

DE L'INTERACTION DANS UNE RELATION PEDAGOGIQUE
A
L'INTERACTIVITE EN SITUATION D'APPRENTISSAGE
DES THEORIES AUX IMPLICATIONS POUR L'ENSEIGNEMENT

Evelyne Lombardo, ATER – IUT de Toulon,
Université du Sud, Laboratoire I3M-EA 3820
eve.lombardo@univ-tln.fr

Yann Bertacchini, Maître de Conférences, HDR
Université du Sud Toulon-var, Laboratoire I3M-EA 3820
bertacchini@univ-tln.fr

Dr Eric Malbos, ancien médecin de l'Ambassade en Chine (2003-2004),
Membre associé du Laboratoire I3M-EA 3820
eric_malbos@hotmail.com

Résumé : Nous discuterons dans notre article des facteurs d'émergence de l'interactivité dans une relation pédagogique non basée sur l'utilisation d'outils informatiques. Nous essaierons de voir en quoi nos démarches sont interactives, en décrivant les implications pédagogiques que supposent les transferts des théories behavioriste, cognitiviste et constructiviste dans nos pratiques d'enseignements.

Mots clé : Apprentissage ; Mémorisation, pédagogique, interactivité, cognition.

Summary : Our goal, in this article, is to show how interactivity in a teaching relation, not based on the use of data-processing tools, can appear and what the factors emergence are. We will try to see in what our steps are interactive, by describing the teaching implications which the transfers of the theories behaviorist, cognitivist and constructivist in our practices of lesson suppose.

Key word : Training; Memorizing, teaching, interactivity, cognition

DE L'INTERACTION DANS UNE RELATION PEDAGOGIQUE

A

L'INTERACTIVITE EN SITUATION D'APPRENTISSAGE

DES THEORIES AUX IMPLICATIONS POUR L'ENSEIGNEMENT

INTRODUCTION

Proposition de notre acception du mot « interactivité » et problématique¹ de notre Recherche.

Les mots « interactivité » et « interaction », ont une parenté étymologique et sémantique qui peut poser problème et prêter à confusion d'où la nécessité de les définir, d'en préciser les frontières et le contenu.

Le mot « interactivité » est un mot récent issu de l'informatique dans les années 70² et qui entre dans les dictionnaires en 1982. Le *Petit Robert* de 1992 donne la définition suivante de ce mot « *Activité de dialogue entre un individu et une information fournie par une machine* ».

En 1996, dans *Le Larousse*, le terme « interactivité » recoupe deux sens :

1. Inform. *Faculté d'échange entre l'utilisateur d'un système informatique et la machine, par l'intermédiaire d'un terminal doté d'un écran de visualisation.*
2. *Caractère d'un média interactif.*

Dans des dictionnaires plus récents, tel le *Larousse* 2004, on retrouve dans le mot « interactivité » ces deux sens, néanmoins, dans le premier sens, lié à l'informatique, la définition de ce mot concerne, non plus un

système informatique, mais un logiciel, il y a donc une restriction sémantique du mot :

1. Inform. *Qualité d'un logiciel dont l'exécution prend constamment en compte les informations fournies par l'utilisateur.*
2. *Caractère d'un média interactif.*

Le mot « interactif », lui, ne possède pas deux sens, mais trois (*Larousse*, 2004) :

1. *Se dit de phénomènes qui réagissent les uns sur les autres.*
2. Inform. *Doué d'interactivité. Syn. : conversationnel.*
3. *Se dit d'un support de communication favorisant un échange avec le public. Emission, exposition, livre interactifs.*

Ainsi le terme d'« interactivité », issu du domaine de l'informatique a pris peu à peu des connotations plus générales, d'échanges, et d'inter-relations. Les mots « interactif » et « interaction » se rejoignent ici. Le mot « interaction » (composé du latin, *inter*, entre, et *actio*, action, action réciproque) est un terme plus ancien (1876 in Littré, Suppl) que le mot « interactif » : il désigne :

1. *Réaction réciproque de deux ou plusieurs phénomènes, de deux personnes* (on constate ici la corrélation entre cette définition et la première définition du mot « interactif » ci-dessus)
2. *L'interaction entre deux corps (physique), ou deux substances (pharmaceutique).*

Il est à noter que le dictionnaire donne des exemples pour le mot interaction dans les domaines des sciences dites « exactes », mais que l'on trouve également l'utilisation de ce concept dans le domaine des sciences humaines et sociales en général, dans des

¹ Nous reprenons ici l'analyse terminologique et définitionnelle de Yolla Polity, dans « Eléments pour un débat sur l'interactivité », communication au groupe de travail « Théories et Pratiques scientifiques (TPS) de la SFSIC, le 19 octobre 2001 Colloque.

² La notion d'interactivité semble être née dans les années 1970, avec les progrès faits dans la construction d'ordinateurs, capables de réagir quasi instantanément aux demandes ou aux réactions de leurs utilisateurs. En 1978, Andy Lippman, informaticien du *Massachusetts Institute of Technology*, met au point une technique de reproduction numérique, visible sur un écran d'ordinateur, d'une ville, avec ses rues et ses bâtiments qui permettent à l'utilisateur du logiciel d'avoir l'illusion de se promener dans un décor, de choisir un trajet.

champs aussi divers que la littérature, la sociologie, la politique, la psychologie, la communication et l'information (avec le concept d'interaction homme-machine). La confusion entre les termes d'interaction et d'interactivité vient donc à la fois de l'étymologie proche de ces deux mots, de la confusion de ces deux concepts dans leur définition même et de leur utilisation dans le domaine scientifique. Ces deux mots illustrent à merveille l'expression de Foucault (1966) 'produire du discours positif' pour décrire l'activité scientifique c'est-à-dire dans *la science entrain de s'écrire* (Bois, 2005).

Notre propos ici n'est pas d'entrer dans le détail des définitions de l'interactivité, mais de se poser la question suivante : peut-il y avoir interactivité dans un modèle pédagogique³ ? Et en particulier comment et en quoi nos enseignements peuvent-ils être interactifs ? Nous prenons donc, ici le sens d'interactivité dans sa définition générale (caractère d'un média interactif), proche de celui d'interaction (se dit d'un support de communication favorisant un échange avec le public).

Nous situons notre contribution dans le cadre d'une pédagogie non basée sur l'utilisation d'outils informatiques, et partant de notre propre démarche d'enseignement, basée sur différentes écoles de pensée de l'apprentissage, nous essaierons de voir en quoi nos démarches sont interactives, en décrivant les implications pédagogiques que supposent les transferts des théories behavioriste, cognitiviste et constructiviste dans nos pratiques d'enseignements.

L'interactivité est évoquée dans les apprentissages pour l'enseignement à distance (e-learning, tele-learning, apprentissage assisté

par ordinateur, apprentissage à distance, online learning ...)

A notre sens, l'interactivité ne peut se résumer à l'utilisation grandissante d'outils d'information et de communication. Si de nombreux articles scientifiques traitent de la question, nous n'avons que peu pointer d'articles concernant l'interactivité dans l'enseignement dit « traditionnel », c'est-à-dire qui ne s'appuie ni sur *PowerPoint*, ni sur l'enseignement à distance, ni sur les outils multimédia..., pour simplifier, les apprentissages où il n'y a pas d'interface entre le professeur et l'étudiant. Notre propos ne se veut pas polémiste et nous ne visons pas à discuter de l'intérêt qu'il y aurait à utiliser ou pas, ces outils ou dispositifs.

Nous posons l'hypothèse suivante : *au moins il existerait d'interface entre le professeur et l'étudiant, au plus il y aurait interactivité, l'interface se situe pour nous plus du côté du savoir à construire, et en train de se faire à la fois par l'apprenant et par le professeur dans l'espace du cours.* Nous situons volontairement notre contribution en Sciences de l'Information & de la Communication parce que l'objet central de notre article illustre les lois de la communication.

Cet article expose des pratiques pédagogiques⁴ tout en espérant que certaines d'entre elles pourraient, peut-être, être utiles au monde de l'informatique, en tant que facteurs d'interactivité. Notre objectif sera d'expliquer le fonctionnement de ces pratiques tout en résumant les théories actuelles sur lesquelles elles se fondent. Dès lors, il s'agira de discuter l'applicabilité et l'utilité de ces méthodes pédagogiques dans le domaine informatique illustrant en cela *l'entrelacement des humains et des non humains* (Bois, Op.Cit) et renversant le paradigme dominant du recours systématique à *l'util* en pédagogie.

LE CADRE THEORIQUE, LES REFERENCES EN APPRENTISSAGE & LES IMPLICATIONS PEDAGOGIQUES

L'école behavioriste de l'apprentissage influencée par Thorndike (1913), Pavlov

³ Annette Beguin définit la pédagogie interactive : « un « nouveau paradigme éducatif » (qui) s'oppose aux méthodes traditionnelles de diffusion et de transmission monodirectionnelles, (qui) veut développer la participation du public d'élèves/étudiants à l'aide d'un environnement tel qu'ils puissent construire leur propre capacité d'apprentissage, connote les pédagogies dites « actives » reposant sur l'implication de l'élève dans son apprentissage. Le terme interactif coïncide avec l'introduction des technologies nouvelles, il apparaît comme une métaphore du domaine informatique dans le domaine éducatif ».

⁴ à l'Université du Sud Toulon-Var au sein de départements de l'IUT.

(1927) et Skinner (1974) part du postulat qu'apprendre est un changement d'attitude observable causé par des stimuli externes dans l'environnement (Skinner, 1974).

Les théories de psychologie cognitive de l'apprentissage sont basées sur l'idée qu'apprendre inclut l'utilisation à la fois de la mémoire, de la motivation et de la pensée, et que cette *interaction* joue un rôle très important dans l'apprentissage. L'apprentissage est vu comme un processus interne, et les apprentissages dépendent à la fois des capacités mises en œuvre par l'apprenant, des efforts prodigués durant le processus d'apprentissage, et de la qualité de ce processus (Craik et Lockhart, 1972, Craik et Tulving, 1975), mais aussi de la structure existante des connaissances de l'apprenant (Ausubel, 1974).

L'école constructiviste considère que les apprenants interprètent l'information et le monde extérieur selon leur propre réalité personnelle et qu'ils apprennent par observation, traitement et interprétation de l'information, pour ensuite intérioriser cette information en connaissance personnelle (Cooper, 1993, Wilson, 1997). Cette théorie est basée sur le fait que les apprenants assimilent mieux lorsqu'ils peuvent contextualiser ce qu'ils apprennent pour une application immédiate, ce qui leur permet d'acquérir une signification personnelle.

Lorsque l'on analyse les trois écoles de pensées, des rapprochements peuvent être effectués : ainsi, selon Ertmer et Newby (1993), ces trois théories constitueraient une véritable taxinomie de l'apprentissage. Les théories et stratégies behavioristes pourraient être utilisées pour apprendre le « quoi » (les contenus), les théories cognitivistes serviraient à apprendre le « comment » (les procédés et les principes) et les stratégies constructivistes à apprendre le « pourquoi » (afin de promouvoir les significations personnelles, le contexte et la situation d'apprentissage). Nous reprenons ici cette nomenclature.

LE QUESTIONNEMENT DES CONTENUS, DES PROCÉDES & PRINCIPES, DES SIGNIFICATIONS PERSONNELLES, DU

CONTEXTE & DE LA SITUATION D'APPRENTISSAGE.

L'école behavioriste de l'apprentissage : le « quoi »

Le réflexe conditionné (ou conditionnement classique) : Pavlov (1849-1936).

Le conditionnement classique a été découvert par Ivan P. Pavlov. Au cours de travaux sur la physiologie digestive et les sécrétions gastriques, il remarque que la salive et les sécrétions gastriques, qui sont normalement déclenchées chez un chien par la présence de nourriture dans la gueule, peuvent aussi être induites par les *stimuli* précédant son ingestion : la vue du bol contenant les aliments ou celle de l'employé emmenant la nourriture. Tout se passe comme si l'animal apprenait que certains *stimuli* (*stimuli* conditionnels) annoncent la présence prochaine de nourriture (stimulus inconditionnel) et réagissait à ces *stimuli* comme à la nourriture même. Pour vérifier son hypothèse, un stimulus neutre (un son) est associé à la présence de nourriture, ce son provoque une réponse comparable à la présence réelle de nourriture, c'est-à-dire qu'il entraîne la salivation. Ainsi, des *stimuli a priori* inefficaces pour déclencher un réflexe biologiquement important (la réponse inconditionnelle salivaire) peuvent provoquer une réponse semblable (la réponse conditionnelle) s'ils sont associés avec le déclencheur naturel du réflexe (la nourriture).

L'apprentissage instrumental : Edward Lee Thorndike (1874-1949).

Thorndike place un animal affamé dans une cage équipée d'un mécanisme qui lui permet d'ouvrir la porte et d'atteindre la nourriture placée à l'extérieur. La première fois, l'animal émet généralement des comportements inappropriés (il se frotte sur les parois, miaule, mord et griffe) avant de finalement actionner le mécanisme d'ouverture. L'apprentissage, mesuré par le temps nécessaire pour sortir de la cage, est très lent au début mais s'améliore graduellement avec les essais. L'animal acquiert ainsi par essais et erreurs un comportement efficace. Dans un conditionnement classique, une association se crée entre un stimulus *a priori* neutre et le

déclencheur naturel d'une réponse. Selon Thorndike, dans un apprentissage instrumental, une association entre une situation-stimulus (S), (l'intérieur de la cage), et une réponse (R) particulière (le fait de sortir de la cage), est renforcée parce que cette réponse est suivie d'un état satisfaisant (le bien-être que procure la nourriture à un animal affamé). Ce concept d'association S.R a marqué profondément les théories de l'apprentissage. Toutefois, comme la satisfaction est une donnée subjective très difficile à analyser scientifiquement en particulier chez les animaux, les successeurs de Thorndike ont tenté d'objectiver davantage la cause du renforcement de l'association.

Le conditionnement opérant : Burrhus F. Skinner (1904-1990).

Pour expliquer l'apprentissage instrumental, qu'il rebaptise du nom de conditionnement opérant, Skinner estime qu'il n'est pas utile ni nécessaire de faire appel à des processus internes comme la satisfaction, la motivation, la mémoire ou la cognition. Le renforcement est ainsi caractérisé par tout stimulus ou événement qui augmente la probabilité ultérieure d'un comportement. Ce point de vue a dominé les théories de la psychologie de l'apprentissage pendant longtemps et a été à l'origine de nombreuses applications cliniques. Mais par la suite, l'influence croissante du cognitivisme a favorisé une approche radicalement opposée au néobéhaviorisme skinnérien.

Le conditionnement classique et l'apprentissage instrumental sont basés sur l'expérience directe de l'environnement. L'organisme doit en extraire les informations pertinentes lui permettant de modifier sa représentation et d'ajuster son comportement.

Ainsi, pour les behavioristes, la réponse à un stimulus peut être observé quantitativement, les comportements sont observés et mesurés comme des indicateurs d'apprentissage (Good and Brophy, 1990).

Implications pédagogiques en terme d'interactivité

La théorie behavioriste des apprentissages objectivise à la fois les stimuli-réponse dans

l'apprentissage, les comportements des apprenants, les outils utilisés dans les apprentissages et les résultats obtenus. Ainsi, un certain nombre de processus sont mis en place au sein de notre pédagogie universitaire afin de mettre en pratique cette théorie pour rendre nos pratiques interactives.

1) Les objectifs de l'apprentissage sont annoncés aux apprenants au début du cours afin qu'ils puissent évaluer s'ils ont atteints ces objectifs ou pas. (*Stimulus-réponse*)

2) Les apprenants ont un feed-back oral et écrit permanents afin qu'ils puissent éventuellement se corriger. (*Objectivation du comportement*)

3) Le matériel d'apprentissage est approprié aux objectifs de la séance afin de promouvoir l'apprentissage. La séance peut aller du simple au complexe, du connu à l'inconnu, des théories à la pratique. (*Objectivation des outils d'apprentissage*)

4) Les résultats par rapport aux objectifs initiaux des apprenants sont testés à chaque fin de séance afin qu'ils sachent s'ils ont obtenus les résultats escomptés. Des tests sont intégrés dans les séquences afin de vérifier les acquis au fur et à mesure de l'apprentissage. (*Objectivation et mesure des résultats*)

L'école cognitiviste de l'apprentissage : le « comment »

L'école cognitivisme : la mémoire

Dans l'école cognitiviste de l'apprentissage deux courants se sont opposés, bien qu'aujourd'hui les confrontations et les heurts entre ces deux courants soient beaucoup plus nuancées : le courant issu du modèle symbolique et le courant issu du modèle connexionniste.

Pour les symbolistes, les différentes capacités de mémoire sont traitées par plusieurs modules, structurés hiérarchiquement. Chaque module stocke certains types de souvenirs. L'encodage d'une nouvelle information doit suivre la hiérarchie des modules de mémoire (elle est traitée par exemple dans le système de représentation perceptive, puis en mémoire

sémantique avant d'être stockée en mémoire épisodique).

Selon les modèles connexionnistes, la mémoire est un système unitaire, structuré en grand réseau de connections. Les souvenirs ne sont pas stockés tels quels, mais sont rappelés lorsqu'une configuration de connexions est activée.

La mémoire épisodique et la mémoire sémantique de Endel Tulving

Dans la lignée de la tradition symboliste et modulariste et grâce à l'examen de patients amnésiques le psychologue Endel Tulving a proposé en 1972 de distinguer deux grands systèmes de mémoire à long terme : la mémoire épisodique et la mémoire sémantique. La mémoire épisodique correspondrait aux épisodes précis de notre vie, tandis que la mémoire sémantique contiendrait nos connaissances générales que l'on regroupe sous le terme de savoir ou de culture. Au cours de ses travaux, E.Tulving a complexifié son modèle de la mémoire jusqu'à affirmer l'existence de cinq systèmes de mémoire différents (la mémoire perceptive, la mémoire sémantique, la mémoire procédurale, la mémoire épisodique et la mémoire de travail)⁵.

⁵ Ces systèmes collaborent pour remplir les trois fonctions de la mémoire : enregistrer les informations nouvelles (encodage), les conserver (le stockage), et les récupérer (la récupération). Selon les systèmes, leur action peut être automatique et non consciente (« implicite ») ou contrôlée et volontaire (« explicite »).

La mémoire perceptive permet de reconnaître des formes, en encodant les caractéristiques perceptives d'une situation, et en les comparant avec des informations stockées, elle travaille de façon automatique et non consciente.

La mémoire sémantique concerne l'ensemble des connaissances d'un individu en dehors de toute référence spatio-temporelle. La conscience des ces informations est noétique : conscience du monde mais sans référence à soi. On peut accéder à ces connaissances soit de façon automatique et non consciente, soit de façon volontaire.

La mémoire procédurale permet d'apprendre, elle est spécialisée dans la mémorisation des procédures, motrices ou cognitives, elle est caractérisé par un fonctionnement automatique lent, rigide et inaccessible à la conscience. La mémoire épisodique permet de contextualiser dans le temps et l'espace les informations issues de la mémoire

En 1995, il a encore apporté de nouvelles nuances à son modèle, inspirées du connexionnisme. Pour pouvoir expliquer tout ce que l'on sait sur la mémoire, il admet que certains phénomènes de mémoire peuvent se faire en parallèle : selon lui, toutes les informations contenues dans un événement sont stockées dans tous les systèmes de mémoire concernés. Par exemple, les aspects perceptifs sont stockés dans la mémoire perceptive, les aspects généraux et abstraits dans la mémoire sémantique, et les détails précis d'un événement unique dans la mémoire épisodique. (E.Tulving, « Organization of memory : quo vadis ? », dans M.Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences*, MIT Press, 1995).

Un modèle concurrent au modèle symboliste : le modèle connexionniste

Dans les années 80, l'Intelligence Artificielle classique commence à s'essouffler. On se tourne alors vers le modèle connexionniste, qui apparaît comme un concurrent sérieux. L'idée connexionniste était déjà présente en germe dans la cybernétique. Le connexionniste envisage les opérations cognitives comme le résultat émergent de petites unités interconnectées qui interagissent entre elle, sans planification d'ensemble. C'est un modèle en réseau supposé copier le fonctionnement du cerveau (avec ses neurones interconnectés). Le modèle connexionniste a été proposé par les Américains James McClelland et David E.Rumelhart en 1986. Selon les modèles connexionnistes, la mémoire est un système unitaire, structuré en grand réseau de connections. Les souvenirs ne sont pas stockés tels quels, mais sont rappelés lorsqu'une configuration de connexions est activée.

Aujourd'hui les confrontations entre les théories des modèles symbolistes et connexionnistes tendent à s'estomper et les deux systèmes sont perçus de façon

sémantique et enregistre le souvenir précis d'un épisode passé, avec toutes ses caractéristiques uniques.

La mémoire de travail est chargée du maintien temporaire et de la manipulation d'informations pendant la réalisation de tâches cognitives, elle permet ainsi le raisonnement, la compréhension la résolution de problème...

complémentaire et plus globale, notamment en ce qui concerne les théories sur la mémoire. (Cf. Gaëtane Chapelle, Sciences Humaines, décembre 1998). Comme le souligne Guy Tiberghien : « de nombreuses oppositions conceptuelles, dans le domaine de la psychologie de la mémoire, illustrent à leur façon la nécessité d'une approche hybride » (G. Tiberghien, « La Mémoire oubliée », Mardaga, 1997).

Le facteur et *capital* mémoire : La mémoire à court terme et la mémoire à long terme

Dans les années 60, certains chercheurs distinguaient la mémoire à court terme (ou mémoire transitoire), qui empêche la dissipation de l'information sensorielle avant son traitement, et qui a une capacité de stockage limitée (20 ou 30 secondes) de la mémoire à long terme qui possède une capacité de stockage illimitée et où l'information s'y trouve organisée et fait appel à un processus complexe de récupération.

La mémoire de travail : Baddeley et Hitch

Dans les années 70, les recherches ont montré les limites de cette conception dualiste de la mémoire, en prouvant notamment que certaines fonctions présentes dans la mémoire à long terme se trouvaient également dans la mémoire à court terme. En 1974, deux psychologues anglais Alan Baddeley et Graham Hitch, proposent une révision de cette conception dualiste de la mémoire (A. Baddeley, « La Mémoire humaine » : théorie et pratique, Pug, 1993, notamment chapitres 4 à 6). Ils suggèrent un rapprochement entre le fonctionnement de la mémoire à long terme et celui de la mémoire à court terme, et découpe celle-ci en sous-processus fonctionnels, et proposent de remplacer le terme « mémoire à court terme », par celui de « mémoire de travail ».

Les trois phases de la mémoire à long terme

La caractéristique de la mémoire à long terme est d'être illimitée en capacité de stockage, mais son accessibilité n'est pas permanente. La mise en œuvre de cette accessibilité comportent trois phases qui sont : 1) la phase d'enregistrement (dit « encodage »), 2) la

phase d'organisation de l'information et 3) la phase de récupération et de réactivation de l'information.

La phase d'encodage transforme des informations perceptives en traces durables. La grande variété des informations auxquelles est confronté la mémoire à long terme a suscité des débats auprès des chercheurs. Pour expliquer le fait que la mémoire imagée (images mentales) est supérieure à la mémoire verbale, Allan Paivo, a développé dans les années 70 une théorie selon laquelle il existerait un système de double codage des informations en mémoire permanente : certaines informations seraient stockées sous forme verbale, d'autres sous forme imagée, et d'autres enfin, sous ces deux aspects. (Allan Paivo, *Imagery and Verbal Processes*, Rinehan and Winston, 1971).

La phase d'organisation

Les informations sont organisées en mémoire sémantique ou épisodique. Les représentations épisodiques et sémantique ont la propriété d'être verbalisable, et sont pour cette raison appelées : mémoire « déclaratives », par opposition aux connaissances « procédurales », qui ne sont pas verbalisables et qui renvoient aux facultés perceptivo-cognitives (par exemple celles qui sont à l'œuvre dans la marche renvoie à la mémoire procédurale). La prise de conscience et le contrôle intentionnel dominant dans la mémoire déclarative tandis que la mémoire procédurale fait appelle à des connaissances automatisées.

La phase de récupération (cf. G.Tiberghien et P.Lecocq, *La Mémoire oubliée*, Mardaga, 1997).

La phase de récupération de l'information peut s'effectuer de manière directe ou indirecte. Dans le premier cas, on a pleinement conscience d'être impliqué dans un processus de remémoration : on parle alors de mémoire explicite, dans le second, on n'est pas conscient de ce processus, et on parle alors de mémoire implicite.

Les implications pour l'apprentissage

L'apprentissage est un processus interne qui implique la mémoire, la pensée, la réflexion, l'abstraction, la motivation et la métacognition^[3]. L'apprenant utilise plusieurs types de mémoire durant l'apprentissage. Les sensations sont reçues par un « magasin des sens » où elles sont stockées avant d'être transformées en événements. L'information persiste dans ce magasin pendant moins d'une seconde (Kalat, 2002), puis, si elle n'est pas transférée dans la mémoire de travail, elle est perdue. L'apprentissage doit utiliser les stratégies qui permettent à l'apprenant de transférer ces informations du « magasin des sens » à la mémoire de travail. Le nombre d'informations transférées à la mémoire de travail dépend de l'attention de l'apprenant et de ses propres structures cognitives : elles doivent être correctement mises en place pour donner du sens à l'information. Si la structure cognitive n'est pas présente, des stratégies de pré-instruction peuvent être incluses, remplaçant les procédés d'apprentissage (Ausubel, 1960). La durée de la mémoire de travail est approximativement de 20 secondes, si l'information n'est pas transmise correctement à la mémoire de travail, elle ne sera pas transférée à la mémoire à long terme pour le stockage (Kalat, 2002).

Selon Miller (1956), les êtres humains ont une mémoire à court terme limitée, ainsi l'information doit être groupée en séquences significatives. Il suggère que l'information soit découpée en 5 à 9 unités de signification afin de compenser la capacité limitée de la mémoire à court terme. Après que

^[3] Le terme de « métacognition » est apparu dans les années 70 pour désigner une réflexion sur ses propres mécanismes de cognition, la première définition nous vient de John Flavell : « La métacognition se rapporte à la connaissance qu'on a de ses propres processus cognitifs, de leurs produits et de tout ce qui y touche, par exemple, les propriétés pertinentes pour l'apprentissage d'informations ou de données (...). La métacognition se rapporte, entre autres à l'éducation active, à la régulation et à l'organisation de ces processus, en fonction des objets cognitifs ou des données sur lesquelles ils portent, habituellement pour servir un but ou un objectif concret », J.H Flavell, « *Metacognitive aspects of problem solving* », dans L.B Resnick (ed), *The Nature of Intelligence*, Laurence Erlbaum Associates, 1976.

l'information ait été transformée dans la mémoire de travail, elle est stockée dans la mémoire à long terme. Le nombre d'informations transmises à la mémoire à long terme dépend de la qualité et de la durée du processus de transfert dans la mémoire de travail. Au plus le processus est intense, au plus les associations acquièrent de nouvelles formes d'informations dans la mémoire. L'information transférée de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme est soit assimilée soit accommodée. Durant l'assimilation, l'information est changée par les structures cognitives préexistantes. L'accommodation se passe lorsqu'une structure cognitive existante est changée pour incorporer une nouvelle information. L'information est stockée dans la mémoire à long terme sous forme de paquets qui sont connectés pour former des relations, en réseaux. Les cartes d'information qui montrent les principaux concepts et les liens entre ces concepts doivent être stimulés lors de l'apprentissage. Selon Stoyanova and Kommers (2002), pour faciliter le processus d'apprentissage, l'apprenant doit générer ses propres cartes d'information.

Implications pédagogiques en terme d'interactivité

1) Les stratégies permettent aux apprenants de percevoir et d'atteindre l'information afin qu'elle puisse être transférée dans la mémoire de travail. Les apprenants utilisent leur propre système pour enregistrer l'information. Des stratégies pour stimuler le maximum de sens sont utilisées (Lombardo, 2005 (projet). Par exemple, on laisse le choix à l'apprenant du mode de délivrance de l'information (auditif, visuel, graphique, kinesthésique, par animation, par vidéo...) (cf. *Le double encodage d'Allan Paivo*)

2) La phase d'encodage de l'information est favorisée par la stimulation des différentes formes de la mémoire chez les étudiants. Toutes les formes de mémoire sont stimulées : mémoire implicite et explicite (cf. *Tulving*).

3) Néanmoins, les apprenants ne doivent pas être saturés d'information, sinon cela pourrait nuire au processus d'apprentissage, d'où une hiérarchisation de l'information qui est

préconisée. Une stratégie est adoptée afin de transformer la mémoire à court terme des apprenants en informations essentielles (mémoire à long terme) et une réorganisation des connaissances est préconisée à chaque fin de cours. (cf. la fonction organisation et récupération de la mémoire).

4) Les apprenants construisent ainsi une « mémoire-lien » entre les nouvelles informations et les informations déjà stockées dans la mémoire.

5) Des modèles conceptuels sont fournis aux apprenants qu'ils utilisent afin de retrouver des schémas mentaux existants ou pour stocker les structures dont ils ont besoin pour apprendre une nouvelle leçon (Cf. Finkel, 2005). L'utilisation de la mémoire imagée (image mentale) est favorisée.

6) Des tests de questions sont utilisés pour activer les connaissances déjà acquises et afin de pouvoir en apprendre de nouvelles.

L'école cognitive : les différences individuelles

L'école cognitive reconnaît l'importance des différences individuelles, et l'existence d'une variété de stratégies d'apprentissage.

« Le style d'apprentissage » (Kolb, 1984) se réfère à la façon dont un apprenant perçoit, **interagit**, (nous soulignons) et répond à son environnement d'apprentissage, c'est une mesure des différences individuelles. Plusieurs instruments de mesure sont utilisés pour déterminer le style d'apprentissage : l'indicateur de Kolb (The Kolb Learning Style Inventory (L.S.I, Kolb, 1984)), mesure la façon dont les apprenants perçoivent l'information et la traite, tandis que l'indicateur de Myers (The Myers-Briggs Type Indicator, Myers, 1978) utilise les échelles de dichotomie pour mesurer les différences de styles d'apprentissage par patterns : introvertis/extravertis, sensitifs/intuitifs, penseurs/sentimentaux, qui utilise son jugement/qui utilise sa perception.

Nous reprenons ici la nomenclature de Kolb. Kolb pense que deux composants agissent dans notre situation d'apprentissage : la perception et le traitement de l'information. La perception

se réfère à la façon dont les apprenants captent par leurs sens l'information autour d'eux et l'assimile, passant d'une expérience concrète à une observation réflexive. L'expérience concrète se réfère aux désirs d'apprendre des choses qui auront une signification personnelle dans la vie des apprenants. Le second composant, le traitement, est la façon dont les apprenants comprennent et traitent l'information assimilée après avoir été perçue par les sens. Le traitement peut aller de la conceptualisation abstraite à l'expérimentation active. Les apprenants qui ont une préférence pour la conceptualisation abstraite aiment apprendre des concepts et des notions abstraites, et rechercher de nouvelles informations, les apprenants qui ont une préférence pour l'expérimentation active préfèrent appliquer ce qu'ils ont appris dans la vie réelle et aller plus loin que ce qui est présenté. Ils aiment apprendre en essayant et en faisant des expériences.

Le style cognitif (Witkin et al., 1977)

Le « style cognitif » se réfère à la façon personnelle de traiter l'information de l'apprenant : le mode de penser de la personne, de se souvenir, ou de résoudre un problème. Le style cognitif est un autre indicateur de différence individuelle. C'est une dimension de la personnalité qui influence les comportements, les valeurs, et les interactions sociales. D'après Witkin et al. une des dimensions du style cognitif est la distinction entre les personnalités à champ dépendant (*field-dependent personalities*) et les personnalités à champ indépendant (*field-independent personalities*). Les personnalités à champ indépendant approche l'environnement d'une manière analytique. Les individus à champ dépendant expérimentent les événements de façon globale et synthétique, et moins différenciée, ils ont un plus grand sens social comparés aux personnalités à champ indépendant. Les individus à champ indépendant travaillent plus efficacement à condition de posséder une motivation interne et ils sont moins influençables par leur environnement social.

Implications pédagogiques en terme d'interactivité

1) Les apprentissages incluent des activités différentes en fonction des styles d'apprentissage, afin que les apprenants puissent sélectionner les activités basées sur leur style d'apprentissage préféré.

-Pour les apprenants qui ont une préférence pour les expériences concrètes des exemples spécifiques dans lesquels ils peuvent s'impliquer sont fournis. Le travail en groupe et les feed-back sont favorisés, le professeur apparaît comme un coach ou une aide.

-Pour les apprenants qui ont une préférence pour la conceptualisation abstraite des théories sont fournies : en effet ce type d'étudiants préfèrent travailler avec des concepts et des symboles plutôt qu'en interaction avec les autres.

-Pour les apprenants à champ indépendant : ils aiment observer avant toute action, ils préfèrent que toute l'information soit disponible pour l'apprentissage et voit leur professeur comme un expert. Ils tendent à éviter les interactions avec les autres. Des temps d'observation et de travail individuel sont fournis.

-Pour les apprenants à champ dépendant : ils préfèrent apprendre en faisant des projets pratiques et au travers de groupe de discussions, ils aiment les méthodes actives d'apprentissage et l'interaction avec leur pair, ils tendent à établir leur propre critère d'évaluation de la situation. Le travail de groupe est sollicité.

2) Des supports adéquats sont fournis en fonction des styles d'apprentissage des apprenants. Afin d'accommoder les différences individuelles dans le traitement et de faciliter le transfert à la mémoire à long terme, quand cela est possible, une même information est présentée de différentes façons : de façon textuelle, visuelle, et verbale au minimum. En effet, selon la théorie duale du codage (Paivio, 1986), les informations reçues dans différents modes (textuel et visuel) seront mieux traitées que si elles sont présentées seulement suivant un seul mode (textuel seulement). L'information duale codée est traitée dans différentes parties du cerveau, ce qui provoque un meilleur encodage.

3) Utiliser la motivation interne (conduite de l'intérieur par l'apprenant) et la motivation externe (conduite par le professeur et les performances) des apprenants. La motivation est un facteur important dans l'apprentissage. Malone (1981) préconise l'utilisation de la motivation interne pour l'enseignement à distance, tandis que Keller (1983) propose d'utiliser un modèle propre à la motivation externe : ce modèle s'appelle l'ARCS : Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (Keller, 1983, Keller et Suzuki, 1988). L'Attention : consiste à capter l'attention des apprenants au début de la séance et à la maintenir durant la séance. La Relevance : consiste à informer les apprenants de l'importance de l'apprentissage et à leur expliquer comment rendre cet apprentissage fructueux et bénéfique. La Confidence : consiste à ce que la séance aille du simple au complexe, du connu à l'inconnu et à utiliser des compétences où les apprenants ont la possibilité d'utiliser différentes stratégies d'apprentissage. La Satisfaction : consiste à fournir un feed-back sur les performances et de permettre aux apprenants de savoir comment ils sont parvenus aux bons résultats et d'appliquer ce qu'ils ont appris dans des situations de la vie réelle.

4) Encourager les apprenants à utiliser leur compétence métacognitive pour les aider dans le processus d'apprentissage (Meyer, 1998, Sternberg, 1998). La métacognition est une compétence de l'apprenant qui consiste à être conscient de ses capacités cognitives et d'utiliser celles-ci pour apprendre de nouvelles choses. Quand ils sont en situation d'apprentissage, les apprenants ont la possibilité de réfléchir sur ce qu'ils apprennent, et de collaborer avec les autres apprenants afin de vérifier leur progrès. Des questions et des exercices avec feed-back est un bon moyen d'apprendre à vérifier ce qu'ils sont en train de faire, afin qu'ils puissent être capables d'utiliser leur métacognition et d'ajuster leur approche d'apprentissage si cela est nécessaire.

5) Des stratégies qui facilitent ce transfert d'apprentissage sont utilisées pour encourager les applications dans différentes situations de la vie réelle, ce transfert peut aider les apprenants à développer leur apprentissage

personnel et à mettre en contexte l'information nouvelle.

L'école constructiviste : le « pourquoi »

L'école constructiviste considère que les apprenants sont actifs de leur processus d'apprentissage. Les connaissances ne sont pas reçues de manière passive, et de l'extérieur, mais c'est l'interprétation individuelle de l'apprenant et le traitement de ce qu'il reçoit à travers ses sens qui créent ses connaissances. L'apprenant est au centre du processus d'apprentissage, et le professeur joue simplement un rôle de conseil, de facilitateur. Les apprenants doivent avoir la possibilité de construire leur connaissance, plutôt que celles-ci leur soient données toutes prêtes, de l'extérieur (Duffy and Cunningham, 1996). L'apprentissage dépend du contexte, et les apprentissages qui permettent aux apprenants de contextualiser leur apprentissage doivent être favorisés. Ainsi, la conception de l'apprentissage s'éloigne de l'idée qu'une seule façon d'apprendre existe pour devenir une construction et une découverte de la connaissance (Tapscott, 1998).

Dans cette théorie de transformation et de construction de connaissances, Mezirow (1991) utilise à la fois les concepts de l'école constructiviste et cognitiviste pour expliquer le processus d'apprentissage, pour lui l'apprentissage est « la façon d'utiliser une interprétation prioritaire pour construire une nouvelle interprétation de signification », à la fois « à partir de sa propre expérience » et « en vue de guider une action future. » (p.12). L'apprentissage implique de transformer « de façon réflexive ses croyances, ses attitudes, ses opinions, et ses réactions émotionnelles qui constituent nos propres schèmes de significations » (p.223).

Mezirow (1991) pense que l'apprentissage implique 5 contextes qui interagissent les uns avec les autres : la charpente des références (ou perspectives significatives) dans lesquelles l'apprentissage prend sa source, les conditions de communication des connaissances, le procédé par lequel l'apprentissage est mis en place, l'image que se fait l'apprenant de son propre apprentissage, et la situation rencontrée durant l'apprentissage (p.13).

Implications pédagogiques en terme d'interactivité:

1) L'apprentissage est un processus actif, garder les apprenants actifs permet aux apprenants de créer leurs significations personnelles de l'apprentissage. Ainsi les activités où les apprenants ont la possibilité d'appliquer leur connaissance dans une situation pratique (processus actif) sont favorisées.

2) Le professeur sollicite les apprenants afin qu'ils construisent leur propre connaissance, plutôt que d'accepter des données extérieures à leur système de penser. La construction des connaissances est facilitée par l'interactivité entre les étudiants qui sont amenés à apprendre à interagir les uns avec les autres. Dans un apprentissage traditionnel, le professeur met en contexte et personnalise les connaissances en fonction de ses propres besoins, qui peuvent ne pas correspondre aux besoins de tous les apprenants. Dans un apprentissage interactif, les apprenants apprennent par leur propre expérience, ce qui leur donne l'opportunité de mettre en contexte et de personnaliser leur apprentissage.

3) Les apprenants prennent le contrôle de leur processus d'apprentissage, c'est une sorte de découverte guidée qui permet aux apprenants de prendre des décisions sur les objectifs à obtenir, mais avec une aide du professeur (rôle de coach).

4) Les apprenants ont le temps et la possibilité d'internaliser les informations et ainsi de construire leur propre sens à leur apprentissage.

5) L'apprentissage est ainsi interactif. Selon Heinich et al. (2002), l'apprentissage est le développement de nouvelles connaissances, aptitudes, et comportements, tandis que l'apprenant interagit avec l'apprenant et l'environnement. Les apprenants reçoivent le matériel d'apprentissage par l'intermédiaire du professeur, puis ils personnalisent cette information et la contextualisent. Dans ce processus de transformation, les apprenants interagissent avec le contenu, avec les autres apprenants et avec le professeur pour tester et confirmer les idées et pour appliquer ce qu'ils

apprennent. Garrison (1999) affirme que c'est la façon d'enseigner qui inclut la nature d'interaction entre l'instructeur, les apprenants et les contenus dans l'apprentissage à distance. C'est durant ce processus d'interaction que l'information se transforme et passe de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme. Au plus il y a d'associations, au plus il y a d'interactivité, au plus la mémoire à long terme est activée.

CONCLUSION & LIMITES DE NOTRE RECHERCHE

Nous sommes partis de l'hypothèse que l'interactivité n'était pas corrélative à l'utilisation d'outils informatiques dans le cadre de l'interface enseignant-étudiant. Pour vérifier notre hypothèse, nous avons tenté d'exposer nos pratiques d'enseignement, issues des théories behavioristes, cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage, en montrant les implications pédagogiques qu'elles supposaient en terme d'interactivité. Les résultats de notre analyse tendent à confirmer notre hypothèse :

-Les implications pédagogiques issues des théories behavioristes en objectivant les stimuli-réponse dans l'apprentissage créent de l'interactivité par l'objectivisation du comportement, des outils et des résultats.

-Les implications pédagogiques issues des théories cognitivistes stimulent les différences individuelles des styles cognitifs (notamment dans le domaine de la mémoire) et par là même sont sources d'interactivité.

-Les implications pédagogiques issues des théories constructivistes créent de l'interactivité par la transformation et la reconstruction des connaissances.

Les limites de cette recherche se situent dans la différenciation entre les modèles propres au domaine de l'informatique ??? et les modèles liés à l'enseignement.

Une façon de réduire ces différenciations, serait de comparer nos propres modèles d'enseignement avec les caractéristiques d'interactivité dans le domaine informatique. Pour évaluer l'interactivité dans le domaine

informatique, on utilise généralement les échelles suivantes :

- Dimension temporelle (temps réel/temps différé, Rapidité de la réponse, Synchronisme/asynchrone)
- Multiplicité des choix pour l'utilisateur
- Fréquence des interactions
- Bi-directionnalité de l'échange
- Degré d'initiative, degré de contrôle de l'utilisateur
- Adaptation du système aux actions de l'utilisateur, réponses différenciées
- Engagement de l'utilisateur, Passivité/activité, notion d'effort
- Echanges humains (avec le créateur du site ou entre internautes)
 - Action sur le contenu, avoir la possibilité d'ajouter ses propres informations à celles qui existent.

Dans le domaine de la communication homme-machine, les échelles d'interactivité sont les suivantes :

- La recherche d'un langage commun (construction de références autour des interactions successives)
- La production et la recherche de feedback de compréhension, indices positifs ou négatifs
- Les demandes de clarification et d'explication
- Une capacité à détecter des ambiguïtés et des incohérences
- Les échanges correctifs
- Une capacité à méta-communiquer, c'est-à-dire à dialoguer sur l'activité de dialogue en cours.

LE CADRE DE FUTURES RECHERCHES

Nous souhaitons prolonger ces travaux par la mesure de la présence de chaque donnée, indiquée dans le paragraphe précédent, dans le face à face étudiant-professeur, et voir quelles sont les caractéristiques supplémentaires dans l'enseignement sans outils, puis établir les passerelles qui pourraient être faites de nos propres modèles pédagogiques au domaine informatique, et enfin étudier si ces modèles seraient éventuellement applicables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bertacchini, Yann., *Pensez la durée, Mesurez la distance, Mémorisez le virtuel*, Vers l'Intelligence Territoriale –volet 2, Collection Les ETIC, Presses technologiques, 275.p, 2004.
- Bois Christian., « Réseaux & Pratiques collaboratives : vers une épistémographie de la construction des savoirs en ligne. », Thèse de Doctorat en SIC, Université du Sud Toulon-Var, 9 décembre 2005.
- Conein B, Jacopin, E., « Action située & cognition, le savoir en place », *Sociologie du travail*, 4, 36, (1994), pp. 475-500.
- Dumas, Boutin & al., « Is Information separable from Communcation ? », Amsterdam, 2005.
- Foucault, Michel., *Les Mots et les Choses, Archéologie des sciences humaines*, Gallimard, NRF, 1966.
- Latour, Bruno., *Nous n'avons jamais été modernes, Essai d'anthropologie symétrique*. Paris : La Découverte, 1991.
- Le Grand, Jean.Louis., « Implexité: implications et complexité. », [<http://www.barbier-rd.nom.fr/JLLeGrandImplexite.html>], 1995.
- Lipovetsky, Gilles., (avec Sébastien Charles), *Les temps hypermodernes*, Paris, Grasset, 2004.
- Morin, Edgar., *Introduction à la pensée complexe*, ESF, 3^e ed , 2005.
- Perret, Jean.Baptiste., « Y a-t-il des objets plus communicationnels que d'autres ? », in WOLTON, 2004.
- Perrault Jacques, *La logique de l'usage. Essai sur les machines à communiquer*. Flammarion. 1989.
- Pfenninger, Karl,H., Shubik, Valerie,R., *The origins of creativity*, Oxford University Press, 2001.
- Stiegler Bernard, « La faute d'Epiméthée-la technique et le temps. », Thèse de Doctorat, EHESS, Paris, 1993.
- Watzlawick Paul & al, *Une logique de communication*, Le Seuil, Paris, 1979.
- Wolton Dominique., *Les sciences de l'information et de la communication Savoirs et pouvoirs*, Hermès n° 38, 2004.
- Sur l'enseignement à distance assisté par ordinateur :
- Butcher, <http://www.salzburgseminar.org/ASC/csac/progs/disted/dedemo/review.htm> visited 15 th February, 2005.
- Dzakira H., "The role of learning Support in Open & Distance Learning: Learners' experiences and perspectives." *Turkish Online Journal of Distance Education-Tojde*, April 2005, volume: 6, number 2.
- Garrison, D.R., "Will distance disappear in distance studies? A reaction.", *Journal of Distance Education*, 13(2), 1999, pp 10-13.
- Keller, J.M.,& Suzuki, K., "Use of the ARCS motivation model in courseware design." In D.H Jonassen (Ed.), *Instructional design for microcomputer courseware*, 1988, pp.401-434.
- McCloughlin, C. & Marshall, L., Scaffolding: "A Model for learner support in a online teaching environment." In A. Hermann and M.M Kulski (Eds), *Flexible Futures in Tertiary Teaching*. Proceedings of the 9th Annual Teaching Learning Forum, 2-4 February 2000, Perth: Curtin University of Technology.
- O' Donoghue, J., Singh, G., & Dorward, L., "Virtual education in universities: a technological imperative.", *British Journal of Educational Technology*, 32(5), 2001,pp 511-523.
- Okamoto, T., Christea, A., & Kayama, M., "Future integrated learning environments with multimedia.", *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 2001, pp 4-12.
- Pahl, C., "Managing evolution and change in web-based teaching and learning environments. ", *Computers and Education*, Volume 40, Issue 2, February 2003.
- Pardey, D., *Marketing for Schools*, London: Kogan Page.Uk, 1991.
- Perry, B. & Edwards, M., "Exemplary Online Educators: Creating a Community of Inquiry.", *Turkish Online Journal of Distance Education-Tojde*, April 2005, volume: 6, number 2.
- Thiele, J., "Learning patterns on online students", *Journal of Nursing Education*, 42 (8), 2003, pp 364-367.
- White, A., Roberts, V., & Br. Anna n, J., "Returning nurses to the workforce: Developing an online refresher course.", *Journal of Nursing Education*, 34 (2), 2003, pp.59-64.
- Yilmaz, R. Ayhan., Using of Marketing Communication for Distance Education Institutions. *Turkish Online Journal of Distance Education-Todje*, April 2005, volume 6, number 2.
- Sur l'école behavioriste de l'apprentissage
- Good, T.L & Brophy, J.E., *Educational psychology: A realistic approach* (4th ed.).White Plains, 1990. ,NY: Longman.

Pavlov, I.P., *Conditioned reflexes*. London : Clarenton Press, 1927.
Skinner, B.F., *About behaviorism*. New York: Knopf, 1974.
Thorndike, E.L., *Educational psychology : The psychology of learning* : New York : Teachers College Press, 1913.

Sur les théories cognitivistes

Ausubel, D.P., *Educational psychology : A cognitive view*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1974.
Ausubel, D.P., "The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material.", *Journal of Educational Psychology*, 51, 1960, pp 267-272.
 Craik, F.I.M& Lockhart, R.S., "Levels of processing : A framework for memory research.", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 1972, pp 671-684.
 Craik,F.I.M & Tulving, E., "Depth of processing and the retention of words in episodic memory.", *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 1975 , pp 268-294.
 Flavell, J.H., « Metacognitive aspects of problem solving », dans L.B Resnick (ed), *The Nature of Intelligence*, Laurence Erlbaum Associates 1976.
 Keller, J.M.,& Suzuki, K., "Use of the ARCS motivation model in courseware design.", In D.H Jonassen (Ed.), *Instructional design for microcomputer courseware*, 1988, pp.401-434.
 Kolb, D.A., *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
 Malone, T.W., "Towards a theory of intrinsically motivating instruction.", *Cognitive Science*, 5, 1981, pp 333-369.
 Meyer, R.E., "Cognitive, metacognitive and motivational aspects of problem solving." *Instructional Science*, 26 (1-2), 1998, pp 49-63.
 Myers, I., Myers-Briggs., *type indicator*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1978.
 Sternberg, R.J., "Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student?," *Instructional Science*, 26(1-2), 1998, pp 127-140.
 Stoyanova, N., & Kommers, P., "Concept mapping as a medium of shared cognition in computer-supporter collaborative problem-solving.", *Journal of Interactive Learning Research*, 13 (1-2), 2002, pp 111-133.
 Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R., & Cox, P.W., "Field-dependent and field-independent cognitive styles and their

educational implication.", *Review of Educational Research*, 47, 1977, pp 1-64.

Sur le modèle symboliste

Fodor, J, et Gerschenfeld. A., *La Modularité de l'esprit, essai sur la psychologie des facultés*, Editions de Minuit-Propositions, 1986.

Sur le modèle connexionniste

-J.McClelland, B.McNaughton et O'Reilly : « Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex : insights from the successes and failure of connectionist models of learning and memory", *Psychological Review*, 102, 1995.

Sur la mémoire

Baddeley, A.D. The concept of episodic memory. Centre for Study of Learning and Memory, University of Bristol, London, B.Bio.Sci.2001. Sept. 29.356 (1413) : pp 1345-50. et Hitch, 1970.
Baddeley, A.D and Hitch G.I., Working memory. The psychology of Learning and Motivation. Academic Press. New York, 1974.
Baddeley, A. : « La mémoire humaine », théorie et pratique, Pug, 1993, chapitre 4 à 6.
Gaëtane Chapelle, *Sciences Humaines*, n° 89, décembre 1998.
Kalat, J.W., *Introduction to psychology*. Pacific Grove, CA : Wadsworth-Thompson Learning, 2002.
Paivo, A., *Imagery and Verbal Processes*, Rinehan and Winston,1971.
Paivo, A., *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford: Oxford University Press, 1986.
Rosenfeld I., *L'Invention de la mémoire*, Flammarion, Champs, 1994.
Tiberghien, G., *La mémoire oubliée*, Mardaga, 1997.
Tulving, E., *Episodic and semantic memory, Organization of memory*, Academic Press 1972.
Tulving, E., "Organization of memory : quo vadis?" in M.Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences*, MIT Press, 1995.

Sur l'école constructiviste

Bruner, J., Goodnow, J., & Austin A., *A Study of Thinking*. New York: Wiley,1956.
Duffy, T.M., & Cunningham, D.J., " Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction." In D.H.Jonassen (Ed), *Handbook of research for educational communications and technology*, New York :

- Simon Schuster & Macmillan, 1996, pp.170-198.
- Garrison, D.R., "Will distance disappear in distance studies? A reaction." *Journal of Distance Education*, 13(2),1999.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J.D., Smaldino, S.E., *Instructional media and technologies for learning*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2002.
- Mezirow, J., *Transformative dimensions of adult learning*. San Francisco: Jossey-Bass, 1991, p.12, p.13, p.223.
- Miller, G.A., "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information.", *Psychological Review*, 63, 1956, pp 81-97.
- Tapscott, D., *Growing up digital: The rise of the Net generation*. New York: McGraw-Hill, 1998.

Sur la comparaison entre les 3 écoles (béhavioriste, constructiviste et cognitiviste)

- Cooper, P.A., "Paradigm shifts in designing instruction : From behaviorism to cognitivism to constructivism.", *Educational Technology*, 33(5), 1993, pp 12-19.
- Ertmer, P.A., & Newby, T.J., "Behaviorism, cognitivism, constructivism : Comparing critical features from an instructional design perspective.", *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 1993, pp 50-70.
- Wilson, B.G., "Reflections on constructivism and instructional design.", In C.R. Dills & A.J. Romiszowski (Eds), *Instructional Development paradigms* pp.63-80. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1997.

Sur Gérard Edelman et la théorie évolutionniste de la mémoire :

- Changeux, J.P, *L'Homme neuronal*, Hachette, Pluriel Référence, 1998.
- Edelman G.M., "Group Selection as the Basis for Higher Brain Function", in Schmitt et al. (1981), pp. 535-563, & in Shaw et Palm (1988), pp. 301-329.
- Edelman G.M., *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*, Basic Books, New York. (8),1987.
- Edelman G.M., *Topobiology*, Basic Books, New York, 1988.
- Edelman G.M., *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*, Basic Books, New York, 1989.