

*Articulations théoriques et pédagogiques entre dispositif d'apprentissage multimédia
interactif et contenu de cours en ligne*

Résumé

La machine de Turing, la cybernétique de Wiener, l'enseignement programmé de Skinner, l'enseignement assisté par ordinateur de Crowder, le projet MEMEX de Bush (1945) à l'origine du réseau web et du lien hypertexte, etc. transposent les découvertes et les hypothèses du fonctionnement cognitif sur les technologies informatisées. La technologie informatique devient un miroir cognitif. Les deux points abordés dans cette recherche seront donc la genèse cognitive et genèse instrumentale.

La genèse cognitive concerne l'adaptabilité cognitive entre les connaissances préalables d'un apprenant et un savoir organisé par un expert de contenu. Cette rencontre entre deux systèmes de représentation et de traitement d'un savoir nous semble capitale dans les situations d'apprentissage en général.

La genèse instrumentale se situe dans l'évolution des systèmes d'apprentissage multimédias dits aujourd'hui « interactifs ». Cette notion d'interactivité est souvent perçue comme un état de fait instrumental : les technologies sont interactives.

Le fil conducteur de la notion d'interactivité, en tant que vecteur pédagogique, considère l'agencement structurel des processus cognitifs transposés aux procédures informatiques supportées par les outils multimédias. L'interactivité, dans son sens premier, serait connexionniste dans le sens d'un échange signifiant entre un système cognitif (l'humain) et un autre type de système (informatique, cognitif, etc.). Les échanges signifiants se créent par des inter-relations, et des interactions non-linéaires basées par exemple sur l'association d'idée liée à une mémoire à long terme. Autrement dit le réseau interactif tend à ne plus considérer uniquement un parcours arborescent, et tend d'avantage vers une structure réseau mosaïque.

Nous verrons que 32 types de cours en ligne sont alors possibles et surtout qu'il est nécessaire pour comprendre les différentes articulations entre dispositif-contenu-écriture de réhabiliter la notion d'interactivité technologique dans les recherches sur ce domaine en la considérant par ce qui constitue son essence : la structure.

Mots-clés : interactivité, structure, cours en ligne, linéarité.

La recherche présentée concerne la conception interactive des corpus de connaissance mis en ligne et à distance. Le fil conducteur est le concept d'interactivité en tant que vecteur pédagogique. Il considère l'agencement structurel des processus cognitifs transposés aux procédures informatiques supportées par les outils multimédias. L'interactivité, dans son sens premier, serait connexionniste dans le sens d'un échange signifiant entre un système de représentation et de traitement (système cognitif) et un autre type de système de traitement (système informatique, système cognitif, etc.). Les échanges signifiants se créent par des inter-relations, et des interactions non-linéaires basées par exemple sur l'association d'idée liée à une mémoire à long terme. Autrement dit le réseau interactif tend à ne plus considérer uniquement un parcours arborescent et linéaire, et tend d'avantage vers des parcours non-linéaires liés à l'outil hypertexte.

Les potentialités des outils multimédias interactifs interrogent alors autant les modèles constructivistes (relation de l'apprenant à l'objet d'apprentissage) que les modèles didactiques (construction d'une situation d'apprentissage par l'expert ou professeur du domaine enseigné). La particularité de notre analyse s'effectue dans la restriction à un corpus de connaissance, et exclue de ce fait, les stratégies collectives d'enseignement. Dans ce contexte sera présentée une grille typologique des cours interactifs mis en ligne.

Le terrain de recherche : le concept d'interactivité

La notion d'interactivité possède de nombreuses vertus. Elle émane des découvertes cognitives (Wiener, 1943 ; Bush, 1945 ; Hebb, 1949 ; Von Foerster & Zopf, 1962 ; Hopfield, 1982 ; Racle, 1983 ; Von Neumann) qui apparentent notre cerveau à un réseau complexe (Bush, 1945 ; Varela, 1993) dont les interactions seraient non-linéaires de type associatif (modèle de la cognition située de Bastien, 1997 ; Changeux, 1983). Ainsi, le concept d'interactivité, considéré sous l'éclairage des découvertes de fonctionnement cognitif, met en avant des structures dynamiques au sein d'un système auto-éco-organisé (Morin, 1998) et auto-régulateur (Piaget, 1998). Ce serait alors la nécessité d'un but pédagogique clairement défini qui permettrait à l'apprenant de naviguer par association d'idées même si ce point reste controversé du point de vue des situations d'apprentissage (Nestor, 1998).

La multiplication des définitions de l'interactivité accompagne les potentialités des formations à distance et en ligne dans des dispositifs d'apprentissage multimédias spécifiques.

Le concept d'interactivité semble de ce fait paradoxale puisque d'un côté il explique les atouts potentiels des formations en ligne, et, de l'autre, il véhicule un marasme de terminologies qui empêche une compréhension claire et pertinente de ce concept, et par conséquent, un usage pédagogique efficient. La réalité technologique prend le pas sur les fondements théoriques.

C'est dans cet environnement que le concept d'interactivité technologique tente d'instaurer un climat de confiance pédagogique. A force de chercher à la caractériser, il devient désuet. Pour bien comprendre l'enjeu de l'interactivité dans les plates-formes d'apprentissage multimédia interactives à distance nous devons revenir à l'essence même de ce concept. Oublier quelques instants l'actualité, et les logiciels interactifs qui ne cessent d'évoluer et de s'actualiser. Nous devons tenter de définir le concept d'interactivité qui semble se caractériser, au sein de la formation à distance, par les possibles applications de modèles psychopédagogiques.

Prise de position sur le concept d'interactivité

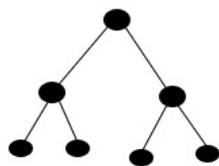
L'évolution des technologies accompagne et émane des découvertes cognitives. La construction de la pensée ne peut plus être uniquement considérée comme linéaire, séquentielle et hiérarchisée, mais comme un ensemble de neurones pouvant et s'interconnectant suivant un réseau complexe (Turing, 1950 ; Hebb, 1949 ; Hopfield, 1982 ; Changeux, 1983 ; Von Foerster & Zopf, 1962 ; Von Neumann, 1992 ; Varela ; 1993). L'association d'idée fait donc partie des moyens d'inter-reliés des neurones à la base de la construction de la connaissances. Le lien hypertexte et le mot clé sont bel et bien des outils technologiques permettant d'accéder et surtout de rechercher des informations par associations d'idée. Ainsi le concept interactivité tend vers un processus cognitif commun à tous les êtres humains qui permet un échange signifiant dans des situations d'interaction. Dans le cas où l'échange entre apprenant(s)/apprenant(s) ou entre apprenant(s)/formateur(s) n'est pas significatif et générateur d'action alors nous sommes dans une situation réactive. Le mode réactif postule que l'apprenant se « plie au savoir » (Lebrun, 1999), et qu'il ne détermine pas lui-même son objectif d'apprentissage ou la cible qu'il veut atteindre à l'intérieur du dispositif existant (Séguy, 1999). Le mode proactif suppose que l'apprenant détermine sa cible et sollicite la « machine » pour l'atteindre, et définir avec elle son parcours. Le mode pro-actif utilise très peu la fonction de rétro-action, contrairement au mode réactif où

la rétro-action est quasi-immédiate puisqu'elle est pré-déterminée par l'objectif, le résultat et la cible à atteindre établis au préalable.

En conséquence le concept d'interactivité est défini par un échange signifiant entre un système de représentation et de traitement (système cognitif) et un autre type de système de traitement de l'information (systèmes informatisées, et systèmes cognitifs). Les structurations interactives deviennent dès lors essentielles puisqu'elles sont des potentiels d'échanges signifiants favorisant les interactions.

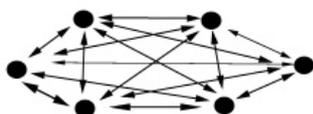
Considérant cette définition du concept d'interactivité, les structurations interactives deviennent multiples puisqu'elles co-dépendent de la logique, au sens mathématique du terme, du concepteur. Ce dernier se doit, dans la mesure du possible, d'adapter sa structuration au public apprenant et à la discipline enseigné (tout en tenant compte de la complexité du savoir à transmettre). Nous retrouvons finalement deux archétypes de la formation et de la structuration des parcours (Wiener, 1943 ; Hopfield, 1982, Leclerq, 1991 ; Drouhard, 1991) :

- Un archétype rationnel ou structure en réseau arborescent basé sur le traitement et la compréhension d'un élément de savoir. Une organisation privilégiant l'arborescence et le traitement séquentiel de l'apprentissage. Ces modèles organisationnels sont des modèles de transposition didactique du savoir à usage déductif privilégiant la linéarité du parcours par niveau de complexité.



Organisation relationnelle des éléments de savoirs en « *réseau arborescent* »

- Un archétype relationnel ou structure en réseau mosaïque basé sur l'interrelation et la circulation entre les éléments de savoirs. Une organisation privilégiant l'apprentissage comme une organisation entre les éléments de savoirs et un parcours pluriel favorisé par le concepteur-auteur du cours en ligne.



Organisation relationnelle des éléments de savoirs en « *réseau réticulaire* »

Problématique soulevée

Les recherches effectuées dans le passé semblent tendre vers une remise en question de cette recherche en tant que telle. En effet, il semblerait que le degré d'une structure réseau (du réseau arborescent au réseau réticulaire) dépende du niveau de l'apprenant et de la complexité du problème à résoudre. Les résultats empiriques actuels tendent à montrer que les apprenants n'utilisent pas spontanément les fonctions structurelles ou fonctionnelles des hypertextes de manière constructive (Jacobson et al., 1995), et préfèrent souvent suivre les liens proposés (Schroeder & Grabowski, 1995), à moins qu'ils ne possèdent déjà des connaissances avancées sur le domaine (Spiro & Jehng, 1990). Un des points à considérer serait le niveau de connaissance préalable ou pré-requis des apprenants sur le domaine étudié. Ce qui revient à ce que l'on appelle plus « familièrement » la relation expert-novice (Dreyfus, 1992 ; Tochon, 1993).

La transition des modèles cybernétiques vers des modèles interactifs suit les transitions des modèles cognitifs sur les structures d'interconnexion neuronales (Turing, 1950; Wiener, 1943, Hebb, 1959; Von Foester & Zopf, 1962 ; Von Neumann, 1992, Hopfield, 1982 ; Varela, 1993). L'évolution des modèles mathématiques et logiques appliqués aux sciences cognitives (Russel, 1949), puis sur les outils technologiques (Wiener, 1949 ; Turing, 1950; Von Neumann, 1992, etc.), tente de comprendre la « logique » du vivant. Au départ les recherches s'orientées vers des calculateurs formalisés par des systèmes auto-organisés, pour aujourd'hui tendre vers des méta-calculateurs formalisés par systèmes auto-éco-organisés (Hopfield, 1982 ; Morin, 1998, 1999 ; Varela, 1993 ; Changeux, 1983).

Les recherches récentes n'interrogent, à mon sens, que trop peu la structuration des cours interactifs en ligne, pour s'en détourner. Legros et Crinon (2002), par exemple, distinguent les modèles centrés sur l'enseignant, les modèles centrés sur l'élève, les modèles centrés sur les interactions, et enfin, le constructionnisme et les conditions d'un design efficace. Les modèles centrés sur l'enseignant sont aussi appelés « modèles instructionnistes » dont « *la tâche de l'enseignant consiste à présenter les objectifs et le contenu de la leçon, à situer ce contenu par rapport aux connaissances déjà acquises, à guider les élèves dans ses exercices d'apprentissage et à l'évaluer.* » (p. 33). Il s'agirait ici de découper le domaine de connaissances étudiés en éléments plus petits. L'apprentissage devient l'intégration dans un domaine d'apprentissage de chacun des unités pré-définis par le concepteur/professeur. Les modèles institutionnels guident l'apprenant dans sa recherche d'information en tenant compte

de l'objectif pédagogique à atteindre par la réalisation d'un exercice par exemple. Mais les auteurs signalent que les contenus sont « découpés », « *isolés simplifiés en unités de plus en plus petites et décontextualisés qui perdent souvent une signification pour l'élève. Ils finissent par produire des « connaissances inertes »*. (Legros & Crinon, 2002, p. 33). Cependant aucune véritable réponse n'est donnée en termes d'effets pédagogiques, de dispositifs didactiques, etc.

Le « vide » pédagogique sur les modèles pédagogiques multimédias interactifs, qui tendent finalement vers une approche didactique des multimédias interactifs, ne remet en cause ni les recherches passées et les chercheurs, ni les actuelles, mais les questionnent. Les modèles centrés sur l'élève par exemple, peuvent-être des « modèles d'apprentissage par la découverte » (Bruner, 1973) qui « *supposent un situation-problème la formulation d'hypothèses, la recherche et l'analyse des informations, variables en fonction des connaissances antérieures de l'apprenant et leur évaluation.* » (Fabre, 1999, pp. 33-34). Cet apprentissage par l'action (Richard, 1995) et cette centration sur l'apprenant contribuerait ainsi au développement de la pensée critique de l'élève et donc à son autonomie. C'est ainsi que nous pouvons comprendre et considérer les propos de Morandi (1997, p. 20) : « *L'objet de la pédagogie, ce n'est ni l'enseignant, ni le savoir, ni l'élève mais l'activité qui les réunit. [...]. La pédagogie constitue par extension le système organisé de l'activité, la modélisation de ses pratiques, de ses méthodes. [...]. La pédagogie, à la fois modèle et méthode, est une organisation formatrice.* ».

Pour synthétiser nous orientons cette recherche sur le principe de « systématicité » (Ripoll & Coulon, 2001), initialement décrit par Gardner (1983), qui serait l'expression d'une tendance naturelle et universelle de notre système cognitif qui « *préférerait établir des correspondances (appariements) entre des systèmes de relations représentés par des prédicats d'ordre supérieur plutôt qu'entre des prédicats isolés.* » (p. 293).

Le dispositif de recherche

Le département Sciences de l'Education (Université de Provence) propose aux apprenants adultes (moyenne d'âge 37 ans) une formation professionnalisée de niveau Bac+5 intitulée « DESS Mastaire Consultant en Formation Multimédia ». Le dispositif de formation est dit mixte (Marchand, 1998) puisqu'il alterne cours en ligne et regroupement en présentiel (5 semaines). Les deux années universitaires 2001/2002 et 2002/2003 ont été l'objet de l'étude

de cette recherche. Huit cours sont mis en ligne sur la plate-forme Webct au cours de chaque année universitaire. Les 16 cours analysés sont en grande partie axés sur des travaux-exercices à restituer par courrier électronique. Le dispositif de recherche tente alors de distinguer différents degrés de structurations de cours que nous pouvons mettre en ligne. Pour construire cette grille structurelle de cours en ligne nous nous sommes appuyés d'une part sur les expériences passées et d'autre part sur les potentialités actuelles de la notion d'interactivité à travers sa caractéristique multilinéaire. Nous considérons tout d'abord que l'apprenant adulte, quelque soit la structuration du cours mise en ligne à la liberté de consulter ou non les éléments de savoirs. Il n'a en aucun cas la possibilité de les organiser. L'apprentissage formalisé par le concepteur-auteur du cours devient malléable dans le sens où l'apprenant choisi l'ordre des liens qui lui font sens (expérience, connaissances préalables, etc.). « *C'est l'apprenant qui décide de suivre ou non les conseils et la structure d'un didacticiel* » (Nestor, 1998, p. 190-191). A ce titre, il serait intéressant de comparer la structuration mis en ligne par le concepteur-auteur de contenu, et l'usage effectué par l'apprenant.

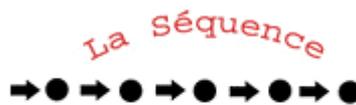
Construction de la grille typologique des structurations interactives

La modélisation de la grille typologique des structurations interactives s'inspire des travaux des années 1960 jusqu'aux années 1990, c'est-à-dire de la cybernétique à l'interactivité (Mac Culloch & Pitts, 1943 ; Von Foerster & Zopf 1962 ; Crowder, 1953, 1969 ; Holland, 1985 ; Von Neumann, 1992). Holland (1985) considère que les individus recherchent les environnements qui correspondent à leurs intérêts et qu'ils s'y adaptent d'autant mieux que cette correspondance est forte. Les variables principales dans ce modèle étant : le pré-requis des apprenants (du novice à l'expert), le niveau des connaissances à acquérir (élémentaires et complexe : une connaissance complexe nécessiterait par exemple peu de structure linéaire). La structuration a ici un rôle essentiel autant que le niveau ou pré-requis des apprenants dans le domaine étudié, ainsi que le niveau de connaissance à acquérir. L'organisation structurelle devient le point de rencontre d' « adaptabilité » entre le système de représentation et de traitement de l'apprenant dans le domaine étudié et le système de représentation et d'organisation du concepteur dans le domaine enseigné.

L'organisation générale d'un cours en ligne peut prendre différentes formes dépendant des objectifs pédagogiques et des modèles pédagogiques utilisés. En 1991, Drouhard et Tricot font des recherches sur les structures interactives. Drouhard (1991) oriente sa recherche sur les « hypertraceurs » avec le logiciel Hypercard pour tenter de repérer et d'identifier les

parcours des usagers. Il met en évidence 4 types de graphe correspondant à la structure de l'hyperbase (« une hyperbase linéaire », « une hyperbase rayonnante », « une hyperbase arborescente », « une hyperbase formant un réseau maillé »). Cette formalisation graphique des « hypertraceurs » s'apparente à ce que Rouet (1991) appelle « les structures relationnelles ». Rouet (1991) définit quatre types de structure relationnelle organisant les interactions et les inter-liens entre les éléments du cours :

- La séquence correspond à la densité relationnelle la plus faible, et au « trajet moyen » le plus long. Il s'agit de la structure relationnelle des textes linéaires cohérents, c'est-à-dire avec une progression thématique motivée par des macro-relations.



- Le réseau partiel : chaque unité peut avoir un ou plusieurs thèmes associés. C'est le cas le plus fréquent dans les hypertextes actuels. La densité relationnelle est ici fonction de la structure du domaine d'apprentissage.



- Le réseau complet possède la densité la plus forte, et permet les trajets les plus directs et les plus nombreux.



- L'étoile se présente comme une structure intermédiaire : elle représente un compromis entre le nombre de liens et la longueur moyenne du trajet permettant de passer d'une unité à l'autre. Cette structure permet en fait tous les trajets du réseau complet, mais

ces trajets transitent vers une unité intermédiaire qui est une unité de sélection ou de menu.



Ces structurations relationnelles sont des structurations de parcours particuliers. Nous pouvons postuler que selon le type de structure « réseau » choisi, les repères de l'apprenant, sa navigation et sa compréhension des articulations entre les éléments de savoir se modifient. Il nous faut alors considérer ces structurations dans des parcours pédagogiques et tenter d'en identifier les conceptions. Dans ce contexte, la structuration relationnelle de type séquentielle favorise la parcellisation, la hiérarchisation des éléments de savoir. Un réseau partiel est la construction d'un parcours-guide d'apprentissage non séquentiel dont les liens entre les éléments sont limités. Le réseau complet met tous les éléments de savoir en interaction laissant l'apprenant devenir « maître » de son parcours. Enfin, le réseau étoile permet la diversité des approches ou des entrées cognitives (connaissances préalables des apprenants) en interaction avec un unique élément de savoir.

Par conséquent, nous avons 4 types de structurations interactives différentes s'apparente à ce que Séguy (1999) appelle « l'interactivité de structure », qui articule et organise le contenu même du cours en ligne.. Ces structurations différencient la manière de segmenter un corpus de connaissance. Il nous faut également considérer la rédaction même du contenu d'un élément de savoir. Cette rédaction appelée « architecture du contenu » peut-être de trois ordres : linéaires, quasi-linéaire, et non-linéaires. L'architecture linéaire correspond à un cours écrit sous une forme séquentielle. Le cours en ligne prend la forme d'une table des matières. Le déroulement tend à être linéaire et à transposer de manière séquentielle contenu/exercice par degré de difficulté, et par nécessité de compréhension. L'architecture du cours commence par des fondamentaux pour aller vers des applications spécifiques, débute par la théorie pour se diriger vers la pratique (exemple, exercices, etc.). Ce cours en ligne nommé table des matières met en perspective un ordre chronologique à usage déductif. Le deuxième type d'architecture appelée quasi-linéaire prend la forme d'un contenu organisé sous forme de pages html. La navigation de l'apprenant est moins contrainte par l'architecture du dispositif.

L'architecture quasi-linéaire est à la fois chronologique et quasi-séquentiel (l'auteur du cours met en perspective une démarche linéaire et rompt sa linéarité par le lien hypertexte). Le troisième type d'architecture est dit non-linéaire. Le cours en ligne est par exemple axé sur une série d'exercices sans ordre préalable. L'architecture non linéaire propose sur chaque élément du contenu des liens hypertextes à l'apprenant. L'apprenant a donc le choix de commencer l'apprentissage par le nœud d'entrée qu'il souhaite.

Enfin la dernière catégorie influençant le degré de structuration des cours est le degré consigne (Beney & Séré, 2001). Les consignes sont nécessaires pour guider l'activité des apprenants et sont interprétée par ces derniers. La consigne « *conduit l'élève à se représenter par anticipation la tâche à réaliser* » (Esbelin, 2001, p. 3). Une consigne très clairement énoncée peut, par exemple, favoriser des structures relationnelles de type réseau complet puisqu'elle permet à l'apprenant de se repérer dans les objectifs du cours, et dans la manière d'utiliser le dispositif. Cette consigne que nous appelons « formalisée » concerne alors une consigne sur les objectifs du cours, une consigne sur le rôle et le statut du professeur dans le cours (participation au forum, chat...), une consigne sur ce que l'on attend des apprenants suite à ce cours. Tous nos cours formalisés ont ces trois degrés. Le deuxième type de consigne appelée suggérée car elle n'a pas le caractère obligatoire de la consigne formalisée. Le cours en ligne suggère à l'apprenant un cheminement tout en le laissant « décideur » de son parcours. Enfin, certains cours peuvent comporter aucune consigne. Le principal inconvénient de ne pas donner de consigne pédagogique est le manque de repère de l'apprenant dans le cours, le besoin de compréhension du cours ou sur les attentes du concepteur du cours.

Par conséquent la grille typologie de structurations interactives des cours en ligne croise les quatre structurations entre les éléments de contenu constitutifs du corpus de connaissance, les trois architectures rédactionnelles du contenu, et les trois degrés de formalisation de la consigne.

Tableau 1 : Grille typologique des cours en ligne

	Réseau Séquentiel	Réseau Etoile	Réseau Partiel	Réseau Complet
CF linéaire				
CS linéaire				
SC linéaire				
CF quasi-linéaire				
CS quasi-linéaire				
SC quasi-linéaire				
CF non linéaire				
CS non linéaire				
SC non linéaire				

CF : Consigne Formalisée CS : Consigne suggérée SC : Sans Consigne

Modèle pédagogique basé sur un parcours unique sur une relation appelée familièrement expert-novice où la relation entre l'apprenant et l'objet d'apprentissage est fortement guidé par une approche déductive.

Modèle pédagogique axé sur un parcours homogène tenant compte des différences individuelles. L'apprenant dispose de certaines relations entre différents niveaux de connaissance soit entre des éléments de niveaux de connaissance distincts, soit entre un élément de connaissance et le contenu d'un autre niveau de connaissance.

Modèle pédagogique sur des parcours différenciés hétérogènes. La conception est davantage basée sur la résolution de problème ou une recherche action. L'apprenant dispose alors de parcours multiples dont les relations entre les éléments ne sont pas pré-construites par le concepteur du cours. C'est à l'apprenant de faire ses propres relations entre les éléments de connaissance en suivant les préconisant et les premiers liens et ressources conseillés.

Résultats de la recherche

La grille typologique des cours mis en ligne catégorise 32 types de cours sans différencier les cours basé sur une méthode déductive des cours construits sur une méthode inductive (la prise en compte de cette distinction catégoriserait 64 types de cours).

Tableau 2 : Résultats Grille typologique des cours en ligne

	Réseau Séquentiel	Réseau Etoile	Réseau Partiel	Réseau Complet	Total
CF linéaire	8		4		12
CS linéaire					0
SC linéaire					0
CF quasi-linéaire			1		1
CS quasi-linéaire			1		1
SC quasi-linéaire					0
CF non linéaire				2	2
CS non linéaire					0
SC non linéaire					0
Total	8	0	6	2	16

CF : Consigne Formalisée CS : Consigne suggérée SC : Sans Consigne

Les résultats tendent vers une articulation importante entre une structure relationnelle de type séquentiel et une architecture linéaire (8 cours sur 16). Cette alternative semble pertinente dans l'application d'un modèle pédagogique basé sur la pédagogie par objectif où la progression de l'apprenant s'exerce par étape successive (nous sommes dans ce cas proche des modèles cybernétiques notamment avec un niveau de profondeur égal à 1). Le réseau partiel représente 6 cours en ligne sur 16 dont 4 sont associés à une architecture linéaire. L'usage d'un tel dispositif est une première transition vers des modèles pédagogiques donnant la possibilité à l'apprenant de personnaliser sa navigation au sein du dispositif. Le modèle pédagogique se rapproche d'une pédagogie de la découverte (laissant le choix à l'apprenant d'exercer des liens entre les éléments de savoir) tout en le guidant. Enfin, notre attention se porte sur les deux cours en ligne conjuguant réseau complet à architecture non-linéaire avec une consigne formalisée. Le modèle pédagogique s'apparente à une recherche-action puisque dans ces deux types de cours un exercice est proposé. Pour résoudre l'exercice, l'apprenant dispose d'un ensemble de ressources sortant même du dispositif (recherche de document sur le réseau Internet). Ce type de cours en ligne exploite davantage les potentialités des outils interactifs.

Discussion

Les cours mis en ligne ne semblent pas encore adaptés aux potentialités des outils interactifs. Ils restent davantage dans des les modalités pédagogiques définis par Lumbroso (1978) sur la formation à distance par correspondance. Toutefois, l'ingénierie pédagogique bénéficie de nouveaux outils pédagogiques qu'elle peut exploiter dans des phases de compréhension personnelle, de recherche, de pluralité des parcours. Nous pouvons alors considérer que nous sommes dans une période de transition, de l'enseignement assisté par ordinateur à un « enseignement interactif », dont l'enjeu devient la recherche d'une didactique des structurations de cours interactifs véhiculées par le réseau Internet.

L'enjeu du concept d'interactivité semble se situer dans la détermination et l'organisation d'activité pédagogique (Galperine, 1980 ; Depover, 1997). La conception pédagogique également. La transposition formalisée par des degré d'architecture réseau plus ou moins linéaires favoriserait de manière diversifiée le développement de l'activité proposée. Nous signalons à ce titre, que la non-linéarité signifie une rupture dans la linéarité des transpositions de savoirs. Nous considérons que la distinction entre un fonctionnement cognitif dit « non-linéaire » et un fonctionnement cognitif « linéaire » nous apporte, dans notre recherche, des pré-supposés théoriques : adaptabilité et plasticité à l'apprenant. Toutefois la signification de la non-linéarité par rapport à la linéarité semble peu persuasive si elle n'est pas associée à la notion de réseau. En effet, la linéarité ou la non-linéarité peut-être considérée comme une fonction du réseau déterministe (la même entrée donne toujours la même sortie) ou probabiliste (l'entrée définit une distribution de probabilité sur l'ensemble des sorties possibles, et la réponse correspond à une d'entre elles). Le réseau, et en l'espèce, le réseau neuronal à un « comportement-action » qui dépend de son architecture (des couches et de leur organisation), et des fonctions de transfert utilisées, et des valeurs des connexions synaptiques qui relient les neurones les uns aux autres. Un réseau de neurone traite, et dans le cas de l'apprentissage trans-forme l'information lorsqu'elle passe à travers les couches de neurones. Le réseau linéaire ou non linéaire a pour principal enjeu d'être un vecteur d'apprentissage, interagissant au sein même de la structuration, du fait de sa fonctionnalité de transfert, qui revient à dire en terme didactique de transposition.

Conclusion

La grille typologique de cours en ligne proposée ne permet pas d'évaluer les influences des structurations des cours en ligne dans les situations d'apprentissage. Cette recherche permet toutefois de distinguer, de manière générale, trois méthodes pédagogiques (Lorenzi & Prina, 1992). Une méthode affirmative archétype du cours magistral basée sur un exposé et un débat (feed-back). C'est l'application de l'enseignement programmé basé sur des séquences d'informations. Une méthode démonstrative : démontrer et expliquer, faire et refaire. Enfin, une méthode active basée sur la découverte (résoudre un problème ou étude de cas ou simulation d'une situation par le processus essais-erreurs), et la créativité.

Enfin, rappelons nous que les cours mis en ligne sont organisés par le concepteur du cours. L'organisation du contenu du cours a différentes formes représentés par une structuration des éléments de savoir et une architecture rédactionnelle du contenu du cours. La structuration du cours choisie est alors, et ce de manière systématique et systémique, imposée à l'apprenant. Toutefois, l'apprenant reste décideur de l'usage du cours qui lui est destiné. Par exemple si le contenu du cours est sous forme de table des matières, l'apprenant peut ne pas respecter la chronologie formalisée par le concepteur du cours. L'apprenant peut également ne peut consulter certains éléments du contenu du cours. C'est dans ce contexte que vous nous présentons « IliDiane ». IliDiane est un produit informatique qui tente de répondre au concepteur du cours sur l'usage et la pertinence de la structuration de son cours. IliDiane cartographie l'usage d'un contenu de cours de manière collective (groupe apprenant) et personnelle (parcours dynamique d'un apprenant). Le principal avantage est donc lié à n comparatif entre la structuration d'un cours en ligne formalisé par le concepteur et reconnaissance de l'usage de cette même structuration par les apprenants. IliDiane fournit alors des indicateurs graphiques d'un groupe d'apprenant ou d'un seul apprenant sur l'usage des contenus hypermédias tel que :

- le temps de consultation de chaque élément du cours ;
- Le nombre de consultation des éléments du cours ;
- L'écart maximal et minimal de la durée et du nombre de consultation par élément du cours ;
- La moyenne de la durée et du nombre de consultation par élément du cours ;
- La médiane de la durée et du nombre de consultation par élément du cours.

Ilidiane s'inscrit donc dans une conception pédagogique et didactique des cours mis en ligne et de leurs usage par les apprenants e/ou un apprenant. Le principal intérêt de cet outil est de repérer rapidement et simplement des indicateurs des situations d'apprentissage permettant d'adapter la structuration d'un cours au public d'apprenant, et de modifier une structuration de cours s'il est nécessaire.

Bibliographie

- Aiglin J. & Scamps O. (1993). *Macintosh multimédia, mais c'est très simple*, Paris : Dunod Tech.
- Bastien C. (1997). *Les connaissances de l'enfant à l'adulte. Organisation et mise en œuvre*, Paris : Arman Colin/Masson.
- Beney M. & Séré M-G (2001). Entre réussir et comprendre ou l'effet des consignes opératoires sur la compréhension des procédures de mesurage en TP de physique de premier cycle universitaire, *Didaskalia*, n°19, 9-37.
- Changeux J.P. (1983), *L'Homme neuronal*, Paris : Fayard.
- Crowder, N. (1959). Automatic tutoring by means of intrinsic programming. In E. H. Galanter (Ed.). *Automatic Teaching: The State of the Art*. New York : John Wiley & Sons.
- Crowder, N. (1963). On the difference between linear and intrinsic programming. *Phi Delta Kappan*, 44, 250-254.
- Depover C. (1987). *L'ordinateur média d'enseignement, un cadre conceptuel*, Bruxelles : De Boeck.
- Drouhard J-P. (1991). Petite typologie des Hypertraceurs, *Hypermédiat et Apprentissages Actes de premières journées scientifiques*, INRP, édités par La Passetière B. et Baron G-L, 239-244.
- Hebb D. (1949). *The organization of behavior*, New-York : Wiley.
- Holland J.L. (1985). *Making Vocation Choices : a theory of vocational personalities and works environments*, N.J. : Prentice-Hall.
- Hopfield J.J. (1982). *Proceeding of the national academy of sciences (USA)*, vol. LXXIX.
- Laufer R. & Scavetta D. (1992). *Texte, hypertexte et hypermédia*, Paris : PUF, 1992.
- Lebrun M. (1999). *Des technologies pour enseigner et apprendre*, Bruxelles : De Boeck Université.
- Leclercq D. (1991). Hypermédiat et tuteurs intelligents : vers un compromis, *Hypermédiat et Apprentissages Actes de premières journées scientifiques*, INRP, 19-35.
- Legros D. & Crinon J. (2002). *Psychologie des apprentissages et multimédia*, Paris : Editions Armand Colin.
- Lumbroso M. (1978). « La formation des adultes préparant par correspondance l'examen spécial d'entrée », Thèse sous la direction de Léon A., Université René Descartes, Paris V, Sciences Humaines, Sorbonne, 1978.

- Mac Culloch W.S. & Pitts W. (1943). *A logical calculus of the ideas immanent in neuron activity*, New York : Bulletin of Mathematical Biophysics.
- Morin E. (1998). *La complexité Humaine*, Manchecourt : Flammarion.
- Nestor C. (1998). Le multimédia au service de l'apprentissage des anglais par des adultes, thèse de sciences de l'éducation, sous la direction de Soula J.-P., Toulouse 2.
- Rouet J-F (1991). « Compréhension de textes didactiques par des lecteurs inexpérimentés dans des situations d'interaction sujet-ordinateur », thèse de doctorat de Psychologie sous la direction de Stephane Ehlich, Université de Poitiers.
- Saint-Pierre S. & Olsen L.K. (1991). Student perspectives on the effectiveness of correspondance instruction. *The American Journal of Distance Education*, 5 (3), 65-71.
- Séguy F. (1999)., *Les produits interactifs et multimédias*, Grenoble, Presse universitaire de Grenoble.
- Tricot A. (1995). « Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation des hypermédias », thèse de doctorat sous la direction de Bastien C.
- Turing A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-460.
- Varela J. F., Thompson E., Rosch E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit*, Paris : Seuil.
- Von Neumann J. (1992). *L'ordinateur et le cerveau*, (1^{ère} éd. 1958), Paris : La Découverte.
- Wiener N. (1943). Philosophy of Science, in Breton P. (1995), *A l'image de l'Homme*, Paris: Seuil.