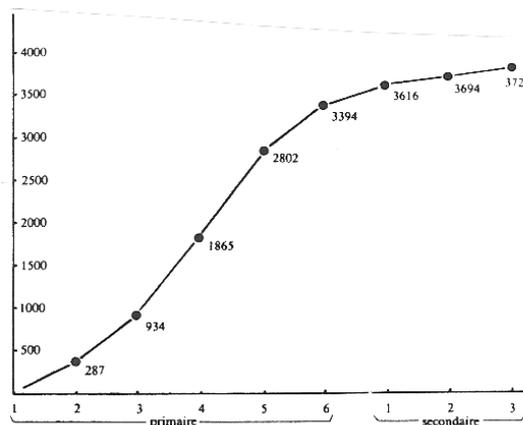
Phase 3 : On apprend peu d'éléments nouveaux, parce que ceux que l'on a déjà appris sont suffisants pour la majorité des besoins, parce que la vie nous fait rencontrer peu de contenus que nous ne connaissions pas. La courbe retourne vers l'horizontale (effet plafond).

### I2. L'exemple de l'orthographe

On peut trouver maints exemples de telles courbes. Ainsi, l'apprentissage de l'orthographe des mots de sa langue maternelle (voir ci-dessus la courbe du nombre de mots maîtrisés, extraite des travaux de Ters, Mayer et Reichenbach, 1973). Il en va de même pour l'apprentissage du vocabulaire d'une langue étrangère :

Lorsque 75 % des enfants d'une année scolaire réussissent à écrire un mot sans erreur, ce mot est *considéré* comme *acquis* au cours de cette année scolaire.

Le tableau ci-dessous présente en ordonnée le nombre de mots acquis et en abscisse les huit niveaux scolaires différents étudiés. Les huit résultats représentés par de petits cercles, ont été reliés par une ligne dont l'allure générale prend la forme d'une S majuscule.



<sup>1</sup> La valeur-repère de 75 % a été choisie arbitrairement, un peu par tradition : dans le test de Binet-Simon d'intelligence générale, une question est considérée comme typique d'un âge lorsqu'elle est réussie par 75 % des enfants de cet âge.

Les 3 phases qui suivent se rapportent au graphique ci-dessus :

Phase 1 : On apprend peu de mots au début par unité de temps.

Phase 2 : On apprend beaucoup par les dérivés, associations, basés sur ce que l'on connaît déjà.

Phase 3 : On apprend peu de choses nouvelles, parce qu'on sait s'exprimer à partir de ce que l'on sait, que les mots que l'on sait sont, évidemment, les plus fréquents et que les interlocuteurs, nous comprenant malgré nos erreurs, ne nous corrigent pas et nous laissent dans l'ignorance de nos imperfections.



### **Pistes d'intervention**

Il faut du temps pour comprendre, et pour mémoriser un cours. D'où l'importance de s'y prendre à l'avance, et ne pas compter sur l'effet de récence (je les aurai frais en mémoire si je les étudie la veille).

## J. A quelle vitesse oublie-t-on ?

### Méthodes de mesure de la rétention



Un cas : Un professeur constate : « Quand je leur présente (en QCM) des définitions de la Loi d'Archimède, ils savent choisir la bonne, mais quand je leur demande de l'énoncer, beaucoup ne m'en donnent qu'une définition incomplète ». Pourquoi ?

#### J1. Quatre méthodes

Celles-ci sont exposées par ordre décroissant de réussite moyenne (toutes choses par ailleurs égales).

a) **La reconnaissance** : C'est la modalité qui donne le meilleur rendement. On présente au sujet des objets (noms, photos, mots, dessins) et on demande : "Lequel de ces éléments...".

b) **Le rappel** : Le sujet doit EVOQUER ou RESTITUER, sans support.

Exemples : "Quelle est la date de la bataille de WATERLOO ?" "Citez trois rois de Belgique."

c) **Le rappel dans l'ordre**

Exemple : "Citez trois rois de Belgique dans l'ordre de leurs règnes". Ceci est proche de la méthode d'**anticipation** ou de **rappel stimulé**.

Exemple : "Quel roi des Belges a succédé à Léopold II ?"

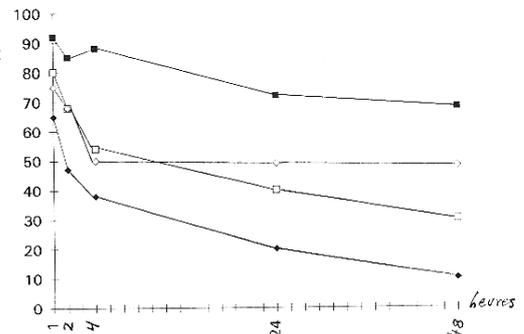
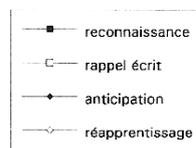
d) **Le réapprentissage**

Alors que le sujet semble ne se souvenir en rien d'un précédent apprentissage, on peut constater néanmoins, un gain de temps lors d'un réapprentissage ultérieur.

#### J2. Les courbes différentielles d'efficacité

Luh (1922) fournit les données suivantes où l'axe des x (l'abscisse) représente (en nombre d'heures après l'apprentissage) le délai de passation du test. L'axe des y (l'ordonnée) représente le taux de réussite moyen selon chacune des 4 modalités de mesure.

LUH (1922) fournit les données suivantes :



On constate que la reconnaissance (aux alentours de 90 à 75% de réussite) est très nettement meilleure que toutes les autres formes de rappel, la forme entraînant la réussite la plus faible étant le rappel **dans l'ordre** (ou l'**anticipation** car l'item qui précède est fourni).

#### J3. Détection du mensonge

Si un individu présente des performances inversées (ex. : il évoque plus que ce qu'il peut reconnaître), on peut soupçonner qu'il s'agit d'un simulateur (ceci concerne par exemple les témoignages en justice).



#### Pistes d'intervention

Quand quelqu'un vous dit « normalement, ceci doit être mémorisé à 100 % », demandez « Sous quelle modalité cela sera-t-il vérifié ?

Rappel ? Reconnaissance ? Les résultats risquent d'être dramatiquement différents.

## K. Dormir dessus facile-t-il le rappel ?

### Pauses, sommeil et mémorisation

#### K1. Fatigue et pauses



□ **Un cas** : Un professeur constate : « *Quand je donne cours en 1<sup>re</sup> heure, mes étudiants sont attentifs sans interruption pendant 20 minutes au moins. Ce n'est plus le cas en 7<sup>e</sup> heure de la journée* ».

Notre capacité d'attention est limitée. Quand nous sommes auditeur d'une conférence ou spectateur d'un film, nous manifestons de la fatigue (mentale et physique) au bout d'une heure ou d'une heure et demie... et la qualité de notre "encodage" (vers la mémoire à long terme) baisse.

Dans un cours, notre participation peut être plus sollicitée (prendre des notes, répondre à des questions, participer à un débat) et la fatigue peut apparaître plus tôt encore.

Un cours programmé pose constamment des questions et sa durée ne peut habituellement excéder une demi-heure.

La fréquence et la durée optimale des pauses varient avec la difficulté du contenu, avec le type d'activité mentale, avec l'âge et les habitudes intellectuelles des apprenants, etc.

Si l'on ne fait pas de pause, le rendement de l'apprentissage baisse progressivement : on comprend moins bien ce qui est dit, on encode moins bien vers la mémoire à long terme, etc.

#### **Mauvaise estimation de la résistance des étudiants**

*Kmiotek Eric (2007), AESS sciences économiques*

*Lors d'un cours portant sur les contrats de travail des étudiants qui devait durer deux périodes, j'avais réservé deux heures consécutives pour le réaliser (4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> heure). Au bout de la première heure de cours, j'ai hésité à leur donner une pause car ils étaient très motivés et passionnés par le sujet (ils participaient énormément en posant des questions, en essayant de répondre aux questions posées par moi-même ou par un de leurs copains,... => ils étaient acteurs de l'enseignement). Donc, dans mon âme et conscience, je décidai de ne pas faire une pause et de continuer sur la lancée.*

*Mal m'en a pris car lors de cette deuxième heure, j'ai pu constater; à mon grand regret, que leurs participations diminuaient progressivement. J'ai dû terminer le cours sans plus aucune participation. Je remarquais que les élèves parlaient de plus en plus entre eux.*

*Je n'ai pas tenu compte de leur fatigue mentale liée à leur participation au cours, mais à mon intuition. On ne m'y reprendra plus....*



#### K2. Sommeil et consolidation



□ **Un cas** : Quand j'étudie, en période « de bloqué », je m'étends fréquemment sur mon lit après une heure ou deux. Etendu, mon cerveau ne doit plus gérer mon corps (même me maintenir en équilibre) ; il arrive même que je m'endorme, même très peu de temps : 5 à 10 minutes. C'est très efficace. Pourquoi ?

Le sommeil est parfois considéré - à tort - par les étudiants comme une perte de temps. Si la veille et l'esprit alerte sont bien nécessaires à affronter de nouveaux contenus, à les "saisir" et les "travailler", le sommeil, par contre, comparable à cette action de "consolidation" ou de "mise en ordre" du temps de paix permet une stabilisation des "nouveaux venus" et des changements "indolores" (et imperceptibles) de la structure mentale. Laisser aux nouvelles connaissances le temps de s'ancrer (de "faire leur place") dans les autres est donc nécessaire.

D'ailleurs, lors d'un accident producteur d'une amnésie partielle, il est fréquent que l'oubli porte sur ce qui précède juste l'accident : c'est le processus de CONSOLIDATION qui a été interrompu !



Un cas : On entend souvent dire : « On leur bourre le crâne, dans le secondaire, avec des tas de matières qu'ils ont oubliées une fois arrivés dans le supérieur. Qu'en penser ? »

### K3. Oubli et rafraîchissement

Même acquis avec une grande qualité, le matériel mémorisé qui n'est pas utilisé s'oublie. Il s'oubliera d'autant moins vite que l'on "part de haut" (c'est-à-dire d'un niveau de compétence élevé), mais il s'oubliera.

C'est le cas pour l'enseignement programmé (chapitre 4), qui peut amener rapidement à un haut niveau de compétence... mais si cette compétence n'est pas exercée, elle sera sujette à la "courbe de l'oubli".

En fait, les situations d'apprentissage (donc d'oubli) sont tellement différentes l'une de l'autre qu'il est abusif de parler d'une courbe. Il s'agit donc d'une façon générale de parler ici des courbes d'oubli et d'apprentissage. Quelles sont ces courbes ? Elles auraient la forme générale (S majuscule inversé) inverse de la courbe d'apprentissage (qui, elle, est en S majuscule). Néanmoins, des réactivations placées aux moments appropriés sont de nature à combattre efficacement l'oubli.

La "bosse" survenant quelques heures après l'apprentissage correspond à cette phase (typiquement le sommeil) où l'esprit (le "contrôleur") n'est plus "focalisé" sur le contenu appris et où ce contenu "trouve sa place" dans l'organisation mentale existante.



Pour beaucoup de matières, que l'on croyait oubliées (parce que l'on ne pourrait plus les évoquer), il apparaît, lors de la lecture d'un texte, de l'écoute d'une conférence, qu'elles sont comprises et « ravivées » par ces stimulations. Alors que nous étions incapables de les réexposer clairement nous-mêmes, elles nous aident à intégrer, à comprendre du nouveau. Le ré-apprentissage de ces notions pseudo-oubliées est facilité (prend moins de temps) par rapport à leur apprentissage à partir de zéro.

Pour beaucoup de matières, que l'on croyait oubliées (parce que l'on ne pourrait plus les évoquer), il apparaît, lors de la lecture d'un texte, de l'écoute d'une conférence, qu'elles sont comprises et « ravivées » par ces stimulations. Alors que nous étions incapables de les réexposer clairement nous-mêmes, elles nous aident à intégrer, à comprendre du nouveau. Le ré-apprentissage de ces notions pseudo-oubliées est facilité (prend moins de temps) par rapport à leur apprentissage à partir de zéro.

### K4. La mémoire du futur

Bon nombre de personnes ne se souviennent pas de "ce qu'il est prévu qu'elles fassent" dans un jour, une semaine, un mois, un an (les agendas et calendriers sont faits pour pallier à cet événement). Ces "oublis" sont le plus souvent dus à un manque de motivation pour ces événements ou un manque d'application (de volonté) à en retenir le projet, donc un manque de "profondeur du traitement" (Cf. Craik et Lockart (1972)).

## L. Quelles sont les maladies de la mémoire ?

### Pathologie



□ **Un cas** : Des personnes très âgées (95 ans et plus) sont capables de se souvenir de ce qu'elles faisaient quand elles avaient 20 ans, mais sont incapables de se souvenir de ce qu'elles ont vécu hier ou il y a 15 minutes. Pourquoi ?

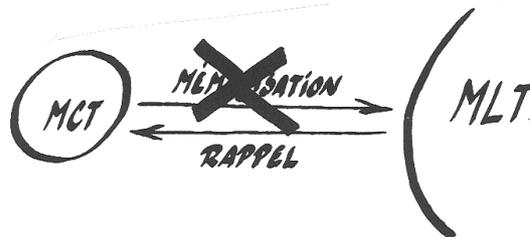
#### L1. Amnésies rétrogrades

Les amnésies portent sur des événements DU PASSE. Par exemple, le souvenir des événements antérieurs de quelques minutes, quelques heures ou quelques jours à un choc (commotion cérébrale), les "circuits réverbérants" n'ayant pas encore eu le temps de "stabiliser la trace" dans la mémoire à long terme. Il peut aussi s'agir de l'oubli des événements du passé lointain, mais c'est beaucoup plus rare, car les souvenirs les plus "enfouis" sont souvent les mieux gardés.

#### L2. Amnésies antérogrades

Des alcooliques chroniques et des personnes atteintes de lésions de cette partie du cerveau appelée limbique (ou hippocampe) peuvent souffrir d'une amnésie particulière appelée syndrome de Korsakoff. Baddeley et Warrington (1970) ont présenté des listes de mots à de tels amnésiques.

"En rappel immédiat, ces amnésiques rappellent les derniers mots de la liste aussi bien que les patients contrôles. Ce résultat indique que la mémoire à court terme de ces amnésiques n'est pas atteinte. En revanche, les premiers mots et ceux du milieu de la liste sont très peu rappelés par rapport aux sujets contrôles. Ces amnésiques antérogrades ne peuvent plus apprendre de nouvelles choses, **le passage de** la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme est définitivement interrompu.



On sait par ailleurs que leur mémoire à long terme est peu atteinte. Ainsi, les amnésiques de ce type peuvent accomplir toutes les tâches qui requièrent l'utilisation de la mémoire à long terme, éventuellement la mémoire à court terme, mais toutes les tâches qui nécessitent la collaboration entre ces deux mémoires sont impossibles. Un amnésique qui savait jouer aux échecs avant sa maladie peut continuer à jouer, car ayant l'échiquier devant les yeux, il n'a pas besoin d'enregistrer le chemin parcouru par les différentes pièces du jeu mais il ne pourra pas jouer au bridge car il sera incapable d'enregistrer les cartes qui sont déjà tombées." (Lieuury, 1981).

## Bibliographie

- Anderson, J. R. & Bower, G.H. (1971). On an associative trace for sentence memory. *Journal of Verbal Learning and Behavior*, 10, 673-680.
- Anderson, J.R. (1983). *Architecture of cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Baddeley AD, Warrington EK. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *J Verb Learn Verb Behav*, 9, 176-89.
- Baddeley, A.D. (1970). Estimating the short-term component in free recall. *British Journal of Psychology*, 61, 13-15.
- Baddeley, A.D. (1976). *The psychology of memory*. New York: Basic Books.
- Bahrick, H. P., Bahrick, P. O., & Wittlinger, R. P. (1975). Fifty years of memory for names and faces: A cross-sectional approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 54-75.
- Bower, G.H., & Clark, M.C. (1969). Narrative stories as mediators for serial Learning. *Psychonomic Science*, 114, 181-182.
- Bower, G.H., & Springston, F. (1970). Pauses as recoding points in letter series, *J. Exp. Psychol.*, 83, 421-430.
- Brooks, L.R. (1968). Spatial and Verbal Components of the act of recall. *Canadian Journal of Psychology*, 2, 349-368.
- Brooks, L.R. (1970). *Visual and Verbal processes in internal representation*. Communication présentée à l'Institut SALK, La Jolla, Canada.
- Buzan, T. (1981). *Une tête bien faite*. Paris : Edition d'Organisation.
- Buzan, T. (1998). *Une tête bien faite, Exploitez vos ressources intellectuelles* (2<sup>e</sup> éd.). Paris : Editions d'organisation.
- Collins, A.M. et Quillian, M.R. (1969). Retrieval Time from Semantic Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 8, 240-247.
- Collins, A.M. & Loftus, E.F. (1975). A Spreading Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review*, 85, 407-428.
- Craik, F., & Lockart, R. (1972). Levels of processing : A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Craik, F. (1977). Age differences in human memory. In J.E. Birren et K.W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Craik, F. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix é H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities, mechanisms, and performances* (pp. 409\_422). Amsterdam: Elsevier.
- Doughty, R., & Kelso, J. (1984). An evaluation of menu width and depth on user performance., Unpublished paper with Prof. J. Folay. Washington, D.C.: G. Washington University.
- Dray, S.M., Ogden, W.C., & Vestewig, R. (1981). Measuring and predicting performance with a menu-selection human-computer interface. *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Human Factors Society*, Rochester, N.Y., 746-748.
- Gagne, R.M. & Briggs, L.J. (1974). *Principles of instructional design*. New-York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gagne, R.M. (1965). *The conditions of learning*, New-York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagne, R.M. (1980). *Les principes fondamentaux de l'apprentissage*. Montréal : Ed. H.R.W. Ltée.
- Gagné, R.M. (Ed.) (1967). *Learning and individual Differences*. Columbus, Ohio.
- Gardiner, M.M. (1987). Episodic and Semantic Memory. In Gardner, G.M. & Christie, B., *Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design* (pp. 135-162.). New York: Wiley.
- Godefroid, J. (1987). *Les chemins de la psychologie*. Liège : Mardaga.
- Koriat, A. (2000). Control processes in remembering. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 333-347). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Koriat, A. (2000). The feeling of knowing: Some metatheoretical implications for consciousness and control. *Special issue of Consciousness and Cognition*, 9, 149-171.
- Koriat, A., & Levy-Sadot, R. (2000). Conscious and unconscious metacognition: A Rejoinder. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 193-202.

- Koriat, A., Goldsmith, M., & Pansky A. (2000). Toward a psychology of memory accuracy. *Annual Review of Psychology*, 51, 483-539.
- Landauer, T. & Nachbar, D. (1985, April). *Selection from alphabetic and numeric menu tress using a touch screen : Breath, depth and Width. Proc. Human Factors in Computing Systems*. ACM SIGCHI, New York, 73-78.
- Lieury, A. (1975). *La mémoire*. Bruxelles. Dessart et Mardaga.
- Lieury, A. (1980). *Les procédés mnémotechniques*, Bruxelles : Mardaga.
- Lindsay, P.H. & Norman, D.A. (1977). *Human Information Processing* (2e Ed.). New-York: Academic Press.
- Loftus, E.F. (1979). The malleability of human memory. *American Scientist*, 67, 321-330.
- Luh, C.W. (1922). The conditions of retention. *Psychological Monographs*, 31, whole n° 142.
- Miller G.A. (1956). The Magical Number Seven, plus or minus two. *Psychological review*, 1963, 81-97.
- Miller, D.P. (1981). *The depth/breadth trade off in hierarchical computer menus, Proc. Human Factors Society*, 25th Annual Meeting, 296-300.
- Müsseler, J., Koriat, A., & Nißlein, M. (2000). Letter-detection pattern in German: A window to the early extraction of sentential structure during reading. *Memory & Cognition*, 28, 993-1003.
- Paivio, A. (1975). Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, 3, 635-647.
- Paivio, A., Philipchalk, R. & Rowe, E. J. (1975). Free and serial recall of pictures, sounds, and words. *Memory & Cognition*, 3, 586-590.
- Postman, L. & Philips, L. W. (1965). Short-term temporal changes in free recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 132-138.
- Quillian, M.R. (1968). Semantic memory. In M. Minsky (Ed), *Semantic Information processing*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Standing, L. (1973). Learning 10,000 pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 207-222.
- Standing, L., Conezio, J. & Haber, R. (1970). Perception and memory for pictures : single-trial learning of 2500 visual stimuli. *Psychonomic science*. 19, 73 – 74.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reaction. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 463-470.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Paris : Les Editions Logiques.
- Ters, F., Mayer, G. & Reichenbach, D. (1973). *Echelles Dubois Bryse d'orthographe usuelle française*. Paris : UC DL.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson. *Organization of memory*. New York : Academic Press.
- Tulving, E., & Bower, G.H. (1974). The logic of memory representation. In G.H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 265- 301). New York: Academic Press.
- Watkins, O.C. & Watkins, M.J. (1975). Build-up of proactive inhibition as a cue-overload effect. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Performance*, 104, 442-452
- Weber, R.J., & Castleman, J. (1970). The time it takes to imagine. *Perception & Psychophysics*, 8, 165-168.
- Zhang, G., & Simon, H.A. (1985). STM Capacity for Chinese words and idioms : Chunking and acoustical loop hypothesis. *Memory and Cognition*, 13, 193-210.