Mémoire et apprentissage

Professeur de psychologie expérimentale à l'Université de Rennes II, Alain Lieury est l'une des personnalités invitées pour une conférence au Salon des apprentissages individualisés et personnalisés de Nantes (voir Le Nouvel Educateur n°62 d'octobre 1994).

Ses responsabilités administratives et scientifiques sont multiples, et nous n'en citerons que quelques-unes. Il est directeur du laboratoire national de Psychologie expérimentale (fondé en 1896) depuis 1982, membre du Comité national des universités, membre du Conseil scientifique de la direction des écoles au Ministère de l'Education nationale, consultant scientifique pour plusieurs sociétés pharmacologiques, directeur de collection aux Editions Dunod...

Il rappelle ici le contexte qui, selon lui, a fait que la mémoire n'a pas été trop valorisée ces dernières années, notamment du fait des théories psychologiques dominantes, pour aboutir aux aspects qui apparaissent peut être les plus fondamentaux pour la recherche future en pédagogie.

Dans la civilisation grecque que l'on se plaît à citer comme nos origines culturelles, la mémoire suscitait un grand intérêt. En effet, le mot « mémoire » lui-même vient du nom de la déesse grecque Mnémosyme, que l'on retrouve également dans les dérivés comme, « amnésie », « mnésique », « mnémotechnique », « mémo », etc..

Des unions qu'elle eut avec Zeus, Mnémosyme enfanta neuf filles, les célèbres muses, qui présidaient au domaine de la connaissance, comme Clio pour l'histoire, Euterpe pour la musique, Uranie pour les sciences. Cette légende montre que la mémoire avait pour les Grecs une conception valorisante de mémoire-connaissance qu'elle n'a plus aujourd'hui puisque très souvent, on la réduit à l'apprentissage par coeur, souvent péjoratif, « apprendre bêtement par coeur », opposée à la compréhension comme s'il y avait une compréhension sans mémoire...

Pourquoi une telle discordance entre les temps anciens et modernes ? ... les charlatans et le grand Descartes y sont certainement pour quelque chose. Mais il est vrai également que les premières grandes conceptions de la psychologie scientifique n'ont pas permis de revaloriser la mémoire ; j'en distinguerai trois, le Béhaviorisme, la théorie de l'intelligence générale de Spearman et la théorie opératoire de Piaget.

Le béhaviorisme et la toute puissance de l'apprentissage

Les premières conceptions de la psychologie scientifique furent dominées par le béhaviorisme, appelé encore associationnisme car ce courant américain postulait que la mémoire était un réseau d'associations formées par des mécanismes analogues au conditionnement. Dans cette vision, la mémoire est monolithique et ses processus sont les mêmes à la base, formation d'associations. C'est pourquoi les tests de mémoire ont longtemps été réduits à des apprentissages de listes ou à la mémoire immédiate (à court terme) de séquences de chiffres. C'est pourquoi également, le modèle du « rat » a longtemps été considéré comme complètement valide quant aux mécanismes humains. Ce fut la grande erreur, notamment de Skinner qui tenta de généraliser les principes de renforcement dans le domaine de l'éducation. On a vu parodié sa méthode dans le film *« Les Sous-doués »* où la pauvre directrice d'une « boîte à bac » ne s'en sortant plus avec ses élèves achète une gigantesque boîte de Skinner qui distribue des renforcements positifs (sucette) ou négatifs (gants de boxe) pour les bonnes ou mauvaises réponses. A partir des années 50, d'autres courants, notamment la perspective du traitement de l'information (ou cognitivisme) montrent que le béhaviorisme est très réducteur. Par exemple, on verra que la mémoire n'est pas une structure unique mais complexe formée de sous-systèmes qui ne fonctionnent pas de la même façon. Réducteur également à propos des renforcements car l'homme diffère du rat et du pigeon par l'existence de représentations mentales (comme l'avaient montré d'autres psychologues, Freud, Binet, etc.), notamment le langage.

Ainsi, l'américain Albert Bandura, dans sa théorie de l'apprentissage social montre bien que les renforcements chez l'homme adulte ont un statut particulier du fait que l'on anticipe le renforcement avant de l'obtenir. L'anticipation du renforcement, grâce aux

représentations mentales (image et langage) permet en quelque sorte d'être renforcé mentalement. C'est le mythe, si bien exprimé dans la fable de La Fontaine, de Perrette et du pot au lait. Ainsi s'explique que des joueurs jouent des années durant sans rien gagner (ce dont ne rend pas compte la théorie du renforcement de Skinner) ou que des étudiants travaillent pendant des années avec des renforcements très abstraits comme les diplômes qui anticipent sur les renforcements sociaux réels (salaire, utilité sociale, etc.).

Mais réducteur ne signifie pas faux et la conception cognitiviste ne doit pas oublier les acquis des recherches associationnistes sans s'en cacher les défauts. Par exemple, Skinner développait à juste titre l'idée qu'en pédagogie les renforcements positifs sont meilleurs, car les renforcements négatifs sont générateurs de stress. Il développait également l'idée d'apprentissage progressif ainsi que celui d'apprentissage individualisé, ce qui n'est pas loin sur ce point, d'un principe de la pédagogie Freinet. Enfin, d'une manière générale pour les béhavioristes, depuis John Watson son fondateur, l'apprentissage est la base des performances psychologiques et l'intelligence n'est pas une capacité innée mais correspond à des apprentissages complexes développés à partir d'un enchaînement (associations) de plusieurs apprentissages simples ; le terme d'intelligence était d'ailleurs remplacé par le terme plus pratique de « résolution de problème ». L'héritage béhavioriste plutôt que cartésien explique qu'aux Etats-Unis, le terme d'apprentissage n'a pas ce sens péjoratif qu'il a si souvent en France.

Le facteur général de l'intelligence

La France, au contraire, patrie de Descartes, est le pays où la « Raison est la chose la mieux partagée du monde » (difficile à croire quand on voit l'engouement de beaucoup pour l'astrologie ou autres mystifications). C'est ainsi que les mathématiques, pour lesquelles le raisonnement est essentiel, sont fréquemment le critère de sélection par excellence et sont souvent considérées comme la forme la plus noble de l'esprit humain.

Le développement des premières recherches sur l'intelligence en Grande-Bretagne allait dans ce sens puisqu'avec l'Anglais Stearman et ses successeurs, il semblait y avoir un dénominateur commun (mesuré par une analyse statistique inventée par Spearman sous le nom d'analyse factorielle) à la résolution de nombreuses activités intellectuelles : ce dénominateur fut appelé le facteur G (général). Ce facteur a été diversement interprété mais l'interprétation la plus productive a été d'y voir des mécanismes de raisonnement (induction), à partir desquels ont été construits des tests de raisonnement (le test des dominos, le test des matrices progressives de Raven, etc.)

Néanmoins, si ces recherches mettent en avant la déduction sont importantes, elles sont loin de prédire les performances scolaires. La plupart des matières scolaires, biologie, histoire, français sont de très bons prédicteurs de la réussite scolaire. Le raisonnement est essentiel, mais on a oublié la mémoire...

La domination de l'intelligence sur la mémoire

Même oubli chez Piaget, si fécond par ailleurs. Dans son ouvrage *Mémoire et Intelligence* avec Barbel Inhelder (Puf, 1968), la mémoire est vue comme étant sous la dépendance des schèmes de l'intelligence ; c'est vrai pour les activités logiques non-verbales qu'il a choisi de faire mémoriser dans ses expériences, mais c'est là encore réduire à une sous-partie la mémoire, en négligeant la mémoire des mots et des concepts.

Mémoire et traitement de l'information : les modules de la mémoire

A l'heure actuelle, même s'il ne faut pas céder entièrement aux modes et oublier les acquis scientifiques du passé, les conceptions de la mémoire ont été profondément renouvelées par la perspective du traitement de l'information, inspirée par la cybernétique, les théories de l'information et l'informatique. Cette perspective que l'on résume souvent par le terme de « cognitivisme » (cognition = connaissance) amène à voir la mémoire comme un ensemble complexe de systèmes, les modules, ayant des caractéristiques variées de fonctionnement, capacités, codes, etc., ce qui s'accorde très bien à certaines conceptions neurologiques de mémoires scientifiques. Plus récemment, les recherches dans le domaine des neurosciences de la mémoire, montrent que sans mémoire on perd tout, des connaissances à son identité...

Un des buts de mon exposé sera de dresser un panorama des principaux mécanismes de la mémoire en insistant sur les aspects qui semblent avoir un intérêt plus immédiat pour l'éducation.

En résumé, la grande variété des mémoires correspond pour une

part au fait qu'entre la réception des signaux physiques par les organes des sens (oeil, oreille,...) et le rappel des souvenirs (d'une leçon à un souvenir d'enfance), il existe un grand nombre d'étapes de codage de l'information. Par exemple, le mot que nous croyons voir dans un livre n'existe pas en tant que tel sur la page et n'est au départ qu'un pattern de zones éclairées ou sombres ; ce n'est qu'après différents niveaux d'analyses que ce pattern sera identifié d'abord comme une suite de graphismes puis comme un mot. Ces processus se déroulent à des grandes vitesses, de quelques millisecondes à quelques dixièmes, ce qui nous donne à tort, l'illusion d'immédiateté. A ces niveaux sont associés des « mémoires » qui permettent de conserver l'information, de quelques millisecondes à des années. Voir ***FIGURE 1.***

Pour l'essentiel on peut distinguer trois niveaux d'élaboration de l'information, les codes sensoriels et moteurs, les codes symboliques, lexical et imagé, et un code conceptuel, très abstrait, le code sémantique. Cet ensemble de mémoires basé sur des représentations mentales, mots et images est appelé mémoire déclarative par opposition à la mémoire « procédurale » qui concerne des apprentissages sensori-moteurs, le plus souvent automatisés, comme faire du vélo, conduire une voiture.

Ces étages multiples permettent d'avoir une vue moins naï ve de la mémoire et par conséquent des difficultés scolaires. Ainsi, beaucoup pensent que notre mémoire visuelle est excellente mais des recherches montrent que la capacité de rappeler visuellement, par exemple un tableau de lettres avec leur bonne position spatiale (ou avec la bonne couleur) est très éphémère, environ un quart de seconde tandis que la mémoire sensorielle auditive ne permet de garder l'information que quelques secondes (trois à cinq). Contrairement donc à l'opinion de certains pédagogues, comme de La Garanderie qui pensait résoudre l'échec scolaire en classant les élèves comme Visuels et Auditifs (sur la base de théorie de la fin du XIXe), les étages les plus importants de la mémoire sont à un niveau plus élevé. Ce sont dans les mémoires correspondants au code lexical (« carrosserie » phonologique et orthographique du mot) et au code sémantique (le sens du mot), que sont stockés les mots qui sont les « atomes » des connaissances.

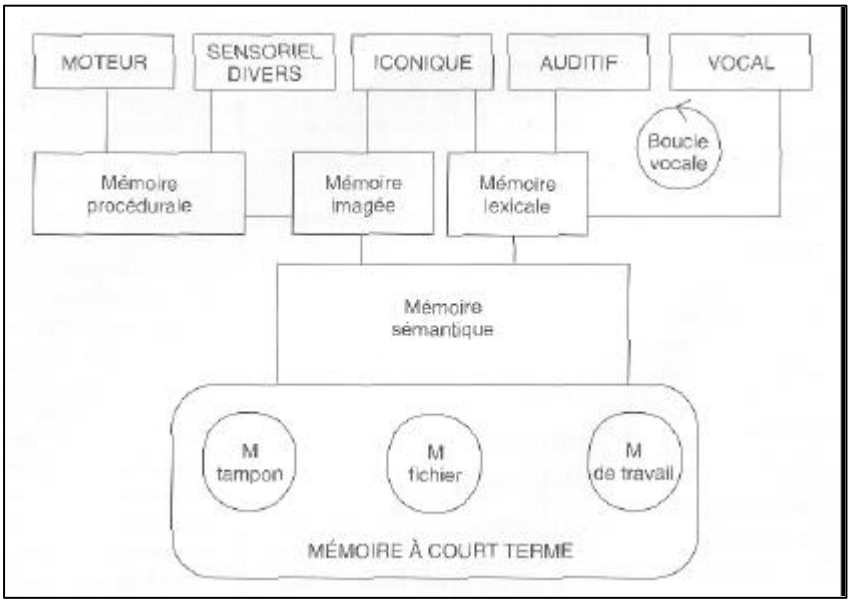

Figure 1. Représentations modulaire de la complexité des niveaux de traitements de la mémoire.

L'ensemble des modules constitue la mémoire à long terme.

La mémoire à court terme est conçue comme un système à multifenêtrage à capacité limitée qui active certaines zones de la mémoire à long terme.

Du vocabulaire… à la mémoire sémantique

Les recherches conjointes en intelligence artificielle et en psychologie, notamment l'informaticien Rose Quillian avec le psychologue Allan Collins, ont permis de découvrir dans les années 70 **une mémoire fondamentale : la mémoire sémantique**. Dans le cadre de ces recherches, les mots et leurs sens ne seraient pas stockés dans la même mémoire. La morphologie du mot, intégration du phonologique et de l'orthographique, serait stockée dans **une mémoire lexicale** (lexi = lire ou dire) tandis que le sens serait stocké à un niveau spécifique, **la mémoire sémantique** (de sémios = signe). Cette grande découverte est d'un intérêt pédagogique capital puisqu'il permet de résoudre cette oscillation des méthodes pédagogiques entre apprentissage par coeur et compréhension. Loin de s'opposer, ces deux activités seraient également nécessaires mais à des niveaux différents :

l'apprentissage par coeur correspondrait à l'acquisition des mots en mémoire lexicale, il est donc nécessaire mais non suffisant alors que **la compréhension reposerait sur la mémoire sémantique**.

Cette découverte permet de revaloriser un courant de recherche sur le vocabulaire que l'on savait être, depuis Alfred Binet, un bon prédicateur des performances scolaires ; mais aussi d'aller beaucoup plus loin. Car les tests de connaissance se contentaient d'évaluer le vocabulaire par un échantillonnage (de quelques dizaines de mots) comme si le langage était une faculté abstraite ne dépendant pas de la mémoire. La conception de la mémoire sémantique amène à se poser au contraire la question des capacités de stockage et des mécanismes d'acquisition : par exemple, combien y a t-il de mots à acquérir à tel niveau scolaire et combien faut-il en avoir acquis pour ne pas être dépassé, dans la suite des études ? Or de telles études montrent l'énormité du problème.

Dans leur impressionnante recherche *« Combien y a t -il de mots dans l'anglais scolaire imprimé ? »*, les américains, Nagy et Anderson (1984) ont estimé, à 88 500 le nombre de mots différents dans un recueil de mots établi par ordinateur à partir de plus de cinq millions de mots provenant d'un millier de textes, scolaires, magazines, etc., allant environ du CE1 (grade 3) à la fin du collège (grade 9 pour les américains). Si l'on divise ce nombre de mots par le nombre de grades (sept, de 3 à 9), cela fait une moyenne de plus de 10 000 mots par an, ce qui défie l'imagination.

Les vitesses d'acquisition ne sont évidemment pas égales en fonction de l'âge des enfants et nous avons entrepris une étude longitudinale pour obtenir une estimation plus directe de la capacité de mémorisation par année. Notre étude a commencé par la sixième du collège (Lieury, 1993) ; le comptage des mots spécifiques de la 6e d'après les manuels scolaires (en plus du vocabulaire courant) atteint environ 6000 mots ; d'après des QCM sur un échantillon de 800 mots, les élèves en auraient acquis 2500 en moyenne. Les QCM sont construits sur le sens des mots, et non pas sur une simple reconnaissance lexicale, afin de s'assurer que les mots acquis le sont bien au niveau conceptuel. La continuation de cette recherche au niveau de la 5e (Lieury, et Coll 1992) a conduit à une estimation d'environ 9500 mots dans les manuels dont environ 5500 semblent acquis en fin d'année. Ces différentes estimations montrent donc que les élèves sont en moyenne capables d'acquérir plusieurs milliers de mots par année, ce qui est fabuleux. Néanmoins, dans le contexte actuel de massification de l'enseignement, il apparaît que tous les élèves n'ont pas bénéficié des mêmes acquisitions, l'écart, en 6e par exemple étant de 1000 mots acquis pour les élèves les plus faibles contre 4000 pour les meilleurs.

Comment donc apprendre, en particulier pour les plus faibles ? Des chercheurs américains qui travaillent sur la question oscillent entre **deux grandes méthodes, l'apprentissage direct, par répétition, et l'autre par le contexte de lecture**.

Apprendre ou Comprendre ?

Dans la première lignée, des chercheurs de l'Université de Pittsburg (Beck, Perfetti et Mc Koewn, 1982 ; Mc Koewn, Beck Omanson et Perfetti, 1983) ont construit un programme d'apprentissage systématique du vocabulaire, portant sur 104 mots, destinés à des enfants de quartiers défavorisés. Pendant que 2 classes de CE2 (grade 4) bénéficiaient de ce programme, deux autres, équivalentes d'après les prétests, servaient de classes témoins. Le programme se déroulait en 15 cycles hebdomadaires de 5 séances d'une demi-heure, soit 75 « leçons ». Le travail portait à la fois sur les aspects lexicaux et sémantiques des mots. Sur tous les tests de compréhension réalisés en fin d'année, les performances du groupe expérimental sont bien supérieures à celles du groupe témoin.

Le deuxième axe de recherche est bas, sur la critique de l'apprentissage direct qui ne permet d'apprendre que quelques dizaines de mots, par exemple une centaine dans l'étude précédente, alors que le rythme d'acquisition normal est parfois de plusieurs milliers par an. Des chercheurs comme Nagy et Anderson ont donc émis l'idée que le sens des mots était construit par des mécanismes d'inférence, à partir du contexte de lecture, (ou l'audition de conversations ou de la télévision) (Nagy et Anderson, 1984). Un autre chercheur, Sternberg, a particulièrement étudié, dans les textes, les indices permettant l'inférence, et il propose 8 classes d'indices possibles : temporels, spatiaux, de valeur, descriptifs statiques, descriptifs fonctionnels, de causalité, catégoriels et enfin d'équivalence (synonymie ou contraire). Ce point de vue **réconcilie** d'ailleurs **intelligence et mémoire** en montrant que **certains mécanismes sont en interaction**, l'inférence de nouveaux sens à partir des mots du contexte.

Dans une expérience sur le terrain scolaire (CM1 et 2 ; Lieury et Forest, 1994) nous avons « accroché » cette idée à une autre théorie de la mémoire, **la mémoire « épisodique »** (du canadien Endel Tulving, voir Lieury, 1992b) selon laquelle, **le concept d'un mot serait abstrait à partir de nombreux épisodes** : par exemple, le concept de « bateau » provient des multiples contextes dans lesquels on a vu des bateaux ou lus à propos des bateaux. A partir des concepts en Biologie, comme « vertébrés, germe, marécage... », nous avons présenté chaque concept dans différentes conditions expérimentales, 1 répétition épisodique, 4 ou 6/8 répétitions épisodiques avec une condition contrôle (0 épisode contextuel, le mot étant donné tel quel). Voici deux exemples d'épisodes pour le concept « vertébré » :

-Je suis un humain, tu es un humain, il est... mais de quelle famille faisons-nous partie, nous les humains ? Eh bien de la famille des vertébrés. Nous faisons partie de cette famille parce que nous avons des os.

- Les chiens ont des os, comme nous, donc ce sont aussi des vertébrés. Tous les mammifères (les chiens, les chats, les vaches, les singes, les éléphants et les souris...) aussi.

L'acquisition était mesurée par un QCM (questionnaire à choix multiple), le score variant entre la note maximale +3 (trois bonnes réponses) à -3 (trois erreurs)

Réussites - Erreurs (QCM) : voir ***FIGURE 2***

Les résultats montrent effectivement qu'un seul épisode ne suffit pas, comme par une compréhension soudaine, à apprendre les différentes facettes d'un concept mais qu'il faut plusieurs épisodes où l'on rencontre le mot en contexte, pour acquérir à chaque fois des parcelles de sens. Non seulement la compréhension, ça s'apprend aussi, mais l'acquisition du sens en mémoire sémantique requiert probablement des dizaines ou des centaines comme l'a fait sans s'en rendre compte l'adulte cultivé au cours de ses lectures, conversations, ou confrontations avec des expériences vécues ou vues à la télévision.

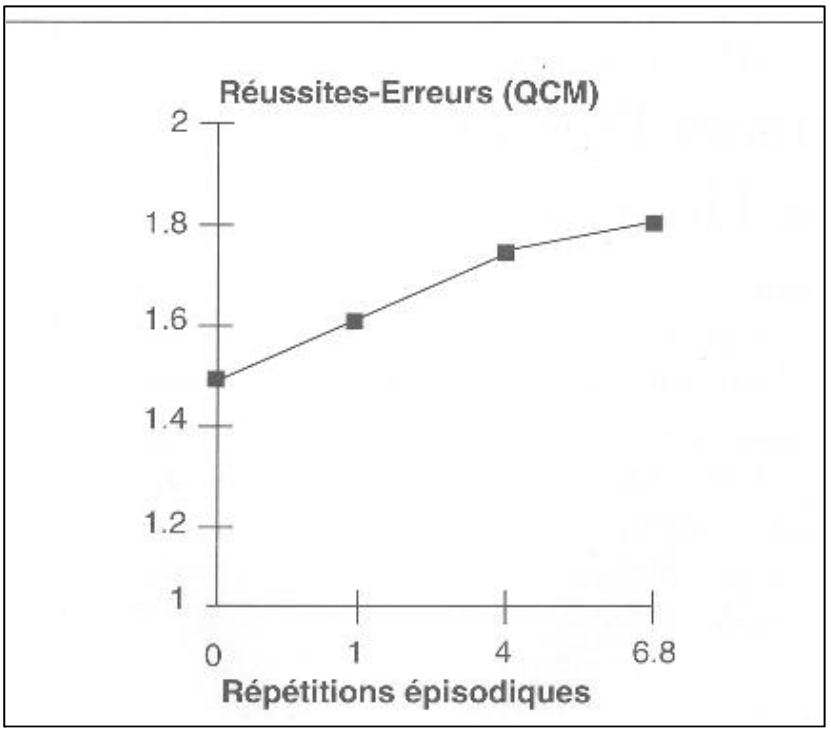

Figure 2. Scores réussites-erreurs en fonction du nombre de répétitions épisodiques
(Le QCM comportant trois questions par concept, le score par concept varie de -3 à +3)

Loin de s'opposer à la mémoire, vue à tort de façon restrictive comme l'apprentissage par coeur, comprendre repose sur une mémoire spécifique, **la mémoire sémantique**, base incontournable de l'acquisition des connaissances. Cette perspective nous conduit à revaloriser la mémoire, comme dans cette fable du laboureur de La Fontaine, nous montrant que le trésor est là à nos pieds dans un terrain qu'il nous suffit de labourer...

Alain LIEURY

Bibliographie sommaire

Lieury, A. (1992) - Des Méthodes pour la mémoire : mais pas n'importe lesquelles, Dunod.

Lieury, A. (1992b) - La Mémoire : Résultats et théories, Mardaga.

Lieury, A. (1993, 2è édition) - Mémoire et réussite scolaire, Dunod.

Lieury, A. (1993) - La Mémoire : du cerveau à l'école. Flammarion.

Lieury, A. & Forest, D. (1994) - La Mémoire et le concept : les épisodes de la connaissance, le Langage et l'Homme, 1994, vol.29, n°2.

McKoewm, M.G. & Curtis, M. (Eds) - The nature of vocabulary acquisition. Lawrence Erlbaum associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, p.89-105.