

Reconsidérer les relations entre mémoires, apprentissages et enseignement.

André Tricot

IUFM de Midi Pyrénées et

Laboratoire Travail et Cognition

(UMR 5551 CNRS / Université Toulouse 2)

Journée d'étude du GEPED, Université de Pau, 5 octobre

"How much do we know at any time? Much more, or so I believe, than we know we know!"
(Agatha Christie, 1942 ; cité par Landauer et Dumais, 1997)

Introduction

Dans le domaine de l'enseignement, les progrès des didactiques ces vingt dernières années ont progressivement poussé au second plan les réflexions pédagogiques générales, en particulier psychopédagogiques. Pourtant, parallèlement à cet essor des didactiques, l'étude du fonctionnement de la mémoire d'une part et des apprentissages d'autre part ont aussi fait de grands progrès. Ces progrès sont surtout généraux : ils sont très majoritairement indépendants de la question des contenus enseignés, et même, pour une bonne part, indépendants de l'enseignement lui-même. Si bien qu'il est possible de se demander aujourd'hui si des considérations pédagogiques générales, fondées sur les progrès dans les domaines de la mémoire et des apprentissages, ne peuvent pas être proposées. Cet article propose d'examiner cette question, à un niveau général et, à titre d'exemple, dans un domaine particulier : celui des acquisitions lexicales en langue seconde. Ce domaine présente en effet plusieurs caractéristiques intéressantes : il est depuis des années étudié par les spécialistes de la mémoire et du langage, il est un problème d'enseignement redoutable, subissant particulièrement les effets de mode pédagogique (et ce de façon nette depuis au moins le XVIIIème siècle). En outre, les spécialistes

de la mémoire et du langage sont souvent très prudents quand à l'exploitation possible de leur travaux en enseignement (Prince, 1998).

Mémoires et acquisitions lexicales en langue seconde: conceptions classiques de la psychologie cognitive

Les modèles classiques de mémoire en psychologie cognitive se présentent comme une série d'oppositions binaires. En premier lieu, on oppose la mémoire à long terme et celle à court terme. Dès 1957, Miller propose dans un article séminal une description des caractéristiques de la mémoire à court terme : cette dernière aurait une capacité limitée à 7 +/- 2 éléments (ou *chunks*) et à quelques secondes. Quelques années plus tard, Tulving (1973) propose de distinguer la mémoire épisodique (celle des souvenirs) de la mémoire sémantique (celle des connaissances). Anderson (1976), avec d'autres, va insister sur la distinction entre une mémoire procédurale (celle des savoir-faire, des procédures, des règles) et une mémoire déclarative (celles des faits, des concepts). Enfin, plus récemment (Graf & Schacter, 1985), les chercheurs vont s'intéresser à l'opposition entre mémoire explicite (ce que l'on sait que l'on sait) et une mémoire implicite (ce que l'on ne sait pas que l'on sait). En même temps, sous l'impulsion de Baddeley (1986), on va progressivement admettre que la mémoire à court terme est surtout une mémoire de travail, partie active à un moment donné, dans le contexte d'une tâche par exemple, de la mémoire à long terme. Cette mémoire de travail serait composée d'un superviseur coordonnant deux systèmes esclaves : une boucle phonologique et un calepin visuo-spatial.

Ces modèles classiques de la psychologie cognitive ne sont pas exclusifs entre eux. Les oppositions qu'ils proposent sont pour la plupart assez anciennes, apparues dès les débuts de la psychologie expérimentale ou clinique de la fin du XIX^{ème} siècle. Plus avant encore, on trouve dans la philosophie et dans l'art des considérations sur la mémoire que nous redécouvrons parfois (Nicolas & Perruchet, 1998 ; Schacter, 1999), que nous oublions souvent. Les modèles classiques de la psychologie cognitive ont surtout ceci de particulier : ils sont clairement fondés sur une métaphore, celle de l'ordinateur. La mémoire à long terme serait une sorte de disque dur où sont stockées nos connaissances et nos souvenirs. La mémoire de travail serait une sorte de mémoire vive à capacité limitée.

Des travaux plus récents, mais ne remettant pas fondamentalement en cause la métaphore, vont nuancer les modèles. On admet fréquemment aujourd'hui que la mémoire de travail a des

capacités dépendantes des domaines d'expertises des sujets (Ericsson & Kintsch, 1995), de sorte que dans les domaines où un être humain est compétent il est assez peu contraint par des limites, en taille ou en temps, de la mémoire de travail. Ce fait était d'ailleurs relevé, comme énigmatique, dans l'article de Miller (1957), à propos des musiciens qui, bizarrement semblent capables de retenir une séquence de sons plus longue que les non-musiciens. On raconte même que Mozart, entendant pour la première fois le *Misere* d'Allegri, rentra chez lui et retranscrit l'intégralité de la partition sans avoir pris aucune note durant le concert. De nombreuses études de neuropsychologie et de neurophysiologie, notamment avec des sujets atteints de « pathologies de la mémoire », ont aussi fait progressivement admettre que notre mémoire à long terme n'a pas de limite de taille et qu'elle ne fonctionne pas comme un disque dur. Nous stockerions énormément de souvenirs et de connaissances, souvent à titre définitif, mais nous en inhiberions la majorité. Certaines pathologies de la mémoire ressemblent à une atteinte de ce fonctionnement inhibiteur, de sorte que les patients se souviennent malgré eux d'événements anciens peu « utiles » voire gênants tandis qu'ils inhibent des souvenirs récents plus « utiles » (comme le souvenir d'avoir fait sa toilette ce matin ou de retrouver son chemin).

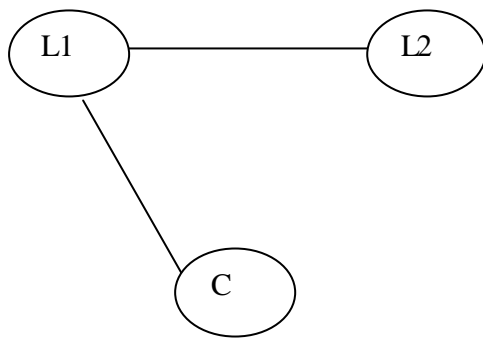
En résumé donc, la mémoire de travail, partie active de la mémoire à long terme, mobilise de façon sélective, pertinente et non limitée les éléments de cette mémoire à long terme... à part les éléments non mobilisés qui deviennent progressivement inaccessibles. Pour traiter des éléments nouveaux de l'environnement, la mémoire de travail est, au contraire, très limitée.

Quoiqu'il en soit, les approches classiques de la psychologie cognitive ont un double avantage : elles ont permis de générer des hypothèses et de proposer des modélisations précises de certains phénomènes de mémoire. Un exemple célèbre est le modèle de la mémoire sémantique de Collins et Quillian (1969). Ces auteurs ont proposé que la mémoire sémantique puisse être considérée comme un ensemble, structuré hiérarchiquement, d'objets munis d'attributs. L'objet « canari » aurait des attributs spécifiques comme « jaune » par rapport à d'autres objets de la même famille que lui (i.e. la famille « oiseaux »). L'objet « canari » hériterait des attributs de l'objet « oiseau » qui lui-même hériterait des attributs de la famille « animal », etc. Quand on demande à un sujet de répondre par vrai ou faux à une proposition du type « le canari est jaune » il répond plus vite que si on lui propose « le canari peut voler », et beaucoup plus vite que si on lui propose « le canari respire » : il récupère plus vite les attributs spécifiques de l'objet que les attributs hérités des objets sur-ordonnés. Ce modèle a largement contribué à l'idée selon laquelle nous aurions un

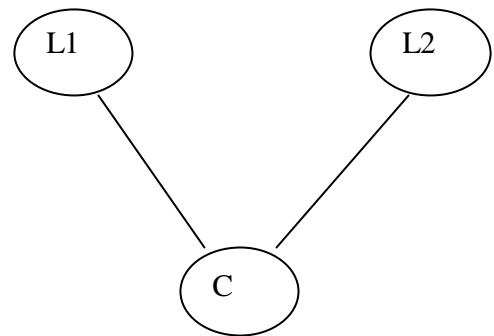
lexique mental (ou une mémoire sémantique), que ce lexique serait non seulement stocké mais organisé et que les caractéristiques de cette organisation définiraient les conditions de mobilisation de ce lexique.

Cette idée me semble très directement liée aux modélisations classiques de l'organisation lexicale en mémoire chez le sujet bilingue. De Groot (1998) rappelle que selon ces modèles, nous disposerions de deux registres pour stocker la forme des mots : le lexique L1 et le lexique L2. Chacun de ces deux registres stockerait les aspects phonologiques et orthographiques des mots. Ces deux lexiques seraient associés à un registre conceptuel, où serait stockée la signification des mots (donc les aspects sémantiques et les référents pragmatiques). Selon le modèle de « représentation subordonnée » le lexique L1 « domine » le lexique L2, de sorte qu'un accès au registre conceptuel se fait par la médiation du lexique L1. Selon le modèle de « médiation conceptuelle », l'accès au registre conceptuel pourrait être réalisé directement depuis L2, les significations servant de médiateurs de L2 vers L1 et réciproquement. De Groot (1998) rappelle très justement qu'après bien des débats, on s'est progressivement mis d'accord sur le fait que le modèle de représentation subordonnée pouvait correspondre à une organisation lexicale de débutant (celui qui apprend L2) tandis que le modèle de médiation conceptuelle pouvait correspondre à une organisation lexicale chez le sujet bilingue. Ainsi, le passage d'un modèle à l'autre pourrait représenter le processus d'apprentissage d'une L2. En début d'apprentissage, des liens locaux commenceraient à se développer au sein de L2, item par item, puis classe par classe. Viendrait ensuite une phase d'autonomisation progressive du second avec un développement syntaxique (voir Perdue et Gaonoac'h, 2000, pour une synthèse récente des modèles syntaxiques ou généraux de l'acquisition d'une L2).

Figure 1. Deux représentations classiques en trois registres, d'après De Groot (1998)



Représentation subordonnée
Débutant



Médiation conceptuelle
Bilingue

Ces modèles classiques ont été discutés, remis en cause et finalement profondément modifiés dans le cadre des études psycholinguistiques du bilinguisme. Qu'il me soit permis maintenant de sortir du cadre de la psychologie pour aller du côté de l'enseignement. Cela permettra, me semble-t-il, de remettre en cause non-seulement les modèles classiques de l'organisation lexicale du sujet bilingue, mais aussi les modèles cognitivistes classiques de mémoire.

Un exemple d'impasse avec les modèles classiques

La méthode des mots clés (*keywords*) en enseignement d'une L2 utilise la technique suivante : on propose à l'apprenant d'associer l'item cible en L2 à un item homophone ou quasi homophone en L1 (le mot clé) ainsi qu'à une image représentant ce mot clé avec une définition de l'item cible en L2. Imaginons par exemple un francophone apprenant l'anglais. L'item cible *beach* (la plage) pourrait être associé au mot clé français *biche*, l'image représentant une biche se promenant sur une plage. Cette méthode semble incompatible avec les modèles d'acquisition lexicale évoqués plus haut. La méthode des mots clés est évidemment contradictoire avec le modèle de médiation conceptuelle, puisque le mot clé semble proposer une double association conceptuelle... dépourvue de sens. La méthode des mots clés est aussi incompatible avec le modèle de représentation subordonnée puisque l'item cible en L2 est lié avec un mot clé en L1 qui ne lui correspond pas au niveau sémantique et ne peut donc pas activer la bonne représentation conceptuelle.

Dès les années 70, la méthode des mots clés a été critiquée, «preuves empiriques » à l'appui. Atkinson (1975) et d'autres auteurs ont montré qu'elle ne fonctionnait bien qu'avec des apprenants débutants et pour des apprentissages explicites. Pourtant, même si les résultats de cette méthode ne sont bons qu'avec des apprenants débutants, le modèle de la représentation subordonnée semble bien incapable de les expliquer. En outre, les résultats empiriques qui attesteraient de l'inefficacité de la méthode des mots clés avec des apprenants avancés présentent des failles méthodologiques (Pressley, Levin & Delaney, 1982) : ils ne distinguent pas les mots concrets des mots abstraits et, surtout, ils sont assez imprécis sur les stratégies que les apprenants avancés utiliseraient naturellement pour acquérir de nouveaux mots. Une recherche récente (Lawson & Hogben, 1998) montre l'efficacité de la méthode des mots clés avec des apprenants avancés, notamment quand les apprenants doivent eux-mêmes créer leurs mots clés et leurs images. Pour autant, ces résultats sont incompatibles avec le modèle de médiation conceptuelle. Ils sont en revanche compatibles avec les notions d'élaboration (Anderson, 1990) et de profondeur d'encodage (Schacter, 1999), que l'on trouve dans les modèles récents de la mémoire : un item est d'autant plus facilement rappelé qu'il a fait l'objet d'un codage multiple (et non seulement répété) de la part du sujet.

Quoi de neuf du côté de la mémoire ?

Ainsi, des résultats contradictoires avec les modèles anciens s'avèrent compatibles avec des modèles nouveaux. Que sont ces nouveaux modèles ? Il est évidemment impossible d'en faire le tour dans le cadre d'un article. Je voudrais seulement présenter en quelques mots trois modèles qui me semblent représentatifs de tendances actuelles.

Le modèle *Latent Semantic Analysis* (LSA, de Landauer & Dumais, 1997) est intéressant d'abord parce qu'il part de constats dans le domaine des acquisitions lexicales. Un(e) élève de 6^{me} ou 5^{me} connaît chaque jour le sens de 10 à 15 mots nouveaux. Pourtant il n'en a acquis qu'un par instruction. Chaque fois qu'il lit 20 paragraphes de texte il acquiert un mot nouveau, pourtant il lit moins de 50 paragraphes par jour. Donc, la majorité (80%) des mots que cet élève acquiert... il ne les a pas rencontrés ! Bref, nous savons plus que ce que nous avons effectivement appris, et cela est particulièrement vrai pour le lexique. Le modèle LSA est fondé sur l'induction, sur la détection automatique de multiples similarités entre éléments du lexiques, sur la génération

automatique d'éléments nouveaux en production. Ce modèle semble particulièrement valide en acquisition d'une langue seconde par immersion.

Le modèle «écologique » de Vicente et Wang (1998) tente de rendre compte du fait que le rappel en mémoire dépend de la tâche plus que d'un éventuel stockage. L'apprentissage serait essentiellement un processus adaptatif à l'environnement. Le développement d'une expertise impliquerait un traitement économique et perceptif. Je prends souvent l'exemple des travaux de Myles-Worsley, Johnston et Simons (1988) et Norman, Brooks, Coblenz et Babcook (1992) qui ont conduit des expérimentations sur l'activité de diagnostic en radiologie, pour illustrer ce modèle écologique de la mémoire. Leurs travaux consistent à comparer l'activité de diagnostic selon le niveau d'expertise des médecins (étudiants débutants, internes, médecins hospitalo-universitaires). L'intérêt de ces études pour nous réside dans le fait que cette activité est très rapide (quelques secondes), qu'elle requiert un long apprentissage (plusieurs années) et qu'elle est enseignée par ceux-là même qui la pratiquent. Ces études montrent que les experts utilisent en situation des connaissances complètement différentes de celles qu'ils enseignent. En particulier, dans la première phase de traitement, leur regard n'explore pas la radiographie mais se focalise sur les lésions (en moins d'une demi-seconde). Si bien que les experts ont des performances bien moindres que les autres sujets dans une tâche de reconnaissance de radiographies de poumons sains. Les auteurs ont contrôlé la capacité à reconnaître de ces différentes populations de sujets, dans une tâche de reconnaissance de visage : dans ce cas, les performances des différents groupes sont équivalentes. Bien évidemment, ce sont ces «experts » qui ont enseigné la radiologie à ces internes. Mais la façon dont ils ont organisé les connaissances pour les transmettre (organisation rationnelle visant à planifier l'exploration d'une radiographie) n'a aucun rapport avec l'organisation des connaissances lors de leur utilisation (organisation fonctionnelle visant à ne détecter que les lésions). L'acception du mot «rationnel » est ici très large : cela désigne simplement un principe d'organisation relativement externe aux contenus, que l'on peut opposer à une organisation sémantique qui dépend des contenus. Pourquoi ces experts n'enseignent-ils pas leurs connaissances selon l'organisation fonctionnelle qui leur est propre? Selon moi, parce que, comme le disent Inhelder et Cellérier (1992), une connaissance fonctionnelle n'est pas stable dans le temps (alors qu'une connaissance procédurale l'est généralement), qu'elle est largement implicite et qu'elle est individuelle. L'organisation rationnelle des connaissances est relativement indépendante du contenu, normative (admise par une population) et permettrait de retrouver des

connaissances à un autre moment que celui de la prise d'information, y compris des connaissances que l'on était incapable d'assimiler lors de la prise d'information. L'organisation rationnelle des connaissances est fondée sur des liens entre les connaissances qui ne posent pas de problème d'interprétation au sujet et sont partagés par une population.

Le modèle de Daniel Schacter (1999) est sans doute le plus connu à l'heure actuelle. Pour moi, ce modèle relève d'une sorte de darwinisme cognitif (même si cet auteur ne se déclare pas de cette école). L'idée fondamentale de cette auteur est que la mémoire est une fonction et non une structure : c'est une fonction adaptative de l'homme à son environnement, notamment cognitif. Son fonctionnement est largement implicite, non contrôlé et inhibiteur. Son «efficacité» est liée à la ressemblance des contextes, à la fréquence (répétition), à l'utilité et à la profondeur d'encodage.

De ces nouveaux modèles de la mémoire je voudrais retenir quelques idées. En situation « naturelle » les apprentissages sont essentiellement implicites et adaptatifs. L'enseignement correspondrait à la conception et à la mise en œuvre d'une situation d'apprentissage artificielle. Il ne faut pas confondre la conception de cette situation artificielle (qui est un moyen), du but recherché (c'est-à-dire le développement d'un certain nombre de connaissances utiles dans certaines situations).

Pendant que les travaux sur la mémoire se développent, ceux sur l'acquisition du lexique continuent, en psychologie mais aussi dans le champs des neurosciences. Voici très rapidement quelques exemples.

Nouvelles données concernant l'acquisition de lexique, notamment d'une langue seconde

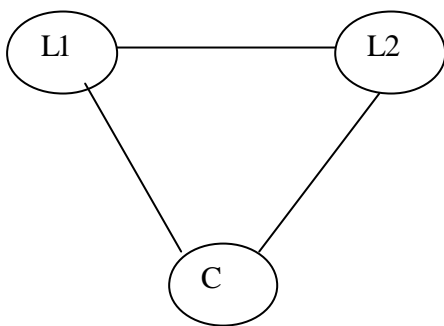
Lors de tâches d'accès au lexique, notamment « hautement sémantiques » (marteau -> clouer), on observe un effet d'apprentissage très rapide (en quelques minutes), des zones différentes du cerveau sont activées (Raichle et al. 1994). Une tâche d'accès au lexique d'un verbe d'action active des zones communes à l'exécution de l'action elle-même.

La fréquence relative des homographes interlexicaux (*i.e.* *store* / *store*) joue un rôle primordial dans l'accès lexical (Bueno & Franck-Mestre, 1998) : quel que soit le contexte linguistique, c'est le mot le plus fréquent auquel on a accès (Beauvillain & Grainger, 1987) : l'accès lexical chez le bilingue est non sélectif. Même si... les deux significations sont simultanément accessibles.

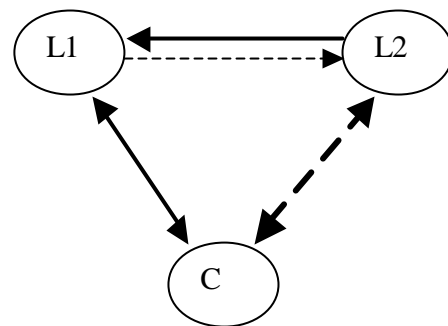
Les mots cognats (proches orthographiquement dans les deux langues: *tabouret / taburete*) sont susceptibles d'activer très tôt les deux lexiques (Lavour & Font, 1998).

Ces travaux et d'autres aboutissent à des modélisations plus récentes, que de Groot (1998) représente ainsi. Nous renvoyons le lecteur à cet article et au volume dont il est issu pour plus de détails.

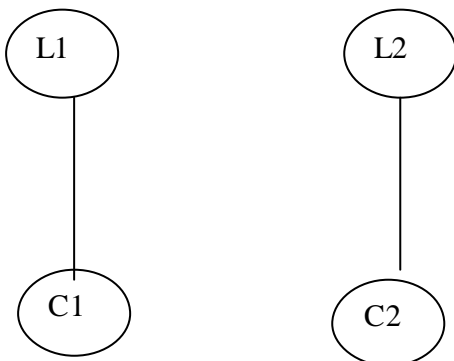
Figure 2. Quatre modélisation de l'organisation lexicale d'après de Groot, 1998



Connexions directes

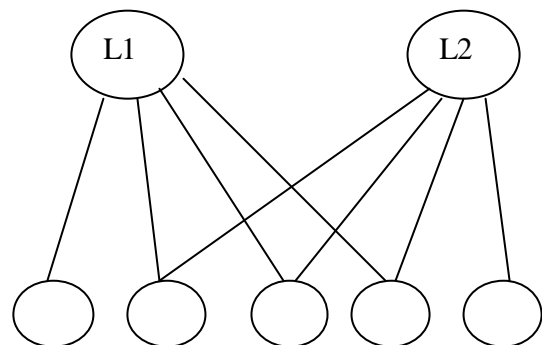


Disposition asymétrique



Organisation coordonnée

L1 et L2 apprises séparément



Structures distribuées

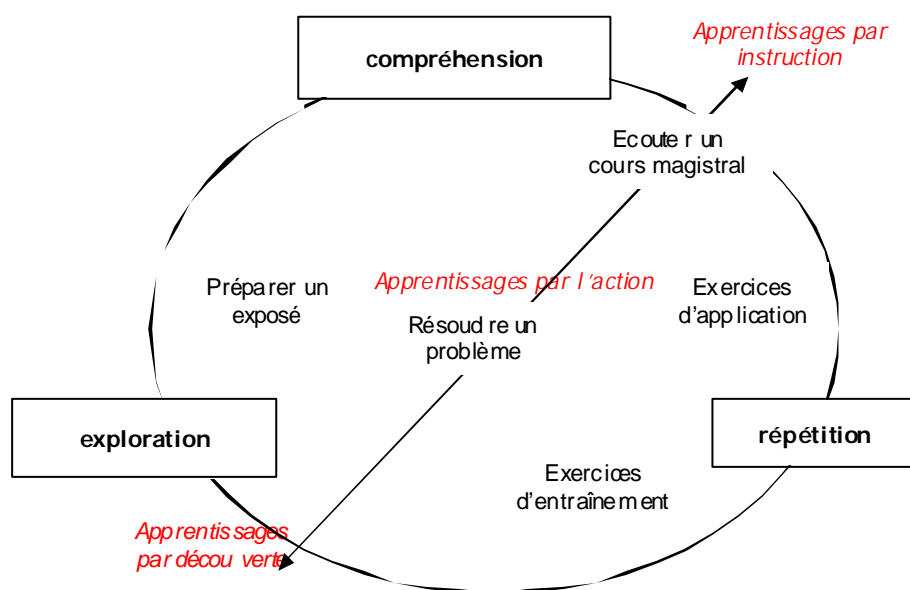
Un modèle des relations entre situations d'apprentissage, d'enseignement et activités mentales

Dans cette dernière partie je voudrais proposer une ébauche de cadre pour prendre en compte dans les situations d'enseignement les travaux sur la mémoire et les apprentissages. Mon approche a

été proposée la première fois par Tricot, Pierre-Demarcy et El Boussarghini (1998, 2000). Selon eux, il est possible d'envisager que :

- il existe trois grands types de situations d'apprentissage décrites par différentes théories de l'apprentissage : apprentissages par l'action, par instruction et par la découverte;
- toute situation d'apprentissage mobilise entre autres et à des degrés divers les activités mentales de compréhension (élaborer une représentation mentale de la situation, du concept, en intégrant cette représentation à certaines de nos connaissances antérieures), de répétition (réutiliser une de nos connaissances anciennes, refaire ce que nous savons déjà faire), et d'exploration (élaborer des hypothèses, explorer un espace problème) ;
- la situation d'apprentissage par l'action correspond à une tâche scolaire bien connue (la résolution de problèmes) et mobilise de façon souvent équilibrée les trois activités mentales évoquées ;
- les autres situations d'apprentissage sont moins bien connues en psychologie cognitive mais correspondent à des tâches scolaires ;
- toute tâche scolaire peut être décrite en fonction des activités mentales qu'elle mobilise ;
- il est possible de définir des aides aux activités mentales qui aient une certaine pertinence dans les différentes situations ou pour les différentes tâches.

Figure 3. Relations entre activités mentales, situations d'apprentissages et quelques tâches scolaires



On trouve dans la littérature des résultats convergents qui permettent de concevoir et mettre en œuvre des situations d'apprentissages qui mobilisent la compréhension, la répétition ou l'exploration.

Les aides à la compréhension

Définition: c'est quand on élabore une représentation mentale d'une situation ou d'un concept (on parle alors de conceptualisation)

Utilité: ça sert surtout à acquérir des connaissances conceptuelles et factuelles, mais cela peut aussi être une très bonne entrée vers les savoir-faire.

Ce que l'on peut faire...

Adaptez le vocabulaire utilisé aux apprenants ;

Définissez les mots difficiles ;

Adaptez les structures syntaxiques aux apprenants ;

Utilisez un type de discours que connaissent les apprenants ;

Fournissez un dispositif de sélection ou de hiérarchisation de l'information;

Proposez des représentations graphiques des situations décrites ;

Intégrez les textes et les images;

Utilisez les canaux auditifs et visuels;

Soyez d'autant plus redondant que l'apprenant est ignorant;

Représentez par des images animées les phénomènes dynamiques ou temporels;

Utilisez des pop up windows pour présenter les informations secondaires.

Les aides à la répétition

Définition: c'est quand on réutilise une connaissance que l'on possède déjà dans un contexte identique

Utilité: ça sert surtout à renforcer et à automatiser

Ce que l'on peut faire...

Proposez des situations analogues, faciles à comprendre.

Fournissez une analyse du résultat, notamment de l'erreur.

Fournissez un feedback sur l'interprétation et les contraintes qui pèsent sur les procédures.
Mettez en exergue les propriétés critiques de la situation.

Les aides à l'exploration

Définition: c'est quand on a pas assez d'information dans la situation ou de connaissance dans notre tête pour comprendre ou agir directement dans la situation.

Utilité: ça sert surtout à découvrir par soi-même certains aspects de la situation, de sa structure, des concepts, des procédures ou des opérations qu'elle implique. Le traitement effectué est souvent beaucoup plus profond (donc mieux mémorisé) que dans les situations où l'on ne produit pas d'hypothèse.

Ce que l'on peut faire...

C'est très difficile. Essayez de ne pas donner d'information trop directe sur le but à atteindre pour que l'apprenant ne se précipite pas trop.

Essayez de rassurer l'apprenant. N'évaluez pas une hypothèse comme vous évaluez le reste. A priori, toute hypothèse est intéressante.

Aidez à l'élaboration d'une représentation opérationnelle du but.

Fournissez des accès simples à l'information / simplifier l'espace.

Identifiez les catégories d'information, donner des marqueurs de pertinence.

Aidez à comprendre les liens entre les contenus.

Références

Beauvillain, C., & Grainger, J. (1987). Accessing interlexical homographs : some limitations of a language-selective access. *Journal of Memory and Language*, 26, 658-672.

Bueno, S., & Frenck-Mestre, C. (1998). L'effet de la fréquence des homographes interlexicaux. *Psychologie Française*, 43 (4), 339-360.

Christie, A. (1942). *The moving finger*. London : Dodd.

de Groot, A.M.B. (1998). Le représentation lexico-sémantique et l'accès lexical chez le bilingue. *Psychologie Française*, 43 (4), 297-312.

Klein, W. (1989). *L'acquisition d'une langue étrangère*. Paris : A. Colin.

- Landauer, T., & Dumais, S. (1997). A solution to Plato's problem : Latent semantic analysis. *Psychological Review*, 104 (1).
- Lavaur, J.M., & Font N. (1998). Représentation des mots cognats et non cognats en mémoire chez les bilingues français – espagnol. *Psychologie Française*, 43 (4), 329-338.q
- Lawson, & Hogben (1998) Learning and Instruction
- Merlet, S. (1998). Niveaux de traitement et intégration des informations multimédias. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques* (pp. 141-156). Paris : Hermès
- Inhelder, B., & de Caprona, D. (1992). Vers le constructivisme psychologique : Structures? Procédures? Les deux indissociables. In B. Inhelder & G. Cellérier (Eds.) *Le cheminement des découvertes de l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Myles-Worsley, M., Johnston, W.A., & Simons, M.A. (1988). The influence of expertise on X-Ray image processing. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 14 (3), 553-557.
- Norman, G.R, Brooks, L., Coblenz, C.L., & Babcook, C.J. (1992). The correlation of feature identification and category judgments in diagnostic radiology. *Memory & Cognition*, 20 (4), 344-355.
- Perdue, C., & Gaonac'h, D. (2000). Acquisition des langues secondes. In M. Kail & M. Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage*. Vol. 2. Paris : PUF.
- Raichle, M.E. et al. (1994). Practice related changes in human brain functional anatomy during non-motor learning. *Cerebral Cortex*, 4, 8-26.
- Schacter, D. (1999). *A la recherche de la mémoire*. Bruxelles : De Boeck.
- Tricot, A., Pierre-Demarcy, C., & El Boussarghini, R. (2000). Specific help devices for educational hypermedia. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 102-113.
- Vincente, K.J., & Wang, J.H. (1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychological Review*, 105 (1), 33-57.