QU'EST- CE QUE BIEN ENSEIGNER?

ÉLEMENTS DE REPONSE SUGGERES PAR LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE

Marcel CRAHAY

Universités de Genève et de Liège.

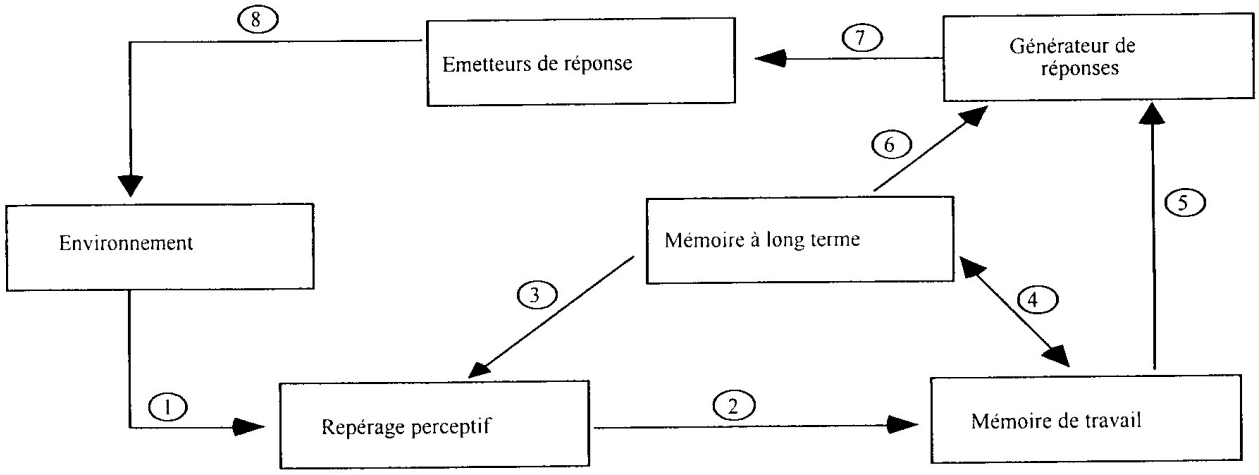
Marcel.Crahay@pse.unige.ch

1. DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE ....

Les travaux des cognitivistes ont renouvelé les idées que l'on se fait de l'apprentissage. Il serait peu rationnel de ne pas y faire référence dans toute tentative de mieux comprendre comment fonctionne le processus d'enseignement-apprentissage.

Pour les cognitivistes, apprendre revient à intégrer des informations nouvelles en mémoire et, plus exactement, en mémoire à long terme. Il est désormais acquis qu'il faut distinguer deux mémoires : l'une appelée *mémoire à long terme* (MLT) et l'autre appelée *mémoire à court terme* ou *mémoire de travail.* Si la première est l'instance de conservations des apprentissages antérieurs, la seconde constitue le centre de traitement de toute information nouvelle venant de l'environnement. Plus précisément encore, c'est au niveau de la mémoire de travail que s'opère l'assimilation des *inputs* venant de l'extérieur. C'est aussi là que s'effectue l'intégration des *inputs* extérieurs dans la structure des connaissances antérieures.

Le modèle qui suit, inspiré de celui de Gagné (1985), permet de donner un aperçu rapide de la façon dont la théorie cognitiviste conçoit le fonctionnement de l'être humain lorsqu'il apprend. Au fil de la présentation, on s'attachera à formuler l'une ou l'autre hypothèse quant à la nature des conduites d'enseignement susceptibles de stimuler l'apprentissage des élèves ou, plus largement, à relever les pistes de recherches pédagogiques que suggère cette théorie psychologique.



Dans ce modèle, l'environnement est à la fois le point de départ et d'arrivée du processus. Pour les informations venant de l'extérieur, **les récepteurs sensoriels** constituent la voie d'accès à la mémoire de travail. C'est à leur niveau que s'opère la perception qui est définie comme "*l'attribution d'une signification aux stimuli de l'environnement*" " " "(Glover & *al.*, 1990). Dès ce

niveau, il y a à la fois filtrage et interprétation des stimuli. Les *inputs* auxquels l'individu ne peut donner une signification n'accéderont probablement pas au centre de traitement. Selon Marr (1982, 1985), l'attribution d'une signification dépend, d'une part, de la nature des stimuli présentés et, d'autre part, des connaissances antérieures de l'apprenant. Autrement dit, tout stimulus doit pouvoir être interprété par le sujet en fonction de ses connaissances antérieures, sinon il n'est pas pris en compte (flèche 3[16]).

Il faut insister sur l'importance et la vitesse du traitement des stimuli opéré au niveau des récepteurs sensoriels. Importance, car certaines informations fournies par l'enseignant peuvent être éliminées par l'élève dès ce niveau. Vitesse, car il est établi que la perception d'un stimulus (donc l'interprétation et le filtrage) ne dure qu'un quart de seconde. Il est donc fondamental que l'élève oriente de façon adéquate son repérage perceptif; s'il ignore où diriger ses récepteurs sensoriels, il ne peut faire la discrimination entre ce qui est essentiel et accessoire et risque de se désengager de l'activité d'enseignement. L'enseignant peut faciliter cette tâche cognitive de l'élève en le guidant ou pour reprendre un concept utilisé par Bloom (1979) en lui donnant des **indices** (en anglais, *cues*), à moins qu'il ne convienne de fournir aux élèves ce que Ausubel (1961) appelle des ***advance organizers*** (que l'on peut essayer de traduire *indices de structuration préalables*).

Qu'ajouterait l'usage systématique d'*advance organizers* à une pratique telle schématisée ci-dessus? La question avait déjà retenu l'attention de Bloom (1979). Il avait pu recenser huit études cherchant à cerner la relation entre les indices fournis à une classe et le rendement scolaire. Dans ces recherches, un observateur appréciait la difficulté de compréhension de l'enseignement, la clarté des idées et des concepts présentés et la mesure dans laquelle l'enseignement était intéressant ou dynamique. La corrélation moyenne de ces mesures avec l'apprentissage des élèves est de + 0,38. Lorsqu'on prend pour critère les gains d'apprentissage (et non plus le rendement), on obtient une corrélation de + 0,53. Cette valeur conduit Bloom (1979) à estimer à 14 % la part de variance des gains d'apprentissage expliquée par la qualité des indices. Pour le chercheur américain, ceci atteste de l'intérêt qu'il y aurait à mener des recherches plus approfondies dans ce domaine. Elles "*pourraient montrer que le rôle des indices dans l'apprentissage est plus important qu'on ne le pense actuellement*" (1979, p. 123). Plus de quinze ans plus tard, il faut souligner l'actualité de cette suggestion.

La mémoire de travail est avant tout un centre de traitement, qui opère le plus souvent à un niveau conscient. Il lui faut traiter les informations filtrées par les récepteurs sensoriels et celles qu'elle est allée rechercher dans la mémoire à long terme en fonction des exigences de la tâche ou plus exactement de la représentation que le sujet se fait de la tâche.

Ce centre de traitement comporte deux limites importantes : l'une est liée au nombre d'informations qu'elle peut gérer simultanément; l'autre concerne la durée de disponibilité des informations en mémoire de travail. Dans une recherche désormais classique, Miller (1956) a démontré que la mémoire de travail ne peut contenir que 7 (+/- 2) unités d'information. Par ailleurs, selon Murdock (1961) et Peterson & Peterson (1959), les unités d'informations ne sont accessibles qu'une dizaine de secondes, puis disparaissent du champ de la conscience si le sujet

[16]Cette flèche que nous introduisons dans le schéma n'a d'autre fonction que de souligner cette idée essentielle : l'attribution d'une signification aux *inputs* extérieurs dépend des connaissances antérieures. Cette idée nous semble aller au-delà du concept de **mémoire sensorielle** dont les recherches de G. SPERLING (1960) prouvent la pertinence et la validité. Cet auteur a, en effet, montré l'existence d'une sorte de *rémanence* (inférieure à la seconde ou de l'ordre de la seconde) des informations qui parviennent à nos organes des sens. Autrement dit, pendant une brève durée, l'ensemble des informations disponibles dans une modalité donnée est utilisable telles quelles, mais disparaît très vite. Autrement dit, elles ne sont accessibles au sujet que pendant le temps nécessaire à un traitement élémentaire, notamment les traitements qui conduisent à une sélection des informations pertinentes dans une situation donnée. Bref, la mémoire sensorielle est l'instance de traitement ou de codage des informations en rapport avec ce que l'on nomme habituellement l'attention.

ne les rappelle pas d'une façon ou d'une autre. Autrement dit, si le sujet ne mobilise pas sans cesse une unité d'information, celle-ci n'est plus disponible dans la mémoire de travail.

Qu'est-ce qu'une unité d'information ? Réponse : cela dépend de la structuration des connaissances ! Ainsi, en contexte d'enseignement de la lecture, une unité d'information peut être une lettre, une syllabe, un mot, une phase et même un paragraphe. Dans d'autres contextes, cela peut être un concept ou un réseau de concepts. On devine d'emblée l'utilité de disposer d'une bonne **organisation des connaissances**. C'est ce qui distinguerait essentiellement les experts des novices; les recherches en ce domaine indiquent de façon de plus en plus affirmée que les connaissances des premiers sont organisées en réseau conceptuel dense et que, lorsqu'elles sont appelées en mémoire de travail, un réseau de concepts n'occupe qu'une seule unité de l'espace disponible. Dans la mesure où il revient à l'enseignant de présenter les informations nouvelles aux élèves et de diriger leur attention, on comprend l'importance que revêt la structuration des connaissances qu'il apporte. Une même quantité de connaissances peut être plus ou moins facile à assimiler selon qu'elles sont présentées de façon structurée ou non. Par leur mode de présentation des connaissances, les enseignants peuvent entraîner leurs élèves à traiter des informations morcelées ou des connaissances organisées.

La mémoire à long terme (MLT) a des propriétés très différentes de la mémoire de travail. Il semble qu'elle constitue un réservoir illimité de connaissances. La plupart des chercheurs en ce domaine pensent, en outre, que toute connaissance une fois entrée en MLT reste toujours disponible. Certes, il arrive que nous ne puissions pas nous rappeler de certaines choses, mais cette incapacité ne s'expliquerait pas par leur disparition de la MLT, mais parce que nous ne retrouvons pas les bons indices pour récupérer cette connaissance.

Les connaissances scientifiques actuelles concernant le fonctionnement de la cognition ouvrent - à nos yeux - quatre pistes principales de réflexion et de recherches en matière d'enseignement.

a) Comme nous l'avons souligné ci-dessus, l'être humain ne reçoit pas les informations ou les *inputs* extérieurs telles qu'elles lui arrivent. Il procède à un repérage perceptif. Plus exactement, il sélectionne les informations et leur attribue une signification en fonction de ses connaissances antérieures. Ce double processus peut être guidé par l'enseignant, notamment à l'aide d'**advance organizers**. Il conviendrait - pensons-nous - de cerner davantage quel pourrait être la contribution de cette pratique d'enseignement à l'apprentissage des élèves et, surtout, dans quelle mesure son apport est complémentaire à celui de la PM.

b) Si l'on accepte de considérer que l'organisation des connaissances est le trait caractéristique de l'expertise cognitive, il faut nécessairement s'interroger non seulement sur les connaissances à faire construire par l'élève, mais aussi sur le type de structuration de ces connaissances qu'il conviendrait qu'il élabore. Autrement dit, chaque fois que l'enseignant planifie la rencontre des élèves avec des informations nouvelles, il lui faut se questionner sur la place qu'elles vont occuper, dans les réseaux constitués des connaissances des apprenants. Le problème n'est pas simple. Car cela suppose notamment que l'on arrive à ce que l'apprenant dévoile son organisation cognitive initiale et qu'ensuite, on réussisse à susciter les restructurations les plus judicieuses.

Pour Tardif (1992), qui dans son ouvrage L'enseignement stratégique, s'attache à transposer sur le plan éducatif les apports de la psychologie cognitive, "l'enseignant doit intervenir directement dans l'organisation des connaissances de l'élève. (...) Il peut demander à l'élève d'organiser lui-même les connaissances, mais il doit toujours être conscient du fait que l'élève n'a pas, dans les premières étapes d'acquisition des connaissances, la possibilité de les organiser spontanément puisqu'il est en train de les acquérir, de se les approprier, de les construire. L'enseignant doit donc présenter à l'élève, avant d'introduire les nouvelles connaissances, une carte sémantique ou un réseau qui l'informe sur les interrelations de ces connaissances entre elles et sur les relations qu'elles entretiennent avec d'autres champs de connaissances déjà abordées auparavant, que ce soit avec lui ou avec d'autres enseignants. (...) L'enseignant doit toujours veiller à ce que l'élève sache où les informations qu'il aborde se

situent dans le schéma ou le réseau sémantique. (...) L'enseignant intervient directement pour montrer à l'élève comment donner une signification aux connaissances en les situant les unes par rapport aux autres ..." (p. 210).

L'organisation des connaissances et donc des apprentissages n'est pas à proprement parler un des traits caractéristiques de l'approche PM. Toutefois, en mettant l'accent sur le morcellement et la progressivité des apprentissages, Bloom (1979) effleurait la problématique. On peut penser aujourd'hui, que si l'on souhaite prolonger son travail en faveur d'une pédagogie de la réussite, il convient d'affronter le problème de face.

Plus précisément, il conviendrait de s'intéresser à la manière dont les enseignants peuvent assumer de façon optimale deux tâches essentielles :

- Donner à leurs explications une organisation qui permette aux élèves de s'approprier de façon correcte le réseau conceptuel sous-jacent aux informations nouvelles qui leur sont présentées;
- Inciter les élèves à relier les informations nouvelles aux connaissances antérieures, lesquelles doivent - selon les cas - être complétées, amendées ou profondément restructurées.

c) Comme l'indique la flèche 6 du schéma présenté ci-dessus, il est possible que la MLT commande directement le générateur de réponses. Cela ne se produit cependant que dans le cas des connaissances procédurales, si et seulement si celles-ci sont automatisées. Dans les autres cas, le sujet doit acheminer ces connaissances dans la mémoire de travail pour mobiliser le générateur de réponses dans le sens souhaité. L'automatisation des procédures présente des avantages importants au niveau du fonctionnement cognitif d'un apprenant et de tout individu qui s'efforce de résoudre un problème : plus un sujet dispose de procédures automatisées, plus il peut activer des éléments de réponse sans charger la mémoire de travail.

C'est là un autre trait caractéristique de l'expertise cognitive.

Concluant une revue de la littérature sur la construction des compétences mathématiques de base (assimilation du système de numération, procédures de quantification, conservation du nombre, algorithmes de calcul, résolution de problèmes), Fayol (1990) discute la place de l'entraînement aux habiletés élémentaires. Il écrit : "il est clair que l'accroissement de la vitesse et de l'exactitude des réponses, objectif que vise cet entraînement, peut être particulièrement important pour certains types d'activités; notamment parce que, notre capacité de traitement étant limitée, toute attention consacrée aux procédures les plus élémentaires rend moins disponible pour la gestion des activités de plus haut niveau. La question essentielle n'est pas de savoir si l'entraînement aux automatismes est nécessaire - la réponse étant clairement "oui" - mais de déterminer la (ou les) meilleure méthode pour amener le sujet à des connaissances exactes et rapidement mobilisables. Or, personne n'a jusqu'alors réussi à résoudre ce problème de manière complètement satisfaisante" (p. 197).

Plus loin dans le même ouvrage, le même auteur propose une piste à explorer. "... on a pu montrer que l'entraînement systématique, sans recours à la signification, pouvait aboutir à des résultats peu efficaces. Brownell & Chazal (1985) défendent, en conséquence de leur étude empirique, la thèse selon laquelle la recherche de l'automatisation ne devrait survenir qu'après un "bon" enseignement. De fait, comme le montre l'étude des "bugs", en l'absence de compréhension de ce qu'ils font, les sujets recourent à des procédures de "rafistolage" totalement erronées. Dès lors, la stratégie générale paraît simple : enseigner en s'assurant de la complète compréhension du sujet puis passer à l'automatisation" (p. 198).

De ce côté-là aussi, il y a du pain sur la planche pour les chercheurs en éducation.

d) Dans la foulée des travaux de Tulving (1972, 1983, 1985), on distingue aujourd'hui deux types de mémoires à long terme : la mémoire épisodique et la mémoire sémantique. La première contient les événements personnels du sujet, ses souvenirs d'enfance, son vécu; c'est

une sorte de mémoire autobiographique. La mémoire sémantique est, quant à elle, la mémoire conceptuelle; elle comprend les connaissances déclaratives et procédurales d'ordre général.

Pour Tardif (1992), "il n'est pas utile, ni fonctionnel dans l'enseignement et l'apprentissage de discuter si les connaissances logées dans la mémoire épisodique sont plus adéquates que les connaissances logées dans la mémoire sémantique. Il est cependant essentiel de reconnaître que les connaissances logées dans la mémoire sémantique ont un caractère plus universel, plus général que celles de la mémoire épisodique. Un des rôles fondamentaux de l'école est de développer des connaissances que la personne peut généraliser" (p. 176). Bref, pour ce chercheur québécois, c'est avec le contenu de la mémoire sémantique "que l'école souhaite que l'enseignant interagisse le plus fréquemment possible" (p. 175).

Le problème nous paraît plus complexe que ne le laisse entendre Tardif. Différentes questions se posent. Quelles relations entretiennent les représentations stockées dans la mémoire épisodique et les connaissances logées dans la mémoire sémantique? Est-il avantageux ou, au contraire, préjudiciable d'enraciner les connaissances conceptuelles dans le vécu des élèves ? Est-il possible et, si oui, comment de faire construire une connaissance déclarative ou procédurale à partir de la trace d'événements vécus qui ont été stockés dans la mémoire épisodique ? Procéder de cette façon, n'est-ce pas limiter le degré de généralité des connaissances déclaratives et procédurales ?

Pour Bachelard (1938), il y a rupture épistémologique entre les représentations spontanées que les individus construisent au fil de leurs expériences directes et l'architecture des concepts scientifiques que l'école souhaite voir maîtrisée par les élèves. Ce problème rejoint - pensons-nous - la question des rapports entre contenus de la mémoire épisodique et contenus de la mémoire sémantique et constitue à nos yeux un véritable objet de recherche. Rien ne prouve comme l'affirment, depuis le début du XXe siècle, les tenants de l'Éducation Nouvelle que toute connaissance d'ordre conceptuel doit être enracinée dans le vécu des élèves[17]. Il est possible que cela soit bénéfique dans certains cas, mais que, dans d'autres cas, cette façon de procéder entrave la construction de concepts lesquels sont par définition décontextualisés. La question peut être formulée comme suit : est-il fécond de mobiliser des représentations contextualisées autour d'un objet ou d'un phénomène lorsqu'on veut faire construire des connaissances décontextualisées de cet objet ou de ce phénomène ? Si oui, quand et comment procéder pour obtenir de l'apprenant qu'il opère ce saut qualitatif qui sépare la représentation contextualisée de la connaissance d'ordre général, laquelle présente un potentiel de transférablité supérieur ?

Ce problème de la décontextualisation des connaissances dépasse d'ailleurs celui des rapports entre mémoire épisodique et mémoire sémantique. Dans le domaine des apprentissages mathématiques, Verganud (1982) mais aussi Carpenter & Moser (1982, 1983) ainsi que Riley, Greeno & Heller (1983) ont montré que l'usage des opérations arithmétiques par les enfants de 7-8 ans dépendait de la sémantique des problèmes. Ainsi, on peut distinguer différentes catégories de problèmes : par exemple les problèmes de type changement, combinaison, comparaison ou égalisation. Or, De Corte & Verschaffel (1985) ont montré, au départ d'un échantillon de classes primaires de la Communauté Flamande de Belgique, que certaines catégories de problèmes sont plus souvent présentées aux élèves que d'autres. Ainsi, ils n'ont recensé aucun problème de type combinaison. Par ailleurs, Fayol (1990) souligne, en s'appuyant sur les recherches de Mauer (1981, 1985), que les types de problèmes les plus rares (dans les livres ou exemples fournis dans les cahiers d'élèves) sont aussi les plus mal réussis. On pourrait résumer ces constats en affirmant que l'usage des opération arithmétiques a été trop

[17] Soulignons avec force qu'il convient de ne pas confondre l'intégration des informations nouvelles dans les connaissances antérieures du sujet et l'enracinement des apprentissages nouveaux dans le vécu des élèves. Dans le premier cas, le processus d'intégration se déroule au niveau de la mémoire sémantique et implique la mise en relation d'informations de même statut. Dans le second cas, il s'agit de transférer une représentation de la mémoire épisodique vers la mémoire sémantique ou, autrement dit, de transformer le statut d'une représentation : d'une expérience personnelle, il faut faire soit une connaissance déclarative soit une procédure.

strictement circonscrit à certains types de problèmes et ce en raison du caractère trop peu diversifié des opportunités d'apprentissage présentées aux élèves.

C'est évidemment tout le problème du transfert qui est posé ici ou plus justement reformulé. Sans nul doute faut-il rappeler - comme cela est supposé de façon implicite dans les paragraphes qui précèdent - que l'apprentissage initial d'une compétence est nécessairement contextualisé. Pour élargir son champ d'application, il importe d'amener l'élève à la mobiliser dans des contextes aussi variés que possible. On peut, toutefois, craindre que, même dans ce cas, l'élève ne réussisse pas à construire une connaissance qui transcende ses différents contextes d'utilisation, mais ait simplement à sa disposition un éventail de connaissances contextualisées. Le problème a été très justement posé par Fayol (1990) dans le domaine des apprentissages mathématiques. Il écrit : "La question la plus essentielle est (...) celle du passage de réussites locales non coordonnées et liées à des paramètres divers à une compréhension généralisée et nécessairement plus abstraite" (p. 195). Pour ce chercheur français et pour nous, la solution est à chercher dans la foulée du modèle théorique proposé par Klahr (1984, 1985). Au fur et à mesure des expériences successives, le sujet constituerait un stock de compétences ou, plus précisément, de connaissances déclaratives et procédurales, chacune appropriée à une classe de situations. De façon spontanée ou sollicitée, il pourrait se livrer à des analyses et réflexions à partir des régularités constatées. Klahr parle de to ruminate about the efficacy of its own processing. Le sujet procéderait, en fait, à ce que Piaget appelait des abstractions réfléchissantes lesquelles le conduirait à construire une organisation des connaissances de plus en plus générale et abstraite.

Il semble logique d'attendre de la PM qu'elle étende son souci d'optimiser les apprentissages jusqu'à embrasser le problème de leur décontextualisation et plus encore de leur organisation en une structure dont la généralité et l'abstraction assurent une adaptabilité maximale à l'environnement social et humain.

****

Bibliographie

AUSUBEL, D. The use of advanced organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 1960, Volume *51*, p.267-272.

BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin, 1938.

BLOOM, B. S. *Caractéristiques individuelles et apprentissage scolaire*. Bruxelles : Labor, Paris : Nathan. Traduit en français par V. de Landsheere, 1979.

BROWNELL, W.A. & Chazal, C.B. Premature drill, In C.W. Hunnicutt & W.J. Iverson (Eds.), *Research in the three R's,* New York: Harper,1985, (Adapted and abridged from The Effects of premature drill in thrid-grade arithmetic). *Journal of Educational Research,* 1935, Volume 29, p.17-28.

CARPENTER, T.P., & MOSER, J.M. The development of addition and subtraction problem solving skills. In T.P. Carpenter, J.M. Moser, & T.A. Romberg (Eds.), *Addition and Subtraction. A cognitive perspective,* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1982, p. 9-24.

CARPENTER, T.P., & MOSER, J.M. The acquisition of addition and subtraction concepts in grade one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1984, Volume 15, p.179-202.

CARPENTER, T. P., LINDQUIST, M. M., MATTHEWS, W., & SILVER, E. A. Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher,* 1983, Volume 76, p.652-659.

DE CORTE, E. & VERSCHAFFEL, L. Beginning first graders' initial representation of arithmetic word problems. *Journal of Mathematical Behavior,* 1985, Volume 4, p.3-21.

Fayol, M. *L'enfant et le nombre.* Paris : Delachaux et Niestlé, 1990.

GAGNÉ, E.D. *The cognitive psychology of school learning.* Boston: Little, Brown and Company, 1985.

GLOVER, J.A., Ronning, R.R. et BRUNING, R.H. *Cognitive psychology for teachers.* New York: MacMillan, 1990.

KLAHR, D. (Ed.). *Cognition and Instruction.* Hillsdale, N.J. Lawrence Erlbaum Associates, 1974.

MARR, D. *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information.* San Francisco: W.H. Freeman, 1982.

MILLER, G.A.The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 1956, Volume *63*, p.81-97.

MURDOCK, B. B. Jr. The retention of individual items. *Journal of experimental psychology*, 1966,Volume *62*, p.618-625.

PETERSON, L.B. & Peterson, M. Short-term retention of individual items. *Journal of experimental psychology*, 1959, Volume 58, p.193-198.

TARDIF, J. *Pour un enseignement stratégique.* Québec: Logiques, 1992.

TULVING, E. & DONALDSON, W. (Eds). *Organization of memory.* New-York: Academic Press, 1972.

RILEY, M.S., GREENO, J.G., & HELLER, J.I. Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking* New York: Academic Press, 1983, p. 153-196.

VERGNAUD, G. A classification of cognitive tasks and operation of thought involved in addition and subtraction problems. In T.P. Carpenter, J.M. Moser, & T.A. Romberg (Eds.), *Addition and Subtraction. A cognitive perspective* (Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1982, p. 39-59.

=========X=========