Document généré le 12 jan. 2026 14:23

Revue des sciences de l'éducation

L'interactivité dans un environnement d'apprentissage multimédia

Max Giardina

Volume 18, numéro 1, 1992

URI : https://id.erudit.org/iderudit/900719ar
DOI : https://doi.org/10.7202/900719ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (imprimé)
1705-0065 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement d'apprentissage multimédia. *Revue des sciences de l'éducation*, *18*(1), 43–66. https://doi.org/10.7202/900719ar

Résumé de l'article

Cette étude analyse l'évolution du concept d'interactivité entre un apprenant et un système d'apprentissage interactif multimédia. Une importance particulière est donnée à la dimension cognitive de l'interactivité. L'identification et la définition des concepts sous-jacents à cette évolution nous amènent à présenter un modèle théorique qui prend en considération la structuration du contenu à travers une modélisation et une représentation nouvelles, le type de transaction entre apprenant et système interactif ainsi que les possibilités d'adaptation, de réajustement et d'intervention que le design de ces nouveaux systèmes d'apprentissage doit comporter pour passer d'un environnement expert à un environnement apprenant.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'éducation, 1992

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Revue des sciences de l'éducation, vol. XVIII, no 1, 1992, p. 43-66.

L'interactivité dans un environnement d'apprentissage multimédia

Max Giardina
Professeur
Université de Montréal

Résumé — Cette étude analyse l'évolution du concept d'interactivité entre un apprenant et un système d'apprentissage interactif multimédia. Une importance particulière est donnée à la dimension cognitive de l'interactivité. L'identification et la définition des concepts sous-jacents à cette évolution nous amènent à présenter un modèle théorique qui prend en considération la structuration du contenu à travers une modélisation et une représentation nouvelles, le type de transaction entre apprenant et système interactif ainsi que les possibilités d'adaptation, de réajustement et d'intervention que le design de ces nouveaux systèmes d'apprentissage doit comporter pour passer d'un environnement expert à un environnement apprenant.

Les environnements multimédia nous donnent une nouvelle vision face à l'intégration de nouvelles technologies aptes à augmenter notre habileté à traiter des informations. Ils nous obligent aussi à changer notre perception des connaissances. Ce changement se reflète dans la convergence synergétique entre les différents types d'accès, les différentes formes de communication et d'échanges d'informations. L'environnement d'apprentissage multimédia interactif ne devrait plus représenter un objet passif contenant seulement des informations, mais il devrait devenir, d'une part, le moyen de communication des intentions pédagogiques du professeur/concepteur et, d'autre part, le lieu d'essai, d'accès, de jeu, de réflexion de l'apprenant qui cherche, interprète, manipule et construit des nouvelles connaissances. À l'intérieur de ce cadre conceptuel, l'interactivité intègre une dimension physique et cognitive issue des différents contacts possibles entre l'apprenant et le système pour cheminer dans un réseau d'informations, mais aussi et surtout elle témoigne des choix cognitifs de l'individu en fonction de ses manipulations des informations disponibles. Dans ce contexte, nous pensons que l'individu constitue un élément du concept d'interactivité en étant le promoteur et le bénéficiaire ultime d'une transaction définie comme un cycle d'échanges d'informations plus ou moins significatives en vue de générer la signification ou la compréhension d'un phénomène ou d'un état.

La tendance actuelle de la recherche dans ce domaine met l'accent sur l'importance du design comme processus d'élaboration et d'articulation d'informations, appliqué aux différents niveaux opérationnellement différents mais dynamiquement complémentaires, qui agissent dans un système d'apprentissage multimédia. C'est ainsi que nous essayons, dans cette étude, d'identifier, de défi-

nir et d'opérationnaliser les différents éléments reliés à l'évolution du concept d'interactivité par le biais d'une approche de design différent.

Cette nouvelle réalité constituée par de nouveaux environnements qui donnent des pouvoirs différents aux individus notamment en ce qui concerne l'accès et la manipulation des informations gagne de plus en plus le domaine de l'éducation. L'équilibre statique où les rôles sont partagés définitivement se modifie en un équilibre dynamique où les rôles changent selon la situation et les besoins reliés à chaque individu. Alors, comment définir et expliquer ces réalités nouvelles? La représentation d'un certain contenu emprunte la voie de nouveaux types de transactions de connaissances qui surviennent alors entre l'environnement et l'apprenant. Le contrôle et l'initiative oscillent entre l'environnement et l'individu au gré de ses décisions, elles-mêmes influencées par l'adaptabilité et la flexibilité de l'environnement aux différences individuelles. L'interactivité telle que définie dans la recension des écrits et appliquée dans les situations les plus diversifiées est le concept de base qui s'adapte bien à toutes sortes de situations justement parce qu'il semble être encore flou et utilisé de manière polysémique dès que l'on considère les caractéristiques de la technologie utilisée.

Dans notre étude, nous avons essayé de le faire évoluer d'un état confus et encore trop relié à un design technocentrique où il semble avoir été défini pendant longtemps en fonction des caractéristiques techniques de l'environnement utilisé, afin d'essayer de l'assimiler et donc de le définir à l'aide d'une conception nouvelle du design adopté. Dans ce contexte, le design essaie de conceptualiser les caractéristiques techniques d'un environnement tel qu'un vidéodisque couplé au micro-ordinateur, en prenant en considération la modélisation du savoir véhiculé et en permettant un accès et un contrôle de la part de l'apprenant de ce savoir. Le concept d'interactivité acquiert aussi une dimension nouvelle par une attention particulièrement portée sur les stratégies personnelles de chaque apprenant pendant son apprentissage, en vue de favoriser l'échange d'informations et de connaissances pertinentes entre l'environnement interactif et l'individu. C'est donc à travers l'identification d'un cadre conceptuel nouveau dans lequel l'interactivité est définie à l'aide d'éléments proprement reliés à l'environnement technologique utilisé, au design complexe, aux actions-décisions de l'apprenant et aux réajustements adaptés aux différences individuelles que l'environnement interactif sera utilisé. Nous avons développé un environnement d'apprentissage interactif qui nous a permis de recueillir systématiquement des informations tout au long du processus de développement.

Le développement d'un objet concret complexe nous a permis d'en observer l'impact et d'analyser les réactions des apprenants dans cette situation nouvelle d'apprentissage. Dans cet environnement interactif les observations sont surtout axées sur le processus d'apprentissage plutôt que sur le produit. En effet, si nous voulons faire acquérir au concept d'interactivité une dimension cognitive, il faut favoriser des interéchanges d'informations d'ordre qualitatif

qui ne soient pas seulement la vérification d'un aboutissement mais plutôt une observation significative du processus de l'apprenant pour arriver à cet aboutissement. C'est pourquoi nous avons introduit à l'intérieur de cet environnement interactif une dimension raisonnante qui permet de suivre l'apprenant tout au long de son apprentissage pour mieux comprendre ses décisions, et en conséquence, pour permettre à l'environnement interactif de mieux s'y adapter. Dans cette étude, nous avons donc exploré comment un tel environnement interactif peut répondre au besoin de la personnalisation de la formation.

Origine conceptuelle des nouveaux environnements d'apprentissage interactifs

Avec les récents développements de la technologie des microprocesseurs, la possibilité de relier un vidéodisque au laser et un ordinateur a donné naissance à un nouvel environnement technologique appelé vidéodisque interactif qui permet des applications fort intéressantes dans le domaine de la formation et de l'éducation (Cohen, 1985). Cette technologie a été transférée graduellement au domaine de l'éducation, après avoir été inventée et développée pour des applications militaires et commerciales. La lente intégration de ces systèmes en éducation et en formation ne permet pas encore d'en énoncer toutes les possibilités d'apprentissage. Nous commençons seulement à apercevoir qu'un environnement où on retrouve le vidéodisque interactif est capable de créer des situations d'apprentissage qui cumulent les avantages de la télévision éducative et de l'enseignement assisté par ordinateur (Levin, 1983). Dès lors, nous croyons avec Romiszowsky (1986) que le vidéodisque interactif peut être considéré comme un nouveau medium, aux caractéristiques propres et bien définies. Comme Bork le définit (Bork, 1977, p. 199): «An important moment is occurring, the moment when the computer plus powerful associated audiovisual capabilities can have a major effect on education at all levels.»

Ce nouvel environnement technologique s'enracine à l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) avec tous ses acquis en apprentissage. Dans cet article, nous prendrons en considération le concept d'enseignement assisté par ordinateur, d'une façon beaucoup plus rattachée aux principes définissant les applications pédagogiques de l'ordinateur et non pas en tant que mécanisation de l'enseignement programmé, tel que défini au début des années 60.

Dans ce contexte, déjà plusieurs recherches ont démontré que l'enseignement assisté par ordinateur peut non seulement améliorer l'apprentissage mais diminuer aussi le temps nécessaire pour accomplir une même tâche d'apprentissage (Kulik, 1983; Kulik, Kulik et Bangert-Drowns, 1985; Kulik, 1987). L'enseignement assisté par ordinateur s'est révélé efficace avec plusieurs types d'apprenants et dans différentes situations de formation (Charp, 1981). L'intégration de l'enseignement assisté par ordinateur a eu un effet positif sur la dimension affective de l'apprenant, sur son attitude face à l'apprentissage et sur son estime de soi (Clément, 1981). De plus, plusieurs auteurs pensent que l'usage des applications pédagogiques de l'ordinateur peut aider les apprenants à se pré-

parer à l'utilisation de l'ordinateur comme outil de travail et permet de passer d'un apprentissage basé sur les faits à un apprentissage de processus, encourageant ainsi les étudiants à développer leurs capacités de résolution de problèmes et leur pensée critique (Bork, 1980, 1985; Papert, 1980). Parler de l'efficacité d'un moyen ou d'une méthode de formation n'a guère de sens si on ne précise pas les conditions dans lesquelles cette efficacité a été démontrée. Or l'enseignement assisté par ordinateur définit à la fois un média d'enseignement et un ensemble de méthodes (Depover, 1987) dont le niveau d'efficacité varie sensiblement selon le contexte dans lequel il est utilisé.

L'évolution des applications pédagogiques informatisées traditionnelles

Si nous regardons rapidement les recherches s'intéressant à l'efficacité de l'enseignement assisté par ordinateur en milieux de formation, nous constatons que presque toutes les études s'accordent pour établir le fait que l'ordinateur, utilisé comme complément à un apprentissage traditionnel, entraîne une amélioration substantielle de la performance (Arnold, 1970; Bitter, 1970; Fletcher et Atkinson, 1972; Suppes et Morningstar, 1972; Pagliaro, 1983; Wiser, 1986). Par exemple, cela devient évident lorsqu'un progrès important en arithmétique est noté après un apprentissage de type *drill and practice*, comme le soulignent Suppes et Morningstar (1972) et Kulik (1987). Lorsque l'enseignement assisté par ordinateur est utilisé comme substitut à l'enseignement traditionnel, Kulik *et al.* (1980) notent que, sur un ensemble de 41 recherches, 66 % ne conduisent à aucune différence significative, 31 % sont favorables à l'utilisation de l'ordinateur et moins de 3 % donnent des résultats inférieurs à l'enseignement traditionnel. Dans le même sens, Kulik (1987) souligne par ailleurs que les apprenants performent mieux dans des situations où il y a intégration de l'enseignement assisté par ordinateur, qu'ils le font en moins de temps et qu'ils développent des attitudes plus positives en utilisant l'ordinateur. L'utilisation de l'enseignement assisté par ordinateur en petits groupes est aussi souhaitable (Johnson et Soloway, 1985) car la collaboration, le partage et l'échange générés à l'intérieur du groupe par la communication avec l'ordinateur augmentent le potentiel de la situation d'apprentissage. L'efficacité de l'enseignement assisté par ordinateur peut se noter aussi en fonction des caractéristiques et du niveau de la population. Dans ce sens, l'efficacité de l'ordinateur appliqué à l'éducation spéciale a été souvent soulignée (Sandals, 1973; Strain, 1974; England, 1979). De façon plus spécifique, les études relativement récentes menées par Kulik (Kulik *et al.*, 1980; Kulik, 1983; Kulik *et al.*, 1985) aident à mettre en évidence l'efficacité de l'enseignement assisté par ordinateur, à la fois dans l'enseignement primaire, secondaire et supérieur avec, toutefois, des différences selon les niveaux. De façon globale, nous pouvons souligner qu'un ordinateur réduit le temps d'apprentissage (Kulik, 1987). Nous remarquons aussi qu'à travers l'enseignement assisté par ordinateur on a tendance à vouloir revaloriser l'individu et les décisions qu'il peut et doit prendre pendant le processus d'apprentissage. À travers l'utilisation de l'enseignement assisté par ordinateur, on devrait redonner le contrôle et la liberté de choix à l'apprenant de certaines stratégies d'apprentis-

sage telles que la comparaison et la découverte, en facilitant la concentration et la réflexion sur son processus d'appprentissage (Collins et Brown, 1986). Dans ce sens, les apprenants semblent prêts à accepter ces responsabilités si on est capable de leur offrir des environnements d'appprentissage capables de réagir à leurs besoins et leurs difficultés (Hawkins, 1979; Kulik *et al.*, 1985; Fowler, 1983; Hassel, 1987). De plus, l'opinion positive des apprenants ne semble pas être seulement la conséquence de l'effet de nouveauté, car elle semble persister même après une période d'utilisation assez longue (Bitzer et Bitzer, 1973). L'attitude de départ, globalement positive, des individus face à des situations d'enseignement assisté par ordinateur s'améliore généralement en cours d'appprentissage (Gross et Griffin, 1982; Depover, 1985). Parmi les facteurs les plus appréciés, on cite: 1) le fait de pouvoir progresser à son propre rythme; 2) l'impression d'être évalué d'une façon plus objective; 3) la présence d'une réaction constante et significative de la part de l'ordinateur; 4) la possibilité de commettre plusieurs erreurs sans se sentir coupable (Frizot, 1980; Bork, 1980; Hassel, 1987).

Des quelques points qui se dégagent de cette brève analyse, l'apprenant semble être prêt à jouer un rôle plus actif dans des situations d'apprentissage qui favorisent une implication plus directe de l'individu, une prise de décision et de contrôle. Comme le souligne une enquête menée par Becker (1986) le gros problème et l'intérêt du défi résident dans des situations d'enseignement assisté par ordinateur trop simplistes, dans la majorité des cas, et souvent reléguées à l'utilisation de l'ordinateur comme un fournisseur d'exercices répétitifs, ou comme un déclencheur de pages écran unidimensionnelles où l'apprentissage, si on peut parler d'apprentissage, se fait dans des conditions d'uniformité quasi totale sans prendre en considération les paramètres que nous avons énoncés auparavant, notamment quant aux besoins de formation qui diffèrent selon les individus. C'est pourquoi en dépit des différents avantages pédagogiques reliés à l'enseignement assisté par ordinateur, il y a plusieurs situations d'apprentissage où l'enseignement assisté par ordinateur tel que décrit ne suffit pas (Martorella, 1982; Bonner, 1987).

Intégration d'une dimension audio-visuelle à l'enseignement assisté par ordinateur

Pour créer des situations d'appprentissage capables de s'adapter aux besoins spécifiques de l'apprenant, donc de personnaliser encore plus la présentation des informations en la rendant plus riche pour l'apprenant, il est nécessaire de dépasser le stade de la simple génération de graphiques statiques ou de pages-écrans comprenant du texte. Il faut alors intégrer des stimuli visuels dynamiques, représentant davantage la réalité, pour intégrer un niveau de simulation complexe. La dimension audiovisuelle reprend toute sa place et acquiert de nouveau une place importante dans le processus d'apprentissage. D'une certaine façon, l'apprentissage basé seulement sur la vidéo éducative était tout aussi délaissé malgré certains avantages (Marton, 1983). La majorité des bénéfices recherchés dans l'enseignement assisté par ordinateur afin d'individualiser

l'apprentissage était perdue quand on pensait à l'utilisation de la vidéo (Russel, 1984) avec ses caractéristiques de linéarité d'accès à l'information, de pauvreté d'échange d'informations entre utilisateurs et environnement vidéo, de quasi-absence de possibilité de contrôle. Sans oublier que, dans ce genre de situation, l'attitude des apprenants a eu tendance à devenir passive et démotivante (Gendele et Gendele, 1984). À partir du besoin de différencier les réactions d'une situation d'appprentissage en fonction de besoins spécifiques de chaque apprenant, on cherche à réunir la dimension visuelle dynamique, avec ses multiples types de représentations, aux dimensions du traitement des informations reliées à l'enseignement assisté par ordinateur. L'apprenant acquiert ainsi certains pouvoirs nouveaux qui lui permettent d'intervenir sur le contexte d'apprentissage dans lequel il évolue.

L'évolution des technologies nouvelles et la rencontre du vidéodisque avec l'ordinateur génèrent un nouvel environnement multimédiatisé, comme le définit Barker (1986*b*, 1987), qui devrait permettre à l'individu de percevoir, manipuler et communiquer des informations dans un contexte d'apprentissage apte à favoriser des échanges valables et fructueux. Les récents développements de la technologie du microprocesseur et la possibilité de relier la vidéo et l'ordinateur ont donné naissance à ce que Cohen (1984, 1985) appelle une nouvelle technologie de l'instruction. C'est dans ce sens une sorte de révolution dans le domaine de l'éducation (Hosie, 1987) car l'impact que ce type d'environnement d'apprentissage interactif commence à avoir sur le développement de nouvelles situations d'apprentissage est très important. Par ailleurs, les nouvelles technologies de l'information intégrées au domaine de l'éducation sont annoncées comme possédant en soi des caractéristiques et des capacités quasi uniques qui devraient offrir un bon potentiel pédagogique. Souvent ces caractéristiques sont uniquement reliées aux aspects techniques des situations d'apprentissage dont les aspects pédagogiques étaient dépendants, ce qui donne naissance à un *design technocentrique* des situations d'appprentissage (Hannafin et Phillips, 1988). Ces dernières années, nous avons malheureusement eu l'impression que les caractéristiques techniques du vidéodisque interactif ont souvent dicté les approches d'enseignement et d'apprentissage. Malheureusement, un nombre très limité d'études critiques a été mené. Nous cherchons donc à identifier en priorité les caractéristiques de ce nouveau type d'environnement technologique, aux potentialités pédagogiques évidentes sur lesquelles nous devrions axer nos efforts de recherche pour aboutir à des situations d'apprentissage où les besoins d'apprentissage des individus précèdent les préoccupations techniques.

Le nouvel environnement d'apprentissage interactif multimédia

Déjà, plusieurs recherches indiquent que la variété des stimuli visuels et sonores utilisés dans une situation d'apprentissage utilisant le vidéodisque interactif peuvent augmenter de façon considérable l'apprentissage (Clark, 1984). De plus, l'apprentissage dans un environnement interactif semble non seulement améliorer la rétention à court terme mais aussi celle à long terme. Mais le nouvel environnement technologique demande une articulation et une organisation renouvelée des informations visuelles, sonores ou textuelles (Faiola et De

Bloois, 1988), afin qu'il soit pédagogiquement efficace (Eastwood, 1978; De Bloois, 1982). Le lien entre les ordinateurs et les vidéodisques établit les bases d'un système d'extraction et repérage d'informations qualifié de «vidéodisque intelligent« (Merril et Bennion, 1979; Merrill, 1981). Ce mariage réunit les capacités d'interaction et d'emmagasinage d'informations des ordinateurs et le réalisme de la vidéo et de l'audio à des fins d'apprentissage (Bennion, 1982). D'une part, on retrouve les caractéristiques reliées à l'enseignement assisté par ordinateur traditionnel, ayant la séquence type: information-question-réponse et branchement à une autre information, et d'autre part, les caractéristiques reliées à l'audiovisuel avec différentes sortes de stimuli. Leurs relations donnent naissance à ce que l'on commence à appeler des environnements ou des programmes complexes multimédiatisés interactifs (Bork, 1977; De Bloois, 1982; Giardina, Duchastel et Marton, 1987). L'une des possibilités de ce nouveau type d'environnement est l'habileté à devenir un outil d'apprentissage qui est capable de s'adapter à des situations différentes et à des besoins d'apprentissage plus spécifiques (Siegel, Schubien et Merrill, 1981). Ces nouveaux environnements donnent donc la possibilité d'accéder aléatoirement à des informations visuelles ou sonores à l'aide de procédures suivant un ordre diagnostique ou prescriptif développé à l'intérieur d'un programme d'ordinateur. De plus, ces possibilités d'accès peuvent encore être sous le contrôle de l'apprenant ou du programme, donnant accès à une grande base de données multimédiatisées (Romiszowsky, 1986). Parallèlement, on identifie aussi dans ce type d'environnement une capacité d'acquisition et de gestion de la part du système informatique, de certains éléments du cheminement propre à chaque étudiant, en vue de l'analyser et de réagir pour faciliter l'apprentissage. C'est le début de ce que Romiszowsky (p. 396) définit comme un avis modérément intelligent que l'environnement interactif fournit à l'apprenant à un moment donné de son apprentissage:

> Modern, computer-controlled interactive video, on the other hand, opens up the possibilities of totally learner-directed control (as in the case of searching a database or 'audiovisual encyclopaedia') and also of cybernetic control (as when a computer is used to create a database about the learners and offer an 'intelligent' learner-guidance service). Perhaps it is in the adoption of one or other of these two forms of control, as opposed to descriptive, pre-programmed, control algorithms, that the really innovative aspects of modern interactive video systems may be found.

Nous pouvons, d'ores et déjà, voir que ce nouvel environnement basé sur la technologie du vidéodisque couplé à l'ordinateur permet et applique différents types de contrôles qui devraient, à notre avis, caractériser des systèmes d'apprentissage individualisés et interactifs, c'est-à-dire: un contrôle prescriptif; un contrôle centré sur l'apprenant; un contrôle qui s'adapte interactivement.

C'est peut-être la possibilité d'intégrer un ou plusieurs de ces niveaux de contrôle qui permet d'évoluer vers des environnements d'apprentissage vraiment interactifs (Romiszowsky, 1986; Merrill, 1988). Par ailleurs, quand une nouvelle technologie arrive dans le domaine de l'éducation, il y a une tendance à l'utiliser de la même façon que la technologie qu'elle a remplacée (Tennyson,

1980, 1984). Cette nouvelle technologie exige une application de nouvelles théories d'apprentissage qui doivent s'adapter à cette façon d'accéder et de traiter un contenu interactivement. Le vidéodisque interactif présuppose une nouvelle façon de traiter les informations (Cohen, 1984, 1985) moins structurée et linéaire que le livre ou la bande vidéo. C'est la nature profonde de ce nouvel environnement d'apprentissage interactif qui devrait être exploitée à travers une réflexion pédagogique différente qui pourrait influencer la façon dont l'étudiant apprend à développer de nouvelles stratégies d'apprentisage en vue de faciliter l'acquisition, la rétention, l'extraction et le traitement d'informations. Plusieurs applications pédagogiques du vidéodisque interactif ont été identifiées dans les études récentes (Hosie, 1987), comme laissant supposer que des environnements d'apprentissage interactif sont particulièrement efficaces dans l'acquisition de capacités procédurales et mécaniques (Priestman, 1984). D'autre part, les laboratoires militaires de ressources humaines ont récemment indiqué comment des environnements interactifs possèdent un bon potentiel pédagogique lorsqu'ils sont utilisés pour des simulations (Meyer, 1984); d'ailleurs les services de formation militaire ont installé plus de 50 000 systèmes interactifs pour assurer leur service de formation (*Screen Digest*, 1986). D'autres applications intéressantes, qui témoignent du rôle grandissant des environnements interactifs, sont retrouvées chez Ford, General Motors et Sears (Hosie, 1987) qui les utilisent actuellement pour la formation du personnel et la vente. On souligne aussi l'importance des systèmes de vidéodisque interactif pour la simulation d'équipement de communication lors de la formation d'opérateurs en communication (Young et Tosti, 1984). Parallèlement, dans des programmes de formation concernant la gestion, le *management* et l'administration, il y a une percée de systèmes interactifs où on note leur efficacité et leur rentabilité. À cet égard le Groupe de recherche sur l'apprentissage interactif (G.R.A.I.N.) à l'université Laval travaille déjà depuis plusieurs années au développement et à la mise à l'essai de plusieurs prototypes d'apprentissage interactif utilisant le vidéodisque couplé au micro-ordinateur et appliqués à différents domaines d'étude (Marton, 1989).

Malgré ces signes encourageants, la vidéo interactive est encore plus intuitive que scientifique. Des études claires et des recherches précises doivent illustrer la vraie nature de ces environnements interactifs (Hannafin, 1985, Hannafin et Phillips, 1988). Les différences et les implications doivent être étudiées, non pas par rapport aux aspects technologiques, mais plutôt au niveau conceptuel: l'information est-elle traitée pour chaque individu? Une continuité, donc, par rapport aux applications pédagogiques préalables de nouvelles technologies, à partir desquelles le système vidéodisque interactif puise ses sources. Cela dans le but d'observer et d'analyser cette nouvelle technologie et pour se questionner sur le rôle qu'elle devrait jouer dans des situations d'apprentissage (Clark, 1984).

Le concept clé: l'interactivité

L'interactivité désigne, dans un premier temps (Bennion, 1978), le lien mécanique, la capacité de recherche d'images sur le vidéodisque à l'aide de l'or-

dinateur (Currier, 1983; Daynes et Holder, 1984). Finalement, l'interactivité qualifie un nouveau *design* pédagogique permis par l'articulation des différentes composantes de ces systèmes (Levin, 1983; Gayesky, 1985). Il est évident que l'intégration de ce nouvel environnement modifie la nature du dialogue entre l'homme et la machine dans des situations d'apprentissage. Il faut donc adapter des stratégies pour recevoir, assimiler et communiquer des informations en vue d'une interaction satisfaisante (Faiola et De Bloois, 1988). Malgré la richesse du concept d'interactivité, nous remarquons que le style d'interaction de la plupart des applications est encore simple et peu exploité (Bork, 1984). On retrouve souvent, même si parfois elle est bien déguisée, l'approche du choix multiple dans lequel l'apprenant est limité, ne peut pas intervenir sur les informations qu'il reçoit et ne peut donc pas échanger avec le système au moment où il en aurait besoin.

Comme Lelu (1985) le dit à propos de l'interactivité «Le succès d'un concept flou tient sans doute à la facilité de l'accommoder à toutes les situations; mais dès qu'il s'agit de le cerner plus précisément, il s'échappe...» L'interactivité, c'est d'abord cette possibilité de communication instantanée entre deux personnes reliées par téléphone (voix) ou par vidéo (voix et image). Le concept d'interactivité utilisé en rapport avec un environnement technologique devrait pouvoir dépasser le stade du choix laissé à l'apprenant parmi un éventail de possibilités prédéfinies par le concepteur du programme. Par ailleurs, même si nous sommes conscient que l'université de Nebraska a défini différents niveaux d'interactivité (Hart, 1984; Priestman, 1984) reliés principalement à différentes fonctions des caractéristiques technologiques du sytème, nous voulons ajouter les dimensions de pouvoir et de contrôle que l'individu devrait avoir sur son environnement d'apprentissage. L'interactivité signifie donc, dans un premier temps, un moyen d'accès aux images et aux sons: on communique quelque chose à la machine qui se contente d'exécuter les ordres. Dans un deuxième temps, l'environnement technologique ne se contente plus seulement d'exécuter mais il nous dit aussi quelque chose sur l'opération en cours. L'interactivité devient une relation bidirectionnelle où la machine est consciente de ce qu'on fait et de ce qu'elle fait. En poussant davantage cette façon de percevoir l'interactivité, on devrait pouvoir réellement transformer et agir sur les informations mises à notre disposition. De plus, l'interactivité est fortement connotée par la dimension d'immédiateté, de court délai entre une réponse et la réaction du système. L'individu qui apprend doit être doté d'une possibilité de navigation, de cheminement, à travers cet univers artificiel prédéfini par le concepteur. Les indices fournis à l'apprenant pour lui permettre d'accéder à l'information, en allant là où elle se trouve, par exemple, un détail d'une image, plutôt que la chercher par son nom (Bolt, 1979) construisent encore le concept d'interactivité par la création de moyens d'échange, d'interfaces plus transparents et amicaux (Bolt, 1984; Negroponte, 1972). L'interactivité représente l'élément qui devrait permettre à l'apprenant de manipuler ou de transformer les objets que le concepteur aura définis dans telle ou telle situation d'apprentissage interactif. Chaque apprenant peut donc suivre son propre cheminement, créer sa propre

histoire à l'intérieur d'une même situation d'apprentissage. L'apprenant fait partie de la définition de l'interactivité car il est invité à s'impliquer activement dans le processus de son apprentissage. L'interactivité gère encore les dimensions spatiales et physiques d'un contenu que nous ne pouvons pas considérer globalement mais par portions, par niveaux d'approfondissement. Ce qu'on voit à l'écran n'est pas un tout mais seulement une partie d'un ensemble et la sophistication des outils fournis pour faire éclater les barrières de l'écran peuvent déclencher la curiosité et la découverte.

L'individu, élément intégrant du concept d'interactivité

Selon le concept d'interactivité, les concepteurs doivent faire en sorte que l'utilisateur ou l'apprenant se sente satisfait à chaque étape de son cheminement: il doit sentir ou vivre une relation réelle, fondée sur l'échange amical, avec son environnement médiatisé. L'interactivité recherchée devrait recréer ou simuler des situations humaines comme le dialogue. C'est une exigence pour le concepteur parce que son design doit être centré sur l'apprenant, terme de l'information mais départ de l'interaction et de l'interéchange.

Avec l'individu comme centre du système, le concept d'interactivité, et par conséquent les moyens utilisés pour le mettre en oeuvre, se concrétisent par leurs dimensions multisensorielles: le temps de réaction ou de réponse du système suite à une décision ou à une requête de l'apprenant; le traitement des informations en fonction d'un besoin immédiat de l'apprenant pouvant engendrer la bonne ou la mauvaise réflexion et pouvant accroître la motivation ou soutenir la participation. Dans cet effort pour bâtir, ou mieux, pour simuler une interaction quasi humaine, les voies d'accès à cette communication doivent être faciles d'utilisation. Dans ce sens, les périphériques représentent les points de contact sensoriels les plus proches de l'utilisateur, ils doivent être naturellement perçus pour que la concentration sur l'acte d'échange physique tactile, visuel ou auditif passe facilement au niveau cognitif. Pour concevoir ce genre d'interactivité, il faut que le concepteur passe d'une interactivité mécanique qui utilise et réexploite les caractéristiques techniques (Tarrant, Kelly et Wakley, 1988), à une conception basée sur les besoins d'un individu en situation d'apprentissage. Dans ce sens, l'interactivité recherchée devient une combinaison du meilleur enseignant, du meilleur animateur, du meilleur gestionnaire et du meilleur ami que le concepteur a jamais eu ou imaginé (Hon, 1987).

Ce modèle existe sous plusieurs aspects et à plusieurs niveaux de profondeur, dans la psyché de chaque comportement humain, parce que cette habileté à communiquer interactivement, au niveau biologique ou au niveau d'abstraction du métalangage, est intrinsèque au processus d'évolution de chaque humain.

L'interactivité met la technique au service de l'échange humain porteur de l'évolution et de la démarche d'apprentissage. On retrouve cet échange dans de nouveaux outils capables de résoudre un problème à la manière de l'humain. La responsabilité d'un environnement interactif et du concepteur qui le déve-

loppe est donc de réunir au mieux des expériences humaines rattachées à une situation précise et de les transférer dans un environnement technologique apte à stimuler l'utilisateur, à faciliter la création ou l'utilisation de nouveaux «outils», à mettre en commun des connaissances en vue d'en générer de nouvelles. Des concepts comme «vivant», «intrigant», «fascinant», «instructif» ne semblent pas appartenir au vocabulaire des systèmes multimédia et en particulier au développement de systèmes basés sur les ordinateurs. L'absence de cette dimension, que nous pourrions résumer comme étant le degré de «personnalité» des nouveaux environnements interactifs, traduit la pauvreté du concept d'interactivité rattaché à ces situations.

Pour cela, nous aimerions souligner qu'une situation d'apprentissage interactif n'est créée et n'existe pas seulement pour être un outil technologique facile à manipuler, mais plutôt pour être perçue comme un état continuellement en devenir selon les intérêts et les besoins de l'apprenant. Pour pouvoir évoluer vers un concept d'interactivité plus raffiné, l'environnement interactif doit être capable, à travers un échange avec l'individu, d'apprendre à mieux identifier les besoins dans telle ou telle circonstance, pour enfin pouvoir ajuster l'échange d'information. Pour cela, le domaine émergeant de l'intelligence artificielle nous donne les moyens de faire évoluer l'interactivité dans son sens le plus noble à travers «l'expression» de cette intelligence dans la communication et le traitement des informations ou dans le type de questionnement plus ou moins approprié, dans le but de rendre un système interactif multimédia, capable de «modeler» ses interventions selon les besoins de chaque individu.

Individuel contre individualisé, dans ces nouveaux environnements interactifs

L'enseignement, la formation et l'apprentissage ont toujours été des activités orientées sur les individus. Le fait de disposer d'outils technologiques interactifs nouveaux permet d'utiliser des médias aptes à accomplir des tâches d'enseignement et d'apprentissage en réorientant l'attention sur l'individu, sur ses différentes caractéristiques reliées à la façon de recevoir et de communiquer des informations sur ses prises de décisions en fonction de besoins précis, pour finalement permettre de rendre ces nouvelles situations d'apprentissage plus adaptables.

L'individu est de par sa nature un communicateur multicanaux (Barker, 1986*b*), capable d'utiliser simultanément plusieurs canaux pour percevoir et transmettre des informations. Si, par exemple, nous considérons un dialogue très conventionnel entre deux individus, le traitement des informations pendant la conversation peut s'appuyer sur l'expression verbale, écrite ou schématisée, le toucher, le mouvement des yeux, l'expression générale, la gesticulation, les mouvements et les arrêts du corps, et ainsi de suite. Chacun de ces canaux sert à transmettre une part d'information, même si l'intention communicative varie de l'un à l'autre. Cependant, l'intégration d'une nouvelle technologie dans un environnement pédagogique, comme substitut ou complément du maître humain,

semble souvent ne pas donner la juste importance à la nature humaine que devrait avoir l'acte pédagogique. Ceci est d'autant plus vrai quand on donne à cet acte une responsabilité d'autosuffisance et d'autonomie à l'intérieur d'un environnement technologique. L'individualisation de l'enseignement a été considérée pendant longtemps comme idéale pour atteindre le rêve d'une démocratisation de l'éducation, même si l'individualisation de la formation devait être conçue «sur mesure» afin de répondre à des intérêts ou des besoins particuliers. Il y a aussi une tendance à confondre l'enseignement individuel avec l'enseignement individualisé (Yang, 1987). De fait, l'enseignement individuel s'adresse à un étudiant à la fois, la nature de l'enseignement n'y est pas adaptée ou adaptable pour répondre aux conditions uniques et irreproductibles de l'apprenant (Merrill, 1985). Par contre, un enseignement individualisé ou personnalisé n'a pas à être forcément individuel; une interaction en petit groupe pourrait représenter une situation d'enseignement personnalisé à condition que le matériel et les activités d'apprentissage soient appropriées aux besoins spécifiques de chacun. Par exemple, les applications pédagogiques de l'ordinateur peuvent facilement individualiser l'enseignement, mais la plupart de ces applications représentent des exemples d'enseignement individuel plutôt qu'individualisé (Yang, 1987).

Par rapport à des situations d'enseignement assisté par ordinateur, souvent l'enseignement véhiculé est, sans aucun doute, une situation d'«un étudiant par ordinateur» et dans ce sens, il s'agit fondamentalement d'enseignement individuel. Cependant, si on n'intègre pas la dimension d'adaptabilité à l'intérieur de ce genre de situations médiatisées, afin de rendre la situation d'apprentissage répondante aux besoins uniques de chaque apprenant, il ne s'agit pas d'individualisation ou de personnalisation de la formation. La personnalisation de l'apprentissage doit faire l'objet d'une attention toute particulière dans des développements d'environnement d'apprentissage interactif, car on y amplifie le niveau d'échange et de dialogue entre les individus et les machines. Kulik *et al.* (1980) soulignent que, souvent, dans des situations d'apprentissage médiatisé, on impose un certain schéma d'apprentissage aux individus, en partant de la fausse idée que le concepteur-expert est le mieux placé pour prescrire un enseignement efficace. Au contraire, ce type de schéma d'apprentissage imposé comme seul choix pour l'apprenant, a été amplement critiqué dans des situations d'apprentissage médiatisé parce qu'il demeure insensible aux différences individuelles, qu'il n'encourage pas les apprenants à assumer des responsabilités dans leur apprentissage et ne promeut pas l'autonomie de l'individu (Merrill, Schneider et Fletcher, 1980; Tennyson, 1984). La capacité des nouveaux environnements d'apprentissage interactif de tenir compte des différences individuelles et des besoins d'apprentissage ne doit sûrement pas être délaissée ou minimisée (Hannafin et Phillips, 1988).

Dans ce sens, l'individualisation de l'apprentissage dans des environnements interactifs devrait passer par la conception d'un design adaptatif sensible aux différentes formes de communication et d'échanges d'informations entre individu et machine. Il devrait aussi être sensible à l'évolution des besoins d'un

individu en situation d'apprentissage et varier, en faisant adapter les réactions du système aux besoins de l'apprenant (Goetzfried et Hannafin, 1985; Ross, 1984; Tennyson et Buttrey, 1980).

Paramètres qui devraient favoriser l'individualisation dans la conception d'un environnement interactif

Un environnement d'apprentissage multimédia bien outillé devrait soigner les capacités d'échange entre l'homme et la machine en ayant recours aux divers canaux de communication qu'un individu possède pour acquérir ou transformer des informations (Barker, 1986*a*; Marinick et Gerlach, 1986). C'est dans ce sens que Merrill (1984) et Tennyson (1985) soulignent l'importance d'au moins cinq paramètres qui devraient décrire dynamiquement la progression d'un apprentissage individualisé à l'intérieur d'une situation médiatisée.

L'individualisation de la quantité d'enseignement se réfère à la quantité d'informations qu'un apprenant reçoit pour acquérir de nouvelles capacités. Dans ce sens, l'apprenant sélectionne un élément de l'ensemble du contenu en tenant compte de ses intérêts. Parallèlement, l'apprenant peut recevoir divers types d'informations et exercices par rapport à son habileté.

L'individualisation du temps consacré aux informations présentées se réfère au rythme avec lequel chaque apprenant peut avoir accès aux informations. Si la vitesse d'accès aux informations est la même pour tous les apprenants, on ne parlera donc pas d'individualisation du temps d'accès.

L'individualisation des séquences d'informations nouvelles se réfère à un apprentissage individualisé qui permet à l'apprenant de réorganiser les séquences d'informations pertinentes pour l'acquisition d'un contenu en fonction de ses expériences précédentes, son style d'apprentissage, ses besoins.

L'individualisation de l'attention personnelle de chaque apprenant se réfère à la différenciation des réactions du système face à chaque apprenant en fonction de ses difficultés.

L'individualisation des activités d'apprentissage interne n'est pas un paramètre valable uniquement lors de la présentation d'informations de chacun mais elle qualifie aussi les activités d'apprentissage de chacun.

Un nouveau type d'échange homme-machine, pour une navigation plus cognitive

Nous nous apercevons, au fil des recherches et des réflexions des différents auteurs, qu'il y a des dimensions qui semblent être redécouvertes en réacquérant une importance de premier ordre dans des environnements d'apprentissage. L'intégration d'une nouvelle technologie peut jouer un rôle fondamental pour étendre le pouvoir d'interéchange entre l'individu et la

machine. Il faut donc l'amplifier dans un sens quantitatif en permettant plus de communication, plus de décisions dans un temps restreint entre l'homme et la machine, mais dans un autre sens il faudrait essayer de rendre cet échange, ce partage évolutif d'information et de connaissances, cette connaissance réciproque de l'homme envers l'environnement technologique et vice versa, plus qualitatif et donc plus significatif pour chaque individu. Cet échange se fait concrètement par une organisation visuelle de l'information et par le contrôle qui passe de l'usager au système interactif et vice versa. Ce sont les signes et les gestes extérieurs qui comptent d'abord dans cette interaction entre l'apprenant et l'environnement technologique. Plus nous nous aventurons en profondeur, d'un côté comme de l'autre, avec un souci de structuration flexible du contenu, avec des niveaux d'adaptation différents, avec les différents types de pouvoirs laissés à l'apprenant, avec les différents types de décisions, et plus l'interaction se complexifie. Elle devient à la fois plus intime car le niveau d'échanges est plus profond et à la fois plus révélateur des limites de la machine envers l'individu en termes de connaissances, de pouvoir de traitement de ces connaissances, en termes de différenciation, de présentation de ces informations envers l'apprenant. Cette interaction est révélatrice aussi des limites de l'individu qui apprend, de son acceptation de l'environnement technologique, de l'assimilation et de la manipulation de «ce monde fini» dans lequel il navigue pour apprendre. L'échange entre l'individu et la machine peut être maintenant plus significatif mais le contrôle sur les moyens utilisés pour le rendre plus significatif devient plus complexe puisque la machine doit épouser le mode procédural de l'usager. L'importance de ces processus d'apprentissage internes de l'individu est d'ailleurs de plus en plus reconnue. C'est par ce contact entre apprenant et environnement qu'on devrait étudier jusqu'à quel point des situations d'apprentissage interactif influencent les individus. Si l'environnement d'apprentissage est en mesure d'adapter les informations et les activités d'enseignement en fonction de l'habilité de chaque apprenant, le sentiment de satisfaction, dû au sentiment d'implication que l'étudiant ressent en atteignant des résultats positifs pendant son apprentissage, peut modifier ses processus internes (McEwing et Roth, 1985). Cependant, avant de comprendre les opérations mentales d'un apprenant, il est difficile de concevoir des situations d'apprentissage capables de répondre exactement aux processus internes d'un apprenant. Il est encore plus difficile de concevoir des situations capables d'influencer les activités mentales d'un apprenant. Des études ont avancé que l'apprentissage peut être influencé positivement si l'étudiant est conscient de ce dont il a besoin pour apprendre. Ces mêmes études révèlent à ce propos que l'avis donné à un apprenant dans une situation d'apprentissage individualisé basé sur une évaluation continue de ses progrès peut influencer ses processus internes d'apprentissage en améliorant l'apprentissage. Nous avons ici les bases pour une stratégie axée sur «l'avis» qu'on peut donner ou ne pas donner à un apprenant pendant l'apprentissage d'un certain contenu, cette approche semble avoir des effets positifs sur l'apprentissage (Tennyson et Buttrey, 1980; Tennyson, 1980, 1981; Johansen et Tennyson, 1983; Ross, 1984).

Il y a donc un continuum d'interactions entre l'apprenant et l'environnement interactif qui varient selon les besoins et les moments. C'est ce que Merrill (1980) et Merrill (1984) ont identifié comme étant le traitement conscient des informations de la part de l'apprenant.

De l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) aux systèmes tutoriels intelligents (S.T.I.)

Nous avons constaté que l'enseignement assisté par ordinateur a été décevant car il n'a pas rempli les promesses reliées à son intégration dans des systèmes de formation. Ce constat est en partie dû au fait que les capacités de la technologie utilisée à des fins pédagogiques a été mal exploitée (Bonner, 1987). Dans la majorité des cas, les applications d'enseignement assisté par ordinateur, avec ou sans vidéodisque, étaient limitées à l'organisation d'informations présentées à l'écran selon une séquence prédéfinie, souvent sous le contrôle du programme (Duchastel, 1988) laissant peu d'initiative à l'apprenant. Pour leur part, les systèmes tutoriels intelligents envisagent l'exploitation et l'intégration de nouvelles techniques pour optimaliser l'utilisation de la technologie (Anderson, Boyle, Farrel et Reiser, 1986). Dès le départ, ils essaient avant tout de mettre en relation des entités dynamiques tels qu'un modèle étudiant, une base de connaissances et un tuteur (Fletcher, 1985).

Même si cela pourrait paraître une conséquence évidente, nous ne voudrions pas proposer dans ce contexte une simple comparaison directe entre l'enseignement assisté par ordinateur et les systèmes tutoriels intelligents car la réflexion qui en découlerait serait, à notre avis, privée d'intérêt et n'aiderait pas à évoluer vers un contexte ou un environnement d'apprentissage nouveau qui tiendrait compte de l'apprenant et de la structuration et représentation des informations en vue de combler des besoins d'apprentissage propres à chaque étudiant. Nous proposons à cet égard d'essayer d'identifier quelles sont les stratégies d'enseignement que la technologie nous permet d'améliorer et qui seraient difficiles ou impossibles à améliorer dans un contexte d'enseignement traditionnel.

Nous plaçons donc les types d'environnements d'apprentissage médiatisé sur un continuum qui nous permet de greffer des éléments nouveaux sur des modèles déjà existants.

Il ne s'agit pas de comparer des approches différentes mais de laisser voir des niveaux de structuration différents, des capacités de traitement et d'échange d'informations (Bonner, 1987). La principale conséquence conceptuelle est qu'au lieu d'avoir une représentation des décisions qui peuvent découler d'un ensemble de connaissances, ce sont les connaissances elles-mêmes qui sont représentées explicitement et qui peuvent de ce fait être directement manipulées. C'est donc au design de créer une interaction plus ou moins dyna-

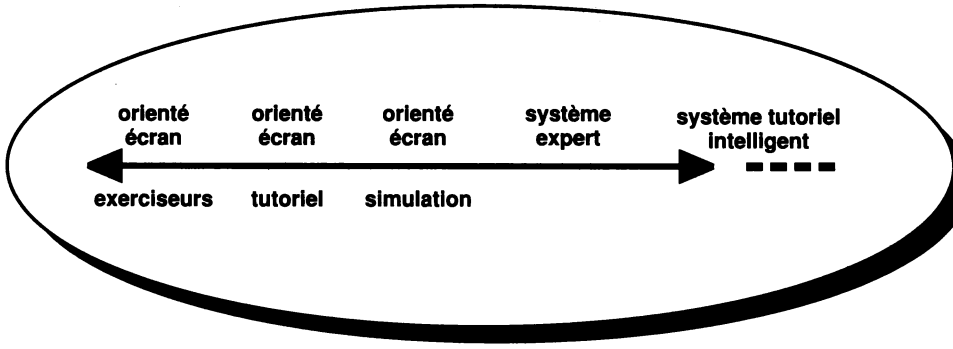


Figure 1. De l'enseignement assisté par ordinateur aux systèmes tutoriels intelligents.

mique, plus ou moins profonde et significative, en manipulant les connaissances disponibles. Il s'agit d'une évolution qui devrait s'inscrire dans un continuum qui a comme pôles extrêmes des environnements d'apprentissage complètement préprogrammés et des environnements basés sur une autonomie complexe tels que ceux, par exemple, qui peuvent adapter les niveaux de difficultés selon l'évolution de la performance d'un apprenant (Park et Tennyson, 1983). Il faut être conscient du fait que la recherche sur les systèmes tutoriels intelligents est loin du but idéal qui est de créer un système complètement autonome dans son raisonnement pédagogique (Wenger, 1987; Merrill, 1988). La différence reste cependant cruciale, surtout quand le transfert d'une certaine expertise dans un système opposé au transfert des décisions de cet expert peut donner la possibilité au système de prendre des décisions qui ne sont pas anticipées ou prédéfinies, puisque les connaissances ont été modélisées de façon à être utilisées à partir de processus autonomes propres à chaque apprenant mais représentent, néanmoins, une certaine évolution sur les possibilités d'interactions de l'apprenant par rapport à l'environnement technologique à l'intérieur duquel il évolue pour apprendre. Ces possibilités se multiplient et se complexifient sur le plan conceptuel mais elles simplifient l'échange d'informations et de décisions entre l'apprenant et le système tutoriel intelligent. En d'autres mots, l'enseignement assisté par ordinateur évolue d'un stade «d'inconscience» à un stade de «conscience» par rapport aux informations véhiculées et en fonction d'une connaissance plus spécifique de l'évolution de l'apprenant. Self (1988, p. 22) définit ce concept comme suit: «what I called 'elaborative', i.e. to do with leading the student to elaborate or refine his current knowledge, not necessarily because a 'bug' had been identified and not neccessarily towards some pre-specified target knowledge.»

Le système tutoriel intelligent multimédia est basé sur l'idée que la façon la plus naturelle d'apprendre est de faire des choses (Anderson, Boyle et Reiser,

1985; Collins et Brown, 1986), de résoudre des problèmes. Dans des environnements interactifs, l'enseignement prend souvent la forme de simulation ou de résolution de problèmes, dans laquelle les explications sont fournies à l'apprenant quand la partie «raisonnable» du système détecte que l'apprenant est en difficulté. Deux questions sont soulevées dans cette approche, «quand interrompre l'apprenant» et «quoi lui dire» en lui donnant une explication (Burton et Brown, 1982). Dans un contexte d'environnement tutoriel intelligent, le but est d'identifier les différentes connaissances d'un domaine, par des experts, afin de le modéliser et de créer une dimension d'interaction qui instruit (Wenger, 1987). Plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que l'évolution de la technologie de l'ordinateur vers des environnements technologiques plus complexes change la perception au niveau conceptuel de son intégration dans des situations d'apprentissage (Baker, 1985; Merrill, 1980, 1985, 1987, 1988; Wenger, 1987). Dans cette optique, Merrill (1988), dans une évolution de son approche théorique pour la conception d'environnements interactifs, se base principalement sur le contrôle donné à l'apprenant et sur la caractéristique d'adaptabilité que le système devrait avoir. L'évolution de la technologie est donc indépendante conceptuellement du modèle pédagogique.

La sophistication de la technologie n'est pas une variable en soi, et le fait d'utiliser des techniques complexes ne garantit pas l'efficacité pédagogique. L'accent, à ce propos, doit plutôt être mis sur le développement de stratégies qui tiennent compte des environnements technologiques (Cohen, 1985, Gagné et Dick, 1983). L'avantage d'une technique plus «intelligente» est de repousser les limites de l'individu concevant des stratégies d'enseignement et d'apprentissage qui seraient utilisables dans des environnements interactifs.

L'environnement multimédia devient un laboratoire où l'apprenant peut manipuler, observer, changer des données, tester des hypothèses. Nous évoluons d'une situation où le contenu est représenté de façon statique, à une situation où le contenu peut être représenté de façon dynamique, manipulable; une sorte de modèle plus empirique donne le contrôle à l'étudiant qui lui permet d'explorer, d'expérimenter, de prédire en poussant plus en profondeur son interaction avec le contenu représenté. Limiter ces possibilités peut vouloir dire limiter la nature même de l'apprentissage (Merrill, 1988). C'est en partant d'un micro-monde contrôlable (Papert, 1980) que l'apprenant peut explorer en manipulant et en observant. Ce sont les actions de l'apprenant comme conséquence de l'interaction qui déclenchent les réactions du système. Explorer et découvrir sont des actions de transaction, c'est-à-dire des actions de communication, des échanges entre deux entités, deux parties qui s'influencent réciproquement.

Dans un environnement interactif, il peut y avoir plusieurs sortes d'échanges. Dans le modèle évolutif que nous construisons, nous pouvons donc ajouter cette dimension de transaction ou d'échanges multiples, qui donnent à l'apprenant des types d'outils facilitant l'apprentissage.

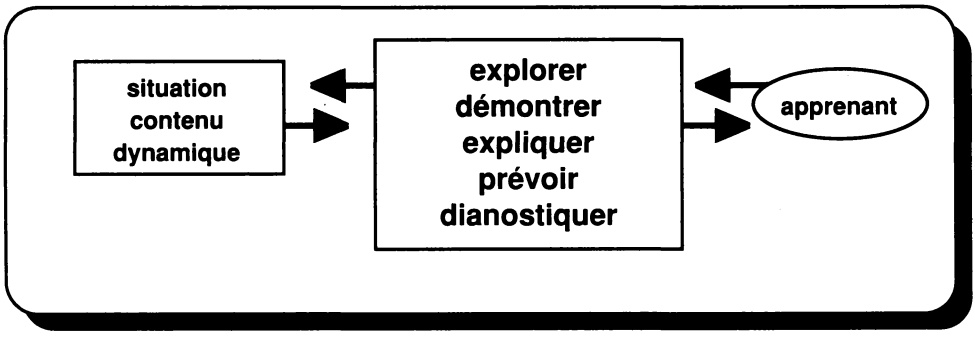


Figure 2. Fonctions accessibles d'un modèle empirique.

Dans le continuum de cette évolution basée sur l'application des principes théoriques cognitifs, plusieurs études soulignent l'effort pour appliquer et intégrer des dimensions conceptuelles nouvelles qui rendent l'environnement interactif adaptable aux besoins des apprenants, lui donnant des caractéristiques de flexibilité, de raisonnement et donc d'adaptation laissant croire à une dimension plus intelligente (Bonner, 1987). Des auteurs comme Burton et Brown (1982) et Anderson (Anderson *et al.*, 1985) ont déjà essayé d'analyser les principes théoriques qui devraient être appliqués pour créer une dimension tutorielle intelligente. De plus en plus, on constate l'effort de conceptualisation des caractéristiques provenant de la complexification de la technique en vue de proposer de nouvelles stratégies (Collins et Brown, 1986; Collins et Stevens, 1982). Cette nouvelle forme de méthodologie permettrait de concevoir de nouvelles situations d'apprentissage.

Nous intégrons la dimension «d'avis» au modèle proposé qui personnalise les réactions de l'environnement pour suggérer une réaction à un moment opportun (Burton et Brown, 1982). En ajoutant une modélisation de l'étudiant et une composante experte, nous fournissons les informations nécessaires au système pour générer et guider l'interaction et personnaliser l'apprentissage (Merrill, 1988; Duchastel, 1988).

Finalement, si on ajoute à ce modèle de systèmes tutoriels intelligents la dimension tutorielle de dialogue et des informations factuelles, nous atteignons un niveau conceptuel complexe d'environnement interactif.

La qualité de l'interaction, et par conséquent la possibilité d'un apprentissage plus efficace, dépend de la représentation et de la modélisation d'un contenu et des stratégies impliquées pour «traiter» ce contenu, et non pas des caractéristiques techniques «intelligentes» d'un environnement. Le modèle que nous avons développé dans cette recherche pour opérationnaliser un prototype d'apprentissage interactif intelligent est une application adaptée de ce modèle général.

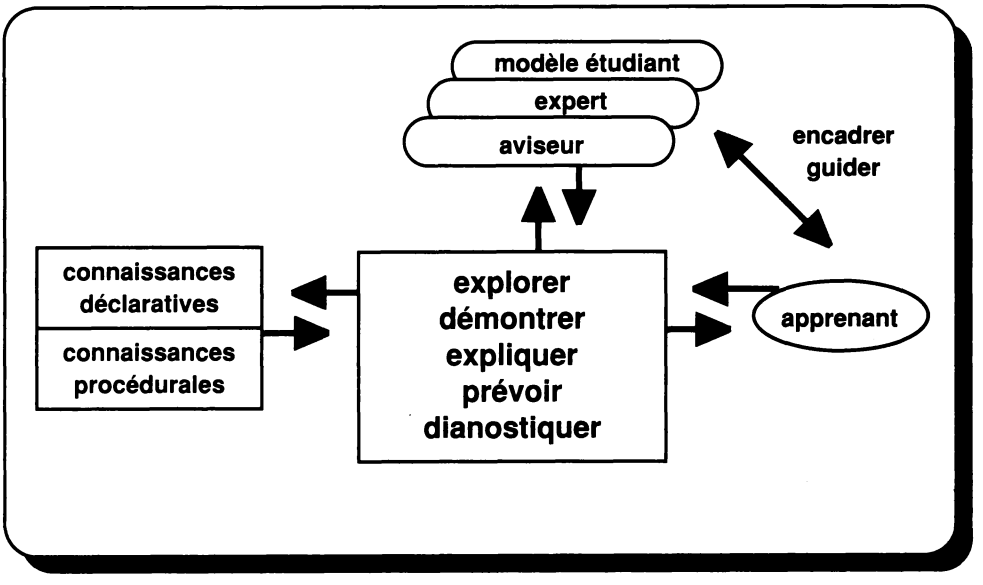


Figure 3. Modèle tutoriel complexe intelligent.

Conclusion

Si le concept d'interactivité a été porteur d'une valeur limitée jusqu'à présent, c'est parce qu'il était peut-être trop relié aux caractéristiques technologiques de «l'outil» employé, trop centré sur le concepteur, plutôt que sur l'apprenant. L'analyse des recherches récentes sur l'apprentissage interactif nous permet d'identifier des concepts importants qui nous servent pour bâtir un cadre conceptuel nouveau à l'intérieur duquel le concept d'interactivité peut évoluer vers une dimension davantage centrée sur l'apprenant, grâce à un contrôle plus immédiat du traitement des informations visuelles, sonores ou écrites, afin que cet environnement interactif soit à son tour capable de s'adapter à chacun en fonction d'un modèle évolutif se bâtissant au fil des interactions. Le développement et donc l'opérationalisation de ce cadre conceptuel à l'intérieur d'un environnement d'apprentissage interactif nous a permis d'en illustrer les principes théoriques découlant surtout des paradigmes du traitement de l'information et de l'intelligence artificielle. Ce développement prend forme dans un environnement interactif multimédiatisé pourvu d'un aviseur intelligent où l'échange d'informations entre l'apprenant et cet environnement devient significatif et personnalisé. La dimension intelligente de l'interactivité vise à encourager l'acquisition d'habiletés et de stratégies de résolution de problèmes. La valeur des acquisitions de l'apprenant dépend du degré d'interactivité possible dans

l'environnement interactif. La dimension d'aviseur intelligent permet au système d'avoir une connaissance plus «intime» de ce que l'apprenant est en train de faire et, d'après ce modèle en rapport avec le contenu traité, peut offrir un avis lorsque certaines actions sont à entreprendre ou à éviter.

Abstract — The author analyzes the evolution of interactivity as occuring between a learner and an interactive multimedia learning system. The cognitive dimension of interactivity is specifically examined. Following an identification and a definition of the subconcepts which are related to this evolution, the author presents a theoretical model which proposes structuring content with new representation in the transaction between learner and the interactive system. As well, the design of these new learning systems must consider possibilities of re-adaptation, re-adjustment and intervention in order to progress from an expert environment to a learning environment.

Resumen — Este estudio analiza la evolución del concepto de interacción entre un aprendíz y un sistema de aprendizaje interactivo multimedio. Se da una importancia especial a la dimensión cognitiva de la interacción. La identificación y la definición de los conceptos subyacentes a esta evolución nos conducen a la presentación de un modelo teórico. Este considera la estructura del contenido a travéz de una nueva modelización y representación, del tipo de transacción entre aprendíz y sistema interactivo, así como de las posibilidades de adaptación, de reajuste y dè intervención que el diseño de estos nuevos sistemas de aprendizaje debe comprender para pasar de un medio experto a un medio aprendíz.

Zusammenfassung — Diese Studie analysiert die Entwicklung des Begriffs der Wechselwirkung zwischen einem Lernenden und einem System Multimedia für interaktives Lernen. Eine besondere Bedeutung wird der kognitiven Dimension der Wechselbeziehung beigemessen. Die Identifizierung und die Definition der dieser Entwicklung zugrundeliegenden Begriffe führen zur Darstellung eines theoretischen Modells, das den Aufbau des Inhaltes mittels einer neuen Auffassung und Sichtweise ebenso in Betracht zieht wie die Art der Beziehung zwischen dem Lernenden und dem interaktiven System, und mögliche Anpassung, Korrektur und Eingriffe, welche der Entwurf dieser neuen Lernsysteme enthalten muss, um von einem Fachmilieu in ein Lernmilieu überzugehen.

RÉFÉRENCES

Anderson, J. R., Boyle, C. R., Farrell, R. et Reiser, B. J. (1986). Cognitive principles in the design of computer tutors. *In* P. Morris (dir.), *Modelling cognition* (p. 175-192). Boulder, CO: Wiley.

Anderson, J. R., Boyle, C. F. et Reiser, B. J. (1985). Intelligent tutoring systems. *Science, 228*(4698), 456-462.

Arnold, R. C. (1970). *Indicom project evaluation of CAI mathematic achievement.* Pontiac, OH.

Baker, D. (1985). New techniques and approaches to integrating multi-media information in a videodisc program. *In* Conference proceedings of the *1985 Videodisc, UPMCAL DISC et CD-ROM Conference and Exposition* (p. 32-45). Philadelphia, PA.

Barker, P. (1986*a*). The many faces of human-machine interaction. *British Journal of Educational Technology, 17*(1), 74-80.

Barker, P. (1986*b*). Multimedia CAI. Computer *Education, 52,* 20-23.

Barker, P. (1987). A practical introduction to authoring for computer-assisted instruction. Part 8: multi-media CAI. *British Journal of Educational Technology, 18*(1), 35-39.

Becker, M. J. (1986). *Instructional uses of school computers. Report from the 1985 national survey.* Baltimore, MD: The John Hopkins University, Center for Social Organization of School.

Bennion, J. (1978). Student learning strategies on the TICCIT CAI system at BYU. *Dissertation Abstract International Computer Sciences, 39/08-B,* 3919.

Bennion, J. (1982). Authoring interactive video courseware. *In* M. De Bloois (dir.), *Videodisc/microcomputer courseware design* (p. 67-88). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Press.

Bitter, G. G. (1970). *Effect of computer applications on achievement in College introductory calculus course.* Thèse de doctorat, University of Denver, CO.

Bitzer, M. D. et Bitzer, D. L. (1973). Teaching nursing by computer: An evaluative study. *Computer in Biology and Medicine, 3*(3), 187-204.

Bolt, R. A. (1979). *Spatial data management.* Cambridge, MA: MIT.

Bolt, R. A. (1984). *The human interface: Where people and computers meet.* Belmont, CA: Lifetime Learning Publications.

Bonner, J. (1987). Computer courseware: Frame-based or intelligent? *Educational Technology, 27*(3), 30-33.

Bork, A. (1977). *Conference on intelligent videodisc systems. Brief Informal Summary.* Irvine, CA: California University, Department of Computer Science.

Bork, A. (1979). Interactive learning. *American Journal of Physics, 47*, 5-10.

Bork, A. (1980). Physics in the Irvine educational technology center. *Computers and Education, 4,* 37-57.

Bork, A. (1981). *Learning with computers.* Bedford, MA: Digital Press.

Bork, A. (1984). Computers and the future: Education. *Computer Education, 8*(1), 1-4.

Bork, A. (1985). *Personal computers for education.* New York: Harper and Row.

Bork, A. (1986). *A vision: «Future for learning and technology».* Irvine, CA: University of California, Education Technology Center Information and Computer Science.

Burton, R. R. et Brown, J. S. (1979). An investigation of computer coaching for informal learning activities. *INTJRNL of Man-Machine Studies, 11,* 5-24.

Burton, R. R. et Brown, J. S. (1982). An investigation of computer coaching for informal learning activities. *In* D. Sleeman et J.S. Brown (dir.), *Intelligent tutoring systems* (p. 79-98). New York: Academic Press.

Charp, S. (1981). Effectiveness of computers in instruction. View points. *Teaching and Learning, 57*(2), 28-32.

Clark, R. (1984). The role of the videodisc in Education and training. *Media in Education et Development, 14,* 190-192.

Clément, F. (1981). Affective considerations in computer-based education. *Educational Technology, 21*(9), 28-32.

Cohen, V. B. (1984). Interactive features in the design of videodisc material. *Educational Technology, 24*(1), 16-20.

Cohen, V. B. (1985). A reexamination of feedback in computer-based instruction: Implications for instructional design. *Educational Technology, 25*(1), 33-37.

Collins, A. (1977). Process in acquiring knowledge. *In* R. C. Anderson, R. J. Spiro et W. E. Montague (dir.), *Schooling and the acquisition of knowledge* (p. 339-363). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Collins, A. (1985). Component models of physical systems. *In* Proceedings of the *7th Cognitive Society Conference* (p. 80-89). Irvine, CA: Cognitive Society.

Collins, A. et Brown, J. S. (1986). The new apprenticeship: Teaching students the craft of reading, writing and mathematics. *In* L. B. Resnick (dir.), *Cognition and instruction: Issues and agendas* (p. 76-95). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Collins, A. et Brown, J. S. (1987). The computer as a tool for learning through reflection. *In* H. Manhl et A. M. Lesgold (dir.), *Learning issues for intelligent tutoring systems* (p. 23-36). New York: Springer-Verlag.

Collins, A. et Stevens, A. L. (1982). Goals and strategies of inquiry teachers. *In* R. Glaser (dir.), *Advances in instructional psychology* (vol. 2, p. 31-46). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Currier, R. L. (1983). Interactive videodisc learning systems: A new tool for educational create visual lesson. *High Technology, 3*(11), 51-59.

Daynes, R. (1982). Experimentating with videodisc. *Instructional Innovator, 27*(2), 24-25.

Daynes, R. et Holder, S. (1984). Controlling videodiscs with micros. *Byte, 2*(7), 12-24.

De Bloois, M. (1982). *Videodisc/micro-computer courseware design.* Englewoods Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Depover, C. (1985). *Un cadre conceptuel pour un enseignement adaptif médiatisé par ordinateur. Mise au point de deux dispositifs d'évaluation formative extemporanée.* Thèse de doctorat, Université de Mons, Faculté de psycho-pédagogie, Belgique.

Depover, C. (1987). *L'ordinateur média d'enseignement: un cadre conceptuel.* Bruxelles: De Boeck-Wesmael.

Duchastel, P. (1988). *Design principle for intelligent systems in training.* Québec: LIAE, Faculté des Sciences de l'éducation, Université Laval, Québec.

Eastwood, L. (1978). Motivations and deterrents to educational use of «intelligent videodisc systems». *Journal of Educational Technology Systems, 7*(4), 303-335.

England, G. E. (1979). A study of computer-assisted budgeting among the developmental handicapped. Thèse de doctorat, University of Calgary, Alberta.

Faiola, T. et De Bloois, M. (1988). Designing a visual factor-based screen display interface: The new role of graphist technologist. *Educational Technology, 28*(8), 12-20.

Farrel, R., Anderson, J.R. et Reiser, B.J. (1984). Interactive student modelling in a computer-based lisp tutor. *In* Proceedings of the Sixth Cognitive Science Society Conference (p. 152-155). Boulder, CO: Cognitive Science Society.

Fletcher, J. (1985). Intelligent instructional systems in training. *In* J. J. Andriole (dir.), *Application in artificial intelligence* (p. 22-31). Princeton, NJ: Petroncelli Books.

Fletcher, J. et Atkinson, R. (1972). Evaluation of the Stanford CAI programs in initial reading. *Journal of Educational Psychology, 63*, 507-602.

Fowler B. T. (1983). The effectiveness of computer-controlled videodisc-based training. *Dissertation Abstracts International, 42/01-A*, 60.

Frizot, D. (1980). Future shock of today's education. Introduction of a computer in a French secondary school. *In* E. D. Tagg (dir.), *Microcomputer in secondary education* (p. 23-42). Amsterdam: North-Holland Publishing.

Gagné, R. M. et Dick, W. (1983). Instructional psychology. *Annual Review of Psychology, 34*, 261-295.

Gayesky, D. M. (1985). Interactive video: Integrating design «levels» and hardware «levels». *Journal of Educational Technology Systems, 13*(3), 145-151.

Gendele, J. F. et Gendele, J. G. (1984). Interactive videodisc and its implications in education. *Technological Horizons in Education, 12*(1), 33-37.

Giardina, M., Duchastel, P. et Marton, Ph. (1987). Videodisque et EIAO: une technologie en émergence *In* Actes du congrès Cognitiva 1987 (p.45-49). Paris: Cognitiva.

Giardina, M. et Marton, Ph. (1987). *Références bibliographiques sur l'apprentissage interactif par vidéodisque et ordinateur.* Québec: Département de technologie de l'enseignement, Université Laval.

Goetzfried, L. et Hannafin, M. J. (1985). The effects of embedded CAI instructional control strategies on the learning and application of mathematics rules. *American Educational Reserach Journal, 22*, 273-278.

Gross, D. et Griffin, N. (1982). Implementation and evaluation of a computer-assisted course in a musical aural skills. *AEDS Journal, Spring*, 143-150.

Hannafin, M. J. (1985). Empirical issues in the study of computer assisted interactive video. *Educational Communication and Technology: A Journal of Theory Research and Development, 33*(4), 235-247.

Hannafin, M. J. et Phillips, T. (1988). Perspectives in the design of interactive video: Beyond tape versus disc. *Journal of Research and Development in Education, 21*(1), 44-60.

Hart, A. (1984). Interactive video. *Media in Education and Development, décembre*, 207-208.

Hassel, J. (1987). *An annoted bibliography summarizing and analyzing recorded research on the topic of computer-assisted instruction and its effects on reading comprehension* [Exit Projet]. South Bend, IN: University at South Bend.

Hawkins, C. A. (1979). The performance and the promise of evaluation in computer-based learning. *Computer and Education, 3*, 273-280.

Hon, D. (1987). Parameters for the design of interactive programs. *In* S. Lambert et J. Sallist (dir.), *CD-I and interactive technology* (p. 15-28). Indianapolis, IN: Howard W. Sams and Co.

Hosie, P. (1987). Adopting interactive videodisc technology for education. *Educational technology, 27*(7), 5-10.

Johansen, K. J. et Tennyson, R. D. (1983). Effect of adaptive advisement on perception in learner controlled, computer-based instruction use a rule-learning task. *Educational Communications et Technology Journal, 31*(4), 226-236.

Johnson, W. et Soloway, E. (1985). Proust: Knowledge-based program debugging. *In* Proceedings of the 7th *International software engineering conference* (p. 369-380). Orlando, FL: International Software Engineering Association.

Kulik, J. (1983). Effects of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of Educational Psychology, 75*(1), 19-26.

Kulik, C. C. (1987, février). *Computer-based instruction: What 200 evaluations say.* Communication présentée à l'Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology. Atlanta, GA.

Kulik, J. A, Kulik, C. C. et Bangert-Drowns, R. L. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research, 50*(4), 545-595.

Kulik, J. L., Kulik, C. C. et Bangert-Drowns, R. L. (1985). Effectiveness of computer-based education in elementary schools. *Computer in Human Behavior, 1,* 59-74.

Lelu, A. (1985). L'interactivité. *Science et vie, le choc des média, 152,* 106-111.

Levin, W. (1983). Interactive video: The state of the art teaching machine. *The Computing Teacher, 11*(2), 11-17.

Marinick, M. et Gerlach, S. (1986). Designing interactive, responsive instruction: A set of procedure. *Educational Technology, 26*(11), 36-38.

Marton, Ph. (1983). *La programmation télévisuelle: une première évaluation de l'application dans l'enseignement* (vol. 1). Québec: Didasco.

Marton, Ph. (1989). *Bilan des recherches sur l'apprentissage interactif (1983-1989).* Québec: Université Laval, Département de Technologie de l'enseignement, Groupe de recherche sur l'apprentissage interactif (G.R.A.I.N.).

Martorella, P. (1982). Interactive video systems in the classroom. *Social Education, 97*(5), 325-327.

McEwing, R. A. et Roth, G. (1985). Individualized learning with computer-based instruction. *Educational Technology, 25*(5), 30-32.

Merrill, M. D. (1980). Learner control in CBL. *Computers and Education, 4,* 77-95.

Merrill, P. F. (1981). Education and training applications of videodisc technology. *In* E. Siegel, M. Schubien et P. F. Merrill (dir.), *Videodiscs: The technology, the applications and the future* (p. 69-101). New York: Van Nostrand Reinhold.

Merrill, M. D. (1983). Component display theory. *In* C. Reigeluth (dir.), *Instructional design theories and models: An overview,* (p. 279-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Merrill, M. D. (1984). What is learner control. *In* R. K. Bass et C. R. Dills (dir.), *Instructional development: The state of the art, II* (p. 65-78). Dubugue, IA: Kendall/Hunt.

Merrill, M. D. (1985). Where is the authoring in authoring systems? *Journal of Computer-Based Instruction, 12*(4), 90-96.

Merrill, M. D. (1987). Prescriptions for an authoring system? *Journal of Computer-Based Instruction, 14*(1), 7-15.

Merrill, M. D. (1988). The role of tutorial and experiential models in intelligent tutoring systems. *Educational Technology, 28*(7), 7-13.

Merrill, P. F. et Bennion, J. (1979). Videodisc technology in education: The current scene. *NSPI Journal, 10,* 18-26.

Merrill, M. D., Schneider, E. W. et Fletcher, K. A. (1980). *TICCIT.* Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, Instructional design library, no 40.

Meyer, R. (1984). Borrow this new military technology, and help win the war for kids' minds. *American School Board Journal, 71*(6), 23-28.

Negroponte, N. (1972). *The architecture machine.* Cambridge, MA: MIT Press.

Pagliaro, L. A. (1983). CAI in pharmacology: Student academic performance and instructional interactions. *Journal of Computer-Based Instruction, 9*(4), 131-144.

Papert, S. (1980). *Mindstorms children, computers and powerful ideas.* New York: Basic Books.

Park, O. et Tennyson, R. D. (1983). Computer-based instructional systems for adaptive education: A review. *Contemporary Education Review, 2,* 121-135.

Priestman, T. (1984). Interactive video and its applications. *Media in Education and Development, décembre,* 182-186.

Reiser, R. A. (1984). Reducing student procrastination in a personalized system of instruction course. *Educational Communications and Technology Journal, 32*(1), 41-49.

Resnick, L. (1981). Instructional psychology. *Annual Review of Psychology, 32,* 659-704.

Romiszowsky, A. J. (1986). Interactive video and the new media: An evoluation. *In* A. J. Romiszowsky (dir.), *Developing auto-instructional materials* (p. 379-398). New York: Nichols Publishing.

Ross, S. M. (1984). Matching the lesson to the student: Alternative adaptive design for individualized learning systems. *Journal of Computer-Based Instruction, 11*(2), 42-48.

Russel, A. (1984). From videotape to videodisc: From passive to active instruction. *Journal of Chemical Education, 61*(10), 866-868.

Sandals, L. H. (1973). *Computer-assisted learning with the developmentally handicapped.* Thèse de doctorat, University of Calgary, Alberta.

Screen Digest. (1986, février). p. 38.

Self, J. (1988). Bypassing the intractable problem of student modelling, *In Proceedings of the ITS-88* (p. 18-24). Montréal: Université de Montréal.

Siegel, E., Schubien, M. et Merrill, P. F. (1981). *Videodiscs: The technology, the applications, and the future.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Stevens, S. M. (1984). Surrogate laboratory experiments: Interactive computer/videodisc lessons and their effect on students' understanding of science. *Dissertation Abstracts International, 45/09-A*, 2827.

Strain, A. R. (1974). *Computer-assisted instruction in social arithmetic for the retarded.* Mémoire de maîtrise, University of Calgary, Alberta.

Suppes, P. et Morningstar, M. (1972). *Computer-assisted instruction at Stanford, 1966-68: Data, models and evaluation of the arithmetic programs.* New York: Academic Press.

Tarrant, N., Kelly, L. et Wakley, J. (1988). Project management guidelines to instructional interactive videodisc production. *Educational Technology, 28*(1), 7-18.

Tennyson, R. D. (1980). Instructional control strategies and content structure as design variables in concept acquisition using computer-based instruction. *Journal of Educational Psychology, 72*, 525-532.

Tennyson, R. D. (1981). Use of adaptive information for advisement in learning concepts and rules using computer-assisted instruction. *American Educational Research Journal, 18*, 425-438.

Tennyson, R. D. (1984). Artificial intelligence methods in computer-based instructional design. *Journal of Instructional Development, 7*(3), 17-22.

Tennyson, R. D. et Buttrey, T. (1980). Advisement and management strategies as design variables in computer-assisted instruction. *Educational Communications and Technology Journal, 28*, 169-176.

Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational and cognitive approaches to the communicating of knowledge.* Los Alto, CA: Morgan Kaufmann.

Wiser, M. (1986). *The differentiation of heat and temperature: An evaluation of the effect of microcomputer teaching on students' misconceptions* (Rapport technique). Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement.

Yang, M. J. (1987). Individualizing instruction through intelligent computer-assisted instruction: A perspective. *Educational Technology, 27*(3), 7-15.

Young, J. et Tosti, D. (1984). *The effectiveness of interactive videodisc in training.* Atlanta, GA: U.S. Army Technical Report.