Document généré le 19 déc. 2024 07:05

Revue des sciences de l'éducation

Modalités et scénarios d'interaction dans des hypermédias d'apprentissage

André Tricot et Alain Rufino

Volume 25, numéro 1, 1999

L'interactivité au service de l'apprentissage

URI : https://id.erudit.org/iderudit/031995ar
DOI : https://doi.org/10.7202/031995ar

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

Tricot, A. & Rufino, A. (1999). Modalités et scénarios d'interaction dans des hypermédias d'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, *25*(1), 105–129. https://doi.org/10.7202/031995ar

Résumé de l'article

Cet article propose de distinguer deux niveaux dans la conception d'un outil pédagogique multimédia interactif: celui des modalités d'interaction et celui du scénario d'interaction. Les modalités d'interaction concernent les aspects concrets et matériels de l'interaction de l'utilisateur avec la machine; a priori, rien de spécifique ici au domaine des apprentissages. Le scénario d'interaction concerne les aspects pédagogiques de l'interaction de l'apprenant avec un contenu d'enseignement; a priori, rien de spécifique ici au support utilisé. Le texte illustre la distinction entre ces niveaux en montrant d'abord, à partir d'éléments de la documentation empirique, les effets que peuvent avoir des options prises à chaque niveau sur l'activité de l'utilisateur-apprenant; puis, à partir de leur expérience de concepteurs de cédéroms, les auteurs apportent des exemples de solutions de conception.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'éducation, 1999

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. XXV, n° 1, 1999, p. 105 à 129

Modalités et scénarios d'interaction dans des hypermédias d'apprentissage

André Tricot
Maître de conférences
IUFM de Bretagne

Alain Rufino
Maître de conférences
Université de la Méditerranée

Résumé – Cet article propose de distinguer deux niveaux dans la conception d'un outil pédagogique multimédia interactif: celui des modalités d'interaction et celui du scénario d'interaction. Les modalités d'interaction concernent les aspects concrets et matériels de l'interaction de l'utilisateur avec la machine; *a priori,* rien de spécifique ici au domaine des apprentissages. Le scénario d'interaction concerne les aspects pédagogiques de l'interaction de l'apprenant avec un contenu d'enseignement; *a priori,* rien de spécifique ici au support utilisé. Le texte illustre la distinction entre ces niveaux en montrant d'abord, à partir d'éléments de la documentation empirique, les effets que peuvent avoir des options prises à chaque niveau sur l'activité de l'utilisateur-apprenant; puis, à partir de leur expérience de concepteurs de cédéroms, les auteurs apportent des exemples de solutions de conception.

Introduction

Qu'est-ce que l'interactivité?

Dans l'histoire de l'informatique, le concept d'interactivité est lié, entre autres, à celui d'hypertexte, c'est-à-dire à l'idée qu'un document électronique ou une application informatique constitue un environnement dans lequel un certain nombre de choix possibles sont présentés à l'utilisateur à l'instant *t,* et que chacun de ces choix entraîne, à l'instant *t+1,* une modification de l'environnement. Ainsi, chaque utilisateur interagit différemment avec l'application selon ses choix, choix qui sont censés mettre en œuvre ses buts, ses intérêts, ses motivations... mais aussi, plus prosaïquement, ses capacités à utiliser ce type d'application.

Le concept d'hypertexte s'est considérablement enrichi depuis la célèbre présentation de Conklin (1987). Différents degrés d'interactivité ont pu être définis, qui dépassent largement les hypertextes, mais nous ne nous arrêtons pas là-dessus. Dans cet article, nous nous restreignons à «l'interactivité dans les hypertextes», aux *responsive documents* (Meyrowitz, 1990), c'est-à-dire aux documents qui ont la possibilité de réagir à des actions de l'utilisateur. Nous renvoyons le lecteur à Balpe (1997) pour une présentation détaillée du thème «hypertexte et interactivité».

Interactivité et apprentissages

L'importation de l'idée d'interactivité dans le domaine des apprentissages a considérablement enthousiasmé un bon nombre de chercheurs, de développeurs et d'enseignants dès les années 1986-1987. Bruillard (1997) a récemment publié une synthèse des apports de l'interactivité, par le biais de l'hypertexte, au domaine des apprentissages. Nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de Bruillard et aux articles du présent volume pour des arguments sur les différents types d'apports de l'interactivité aux apprentissages. Mais, même si l'on reconnaît ces apports, on est obligé d'admettre que l'interactivité a aussi permis d'éluder, tout en permettant de faire semblant de les prendre en compte, un certain nombre de problèmes classiques de l'enseignement et de l'EAO (enseignement assisté par ordinateur). Du côté de l'enseignement, l'interactivité permet de proposer un même contenu à des apprenants qui peuvent différer quant à leurs objectifs, à leur motivation, à leur niveau dans la discipline enseignée, à leurs connaissances antérieures dans d'autres domaines, etc. Le principe qui en découle est aussi simple qu'illusoire: si, dans un système interactif, chaque utilisateur fait les choix qu'il veut, alors, chacun fait les choix qui lui conviennent. Du côté de l'EAO, l'interactivité permet la réalisation d'environnements «dynamiques» moins rébarbatifs que les systèmes d'enseignement programmé, moins austères que LOGO et auxquels on peut adjoindre de nombreux sons, couleurs, vidéos, etc. Bref, l'interactivité est avant tout attrayante et nouvelle.

Ces récentes possibilités offertes à l'enseignant-concepteur d'environnements d'apprentissage ont, il faut bien le reconnaître, apporté un considérable renouveau au domaine de l'EAO, devenu pour le coup EIAO (environnements interactifs d'apprentissage assistés par ordinateur). Ce renouveau suit trois voies principales (Bruillard et de La Passardière, 1998): l'intégration de fonctionnalités hypertextuelles dans des environnements informatisés d'apprentissage; le développement de produits culturels (où l'on voudrait croire que l'apprentissage peut être assimilé à une visite de musée); et le développement de logiciels où l'apprenant est invité à créer, à baliser et à structurer des bases de documents. Dans les faits, malgré tout, on a pu remarquer que l'interactivité pouvait aussi

générer des problèmes nouveaux (par exemple, l'utilisateur se perd dans le système) et ne constituer qu'un gadget.

Deux niveaux d'interactivité

Selon nous, dans un environnement informatisé d'apprentissage, l'interactivité se situe, d'une part, au niveau des relations entre l'utilisateur et la machine et, d'autre part, au niveau des relations entre l'apprenant et le contenu d'enseignement. Nous prétendons que certaines difficultés rencontrées par les utilisateurs-apprenants dans un tel environnement viennent du fait que ces deux niveaux peuvent être confondus. Il est probable que cette confusion gêne non seulement la manipulation, mais aussi la compréhension, et, partant, l'acquisition des contenus d'enseignement. Il est possible aussi qu'une centration de la conception sur l'interaction utilisateur-machine cache une absence de conception de l'interaction apprenant-contenus. Nous pensons aussi qu'il y a interaction entre ces deux niveaux. Les choix de conception opérés à l'un des niveaux a donc des conséquences sur l'autre niveau. Ce point de vue nous conduit à supposer que cette interaction modifie non seulement les procédures d'utilisation de la machine, mais aussi les processus d'acquisition des connaissances des domaines abordés.

L'objectif de cet article est double: 1) décrire, à l'aide d'exemples, ces deux niveaux d'interactivité; 2) évoquer les conséquences que des options prises à chacun de ces deux niveaux peuvent avoir sur l'activité mentale de l'utilisateur-apprenant. Dans la deuxième section, nous évoquons le niveau des modalités d'interaction et dans la troisième section, le niveau du scénario d'interaction. Enfin, dans la quatrième section, nous présentons un exemple de conception de cédérom pédagogique en indiquant les choix de conception opérés à chacun des deux niveaux.

Les modalités d'interaction

Les définitions

Les modalités d'interaction concernent les aspects concrets et matériels de l'interaction de l'utilisateur avec la machine; elles n'ont *a priori* rien de spécifique aux domaines de connaissances, ou aux processus d'apprentissage concernés. Il s'agit de ce que l'utilisateur va percevoir et manipuler: d'une part, des modalités perceptives (disposition des informations à l'écran, typographie, couleurs, etc.) et, d'autre part, des outils de l'interaction (boutons, zones actives, etc.) et de la structure du système. Enfin, nous pensons que l'interaction entre différents médias sur

un même écran (texte/image, par exemple) a des effets sur la perception et sur la manipulation des informations.

La disposition des informations à l'écran

La disposition ou la répartition de l'information sur un écran (traduction approximative d'*information display*) joue un rôle, semble-t-il, important mais difficile à cerner.

La disposition de l'information concerne d'abord la disposition des «modules d'information», qui peuvent être des modules fonctionnels (ou syntaxiques), des modules de contenu (ou sémantiques) ou des modules mixtes (fonctions dépendantes du contenu). On a pu, par exemple, étudier les effets liés à la compréhension des icones fonctionnels, à la place de la barre de menu sur l'écran, etc. (Cherry, Fischer, Fryer et Steckman, 1989; Giroux et Belleau, 1986; Kaltenbach, Robillard et Frasson, 1991; Lansdale, Simpson et Stroud, 1990; Waterworth, Chignell et Zhai, 1993). Ces recherches ont beau être nombreuses, on ne peut s'empêcher de penser, devant la difficulté à reproduire des résultats, que cette problématique dépend essentiellement de conventions qui, bien qu'elles aient tendance à se stabiliser, évoluent dans le temps. Les utilisateurs ne «comprennent» pas mieux que tel bouton de déplacement soit à gauche ou à droite, en haut ou en bas de l'écran: ils ont l'habitude qu'il soit en haut à gauche. Ainsi, la disposition des informations à l'écran la mieux perçue est souvent celle qui respecte les grandes conventions, les chartes ergonomiques, proposées par exemple par les grands constructeurs (Apple, IBM, etc.) ou les éditeurs de logiciels de conception.

La disposition de l'information concerne aussi la mise en forme du texte (voir la synthèse de Caro et Bétrancourt, 1998). La mise en forme influence la perception et donc le traitement du texte. À l'exception des restrictions que nous évoquons ci-dessous, la perception d'un texte sur écran est régie par les mêmes mécanismes et a les mêmes caractéristiques que la perception d'un texte imprimé sur une feuille de papier. La première différence réside dans le «blanc»: un écran de texte doit être plus aéré qu'une feuille de texte. Selon Coe (1996), la quantité d'espace blanc nécessaire sur un document papier serait de 25 à 40 % tandis qu'elle serait de 40 à 60 % sur un écran. La seconde différence réside dans l'utilisation d'icones lorsqu'on recherche un effet de saillance: les icones sont plus souvent utilisés et avec un bon résultat sur écran que sur papier (Young et Wogalter, 1990). Mais, comme l'indiquent Caro et Bétrancourt, la présence de caractères spéciaux et d'icones (coprésence des deux dimensions de saillance) amène de meilleures performances que la présence d'une seule dimension de saillance, que ce soit sur écran ou sur papier. Enfin, les polices sans sérif (Helvetica, Geneva par exemple)

sont plus adéquates à l'écran tandis que celles avec sérif (Times, New Century, Palatino, par exemple) conviennent mieux au papier.

La disposition de l'information concerne enfin la couleur. L'information textuelle est mieux perçue si elle est présentée avec les mêmes couleurs que l'impression papier traditionnelle (fond blanc, tracé noir). Pour d'autres informations, ou pour mettre en valeur telle ou telle partie de l'écran, l'utilisation de la couleur requiert parcimonie et équilibre. Comme on le sait depuis bien avant l'invention de l'ordinateur, la perception est meilleure quand le nombre de couleurs est limité et quand certains contrastes malheureux sont évités (Bruce et Foster, 1982; Murch, 1987)

La structure des données du système interactif

De multiples recherches ont été conduites depuis le début des années quatre-vingt-dix sur les effets des différentes structures que peut avoir un système interactif sur l'utilisation et la compréhension de celui-ci. Ces recherches, fondées sur quelques principes généraux – il faut que l'utilisateur comprenne la logique de la structure du système –, se sont rapidement orientées vers des recherches spécifiques à des types de tâches: pour telle tâche précise, vaut-il mieux disposer d'une structure linéaire, hiérarchique, réseau? Quelques résultats ont été avancés, et l'on dispose actuellement de quelques éléments solides dans ce domaine (Rouet, 1992). Chen et Rada (1996) ainsi que de Vries et Tricot (1998) ont fait une synthèse de ces résultats, en mettant en évidence quelques points de convergence et de divergence.

Une organisation hiérarchique, quand on la compare à un index alphabétique, permettrait aux utilisateurs de se construire une meilleure représentation de l'architecture du système, les satisferait plus, structurerait les connaissances de façon plus exacte et faciliterait la navigation. En revanche, elle paraît moins efficace quand la tâche implique des relations entre les nœuds de contenu (Edwards et Hardman, 1989). De plus, c'est ce type d'organisation qui entraînerait le plus d'ouvertures de nœuds non pertinents (Mohageg, 1992).

Une organisation linéaire entraîne de faibles performances, mais peut être améliorée: par exemple avec une table des matières et un index ou avec un plan interactif (Mohageg, 1992; Silva, 1992). D'autres études montrent que, dans certaines situations, une organisation linéaire permet de répondre rapidement et efficacement aux questions (McKnight, Dillon et Richardson, 1990). Cependant, le nombre de mots lus est plus important qu'avec un même texte organisé en réseau hypertextuel (Foss, 1989). Cette organisation semble particulièrement bien adaptée à une première utilisation (Oren, Salomon, Kreitman et Don, 1990). Une étude de Gray (1990) montre que les utilisateurs préféreraient le linéaire mais comprendraient mieux avec le hiérarchique.

Les organisations de type réseau, véritablement hypertextuelles, produisent des résultats divergents. Pour des questions nécessitant de faire des liens entre plusieurs nœuds, l'utilisation de ce type d'organisation s'est révélée plus rapide dans l'étude de Wright et Lickorish (1990), mais pas dans celle de Mohageg (1992). Par ailleurs, l'organisation en réseau favoriserait le phénomène de boucle *(looping)* – Foss (1989) désigne ainsi le fait de repasser plus de trois fois par le même nœud – et serait spécifiquement inadéquate aux utilisateurs novices du système ou du domaine de connaissances (Silva, 1992). Ainsi, un véritable hypertexte est difficile, mais des améliorations sont possibles dans la définition même des mots clés ou dans l'élaboration de bons mécanismes d'interrogation (Nielsen, 1990). Enfin, Tricot (1995) a montré que, dans une tâche de compréhension de l'ensemble du corpus de connaissances (tâche d'exploration exhaustive), on pouvait définir des limites à la structure du réseau au-delà desquelles la baisse de compréhension est significative. Ces limites sont de l'ordre de quatre pour le niveau de largeur (la largeur est définie par le nombre de liens qui partent d'un nœud, voir Figure 1) et de quatre pour le niveau de profondeur (la profondeur est le nombre de nœuds qu'on peut ouvrir «à la suite» sans retour en arrière, voir Figure 2).

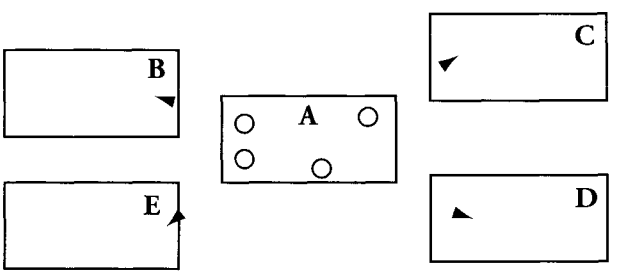


Figure 1 – Le niveau de largeur 4

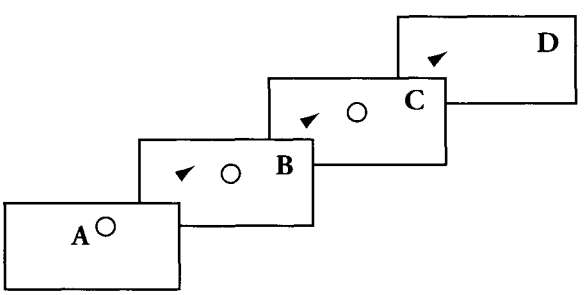


Figure 2 – Le niveau de profondeur 4

Une organisation combinée (hiérarchique/réseau) paraît particulièrement pertinente. On trouve par exemple, chez Girill et Luk (1992), la description d'une base de données hypertextuelles à organisation mixte: l'organisation est globalement hypertextuelle, mais quand l'utilisateur découvre une information importante pour lui, une arborescence se fige autour de la fenêtre concernée. Ces auteurs ne disposent pas vraiment de résultats expérimentaux solides sur l'utilisation de cette organisation.

La principale limite de ces études a été mise en évidence par Dillon (1991) qui a, par la suite, publié une synthèse sur cette question (Dillon, 1996). Dillon a montré l'importance de la structure rhétorique du document, quelle que soit la structure formelle de celui-ci: c'est exactement le «scénario d'interaction», au sens où nous l'entendons, que Dillon désigne par «structure rhétorique du document». Selon Dillon, lorsque le lecteur-utilisateur interagit avec une structure rhétorique connue, il peut localiser les informations recherchées. Par exemple, dans un article scientifique, je sais que je vais trouver l'hypothèse principale de l'auteur dans l'introduction: on peut très bien modifier la structure de l'article et mettre l'introduction à la fin, ou en faire un hypertexte non hiérarchique, de toute façon je sais que, si je veux trouver l'hypothèse principale de l'auteur, il faut que je cherche dans l'introduction. À l'opposé, un lecteur non habitué aux articles scientifiques ne cherchera pas nécessairement l'hypothèse principale dans l'introduction, que la structure de l'article scientifique soit respectée ou non.

L'équipe du LRDC de Pittsburgh (voir, par exemple, Britt, Rouet et Perfetti, 1996) a montré qu'on retrouvait cet effet dans des ensembles de textes multi-sources (par exemple un ensemble de textes en rapport avec une controverse historique): il y aurait un traitement de la structure argumentative à partir du moment où, dans un ensemble de textes, le lecteur sait identifier la nature et le rôle de chaque texte dans l'ensemble.

Les recherches de Dillon et celles de Rouet ont donc permis que les aspects structuraux des systèmes interactifs soient envisagés sur deux plans: sur le plan concret, ils déterminent l'espace de navigation, c'est-à-dire l'ensemble des choix ou des manipulations possibles dans le système à un moment donné; sur le plan du contenu, ils déterminent la possibilité d'accéder à des connaissances selon des objectifs, qui sont d'autant mieux atteints que l'utilisateur est familier avec la structure rhétorique du document.

Les outils de l'interaction

On a pu évaluer l'efficacité et les limites des différents outils d'interaction (fonctionnalités): index, table des matières, boutons plein textes, tourne-pages,

bookmarks, web views, cartes, *fish eyes views,* etc. (Dee-Lucas, 1996; Holt, 1992; Holt et Howell, 1992; Reader et Hammond, 1994; Tricot, 1993). Voici, à ce sujet, quelques observations importantes.

Certaines fonctionnalités ont une efficacité spécifique à telle ou telle tâche. Par exemple, un index est efficace pour une recherche d'information où la cible est précise et connue de l'utilisateur; il permet en général une plus grande exhaustivité dans la consultation (Edwards et Hardman, 1989).

Le double traitement simultané d'informations générales et d'informations de détail est difficile. C'est pourquoi les *pop up windows* sont tellement intéressantes: c'est l'utilisateur qui choisit le moment où il veut ajouter tel ou tel média à l'écran en cours de traitement (Bétrancourt, 1992). Le lecteur en prend connaissance en cliquant sur un icone ou sur des mots soulignés. Une petite fenêtre comprenant généralement du texte apparaît alors au premier plan. L'utilisateur peut la faire disparaître facilement et revient ainsi à sa fenêtre principale restée active. La *pop up window* est un dispositif qui permet de diminuer la densité de texte présent de façon permanente à l'écran en affichant, si besoin est, des informations complémentaires sans quitter son environnement de travail. De nombreuses études expérimentales sur l'effet de ce dispositif sur le traitement cognitif du texte ont été répertoriées par Bétrancourt et Caro (1998). Ces auteurs montrent que l'utilisation des *pop up windows* sur écran est bénéfique pour des informations qui seront mieux mémorisées (si elles sont consultées): définitions, explications, exemples, et non pas pour des informations indispensables à la tâche à effectuer conformément au texte. Pour les lecteurs expérimentés dans l'activité décrite par le texte, les *pop up windows* ne seront pas ou peu ouvertes, car les lecteurs connaissent déjà les définitions et les informations explicatives concernant leur activité. En revanche, les lecteurs inexpérimentés pourront consulter les *pop up windows* pour acquérir les connaissances nécessaires à la réalisation de la tâche. On peut aussi utiliser des *pop up windows* quand il est nécessaire de trouver rapidement des informations. Une fois que les utilisateurs ont appris à utiliser ce système de fenêtrage, ils sont capables d'accéder à l'information plus rapidement (Caro, 1995). *Les pop up windows* facilitent le traitement cognitif d'un document texte-figure et ne perturbent pas l'apprentissage par rapport à une présentation où les deux sources d'information sont présentes en permanence sur l'écran. De ce fait, les *pop up windows* peuvent être recommandées dès l'instant où texte et figure doivent être utilisés de manière complémentaire pour comprendre le document ou exécuter la tâche décrite dans le document.

L'ajout de fonctionnalités a un effet de surcharge cognitive. Dans une série de recherches expérimentales, Wright et Lickorish ont bien illustré ce paradoxe: quand on propose trop d'outils pour l'aide à la navigation et à la recherche d'informations, on gêne l'utilisateur plus qu'on ne l'aide (Wright, 1991; Wright et Lickorish, 1990,

1994). Selon ces auteurs, deux raisons expliquent ce constat: 1) l'ajout de fonctionnalités surcharge l'écran, rendant impossible la perception de toutes les fonctionnalités, notamment en début de consultation du système; 2) l'ajout de fonctionnalités surcharge l'apprentissage, car l'utilisateur doit découvrir et apprendre le fonctionnement de chacune de ces fonctionnalités.

L'interaction entre différents médias sur un même écran

Enfin, des recherches de plus en plus nombreuses sont consacrées aux effets de l'utilisation simultanée de différents médias sur un même support: textes, images fixes, images animées, sons (Katz et Lesgold, 1996; Levonen, 1996; Merlet et Gaonac'h, 1996). Ces recherches ont certes de nombreux prédécesseurs, comme les études consacrées à la bande dessinée, au cinéma, aux images vidéo, etc. Merlet (1998) a établi une synthèse de ces différents travaux. Elle souligne que, depuis environ deux décennies, plusieurs recherches ont mis en évidence les effets facilitateurs des images adjointes à un texte sur la compréhension et la mémorisation de celui-ci. L'objectif principal de beaucoup de ces études est de déterminer le rôle des illustrations sur l'acquisition de connaissances ou la résolution de problèmes. Les textes manipulés sont le plus souvent des textes expositifs ou procéduraux présentés par écrit; la méthodologie la plus courante consiste à comparer deux modes de présentation du matériel (texte seul par rapport à texte imagé) quant aux performances à des épreuves de rappel ou à des questionnaires de compréhension (Levie et Lentz, 1982; Levin, Anglin et Carney, 1987). Ainsi, l'examen de 48 recherches analysées par Levie et Lentz (1982) a permis de montrer une supériorité très nette des conditions imagées par rapport aux conditions sans image. Sur l'ensemble des études recensées, les conditions imagées conduisent à des performances de 36 % supérieures en moyenne. La synthèse plus récente de Levin *et al.* (1987) rapporte des effets facilitateurs qui dépassent encore ceux qu'ont recensés Levie et Lentz (1982).

L'ensemble de ces travaux permet d'attester de la robustesse des effets observés. Ces travaux mettent en effet en jeu des sujets d'âges différents, en particulier des enfants et des adultes, des textes narratifs, expositifs ou encore instructionnels présentés oralement ou par écrit, différents types d'illustrations remplissant différentes fonctions de même qu'une grande variété de procédures d'évaluation. Ainsi, le rôle bénéfique des illustrations sur la mémorisation et la compréhension de textes, tel qu'il a pu être évalué dans un grand nombre de recherches, apparaît difficilement contestable. Cependant, les mécanismes et les processus à l'origine de ces effets n'apparaissent pas toujours évidents, dans la mesure où ces études demeurent souvent à un niveau largement descriptif.

C'est pourquoi, depuis une dizaine d'années, les recherches prennent une nouvelle orientation: on s'attache désormais, non pas simplement à mettre en évidence l'effet facilitateur des illustrations sur la compréhension, mais à comprendre les mécanismes cognitifs responsables de ces effets et à élaborer un cadre théorique précis susceptible de rendre compte aussi bien des effets bénéfiques de l'illustration, que de son absence d'effet, voire de ses effets néfastes (Glenberg et Langston, 1992; Gyselinck, 1996; Schnotz et Kulhavy, 1994; Schnotz, Picard et Hron, 1993).

Enfin, l'insertion de l'animation dans les configurations texte/image constitue un apport intéressant mais délicat à aborder dans le domaine des apprentissages. Ainsi Lowe (1996) s'intéresse à l'apprentissage de la «lecture de cartes» par des étudiants en météorologie. Il a montré que si l'intégration texte/image statique présente de nombreux désavantages dans ce domaine d'apprentissage – les étudiants ne «comprennent» pas les dimensions spatiales et surtout temporelles des cartes qui leur sont présentées –, l'insertion de l'animation pose aussi des problèmes, dont celui d'attirer l'attention sur les «effets massifs» (mouvement d'une grosse masse nuageuse par exemple) au détriment des détails ou des informations stables.

Après avoir évoqué les nombreuses recherches sur les effets des modalités d'interaction, nous abordons maintenant les travaux, moins nombreux, consacrés aux scénarios d'interaction.

Le scénario d'interaction

Les définitions

Le scénario d'interaction concerne les aspects pédagogiques de l'interaction de l'apprenant avec un contenu d'enseignement; ils n'ont *a priori* rien de spécifique au support utilisé (par exemple le cédérom). Ainsi, le dialogue socratique est un scénario d'interaction entre un apprenant et des connaissances. Le commentaire de texte dans l'enseignement au Moyen Âge est un scénario d'interaction entre un apprenant et des connaissances, etc.

Du côté de l'enseignement programmé, les scénarios skinneriens définissaient la nature de l'interaction entre l'apprenant et les connaissances comme (à peu de choses près) un conditionnement (Skinner, 1963). La théorie béhavioriste de l'apprentissage fournissait donc le cadre de ce type de scénario d'interaction. Avec LOGO, les scénarios imaginés par Papert définissaient l'interaction comme une construction de connaissances à partir de la manipulation d'objets rudimentaires,

laissant une grande part au tâtonnement (Papert, 1980). La théorie constructiviste piagétienne de l'apprentissage fournissait le cadre de ce scénario d'interaction.

Mais, à la différence des deux exemples que nous venons de citer, il n'y a pas de théorie de l'apprentissage préexistante aux hypermédias. Plus précisément, comme le montre Rhéaume (1991), la seule théorie de l'apprentissage sous-jacente (Nelson, 1970) est non seulement «idéaliste» ou «farfelue», mais complètement guidée par le développement technologique. Il ne s'agissait pas, pour Nelson, d'élaborer une théorie de l'apprentissage mais de plaquer sur ses idées de développement technologique une théorie de l'apprentissage convenable. Rhéaume (1991, p. 45) paraphrase ainsi Nelson.

> Laissons à l'étudiant le choix de son objet d'étude, laissons-le décider s'il souhaite se soumettre à une évaluation, donnons-lui une bonne variété de matériel intéressant, fournissons-lui un environnement stimulant. Dans ce cas, l'étudiant se trouvera motivé, intéressé à en faire un peu plus que dans le cadre de l'enseignement traditionnel. L'étudiant placé assez tôt dans un tel environnement atteindra l'âge adulte avec un esprit vif, marqué par l'enthousiasme et l'intérêt. Toujours anxieux d'en apprendre davantage, il surpassera de beaucoup les gens ordinaires.

À peu de choses près donc, les scénarios d'interaction pédagogique dans les environnements interactifs sont postérieurs à l'invention de ces environnements. Dans la partie suivante, nous tentons d'en décrire quelques-uns.

Des scénarios respectant les principes des hypertextes ... aux visites de musées

Un des chercheurs les plus fidèles aux idées originelles des inventeurs de l'interactivité est probablement David Jonassen, directeur de la revue de référence dans le domaine, le *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia.* Pour Jonassen, l'hypermédia est une structure de connaissances que l'apprenant peut acquérir «telle quelle», par l'acte même de naviguer. Ainsi, quand on transfère les connaissances d'un expert dans un hypermédia éducatif, les apprenants peuvent acquérir les connaissances de l'expert au cours de la navigation dans l'hypermédia. Mais, comme le reconnaît Jonassen, les choses semblent un peu plus complexes que cela... dès qu'on passe à l'expérimentation et qu'on évalue précisément les connaissances réellement acquises (Jonassen et Wang, 1993). On peut même considérer que, pour l'instant, ce type de tentative conduit à un constat d'échec.

Dans le même ordre d'idées, un certain nombre d'auteurs ont envisagé des scénarios d'interaction pédagogiques proches de la visite de musée. Ainsi, Silva (1992) a élaboré un musée virtuel et s'est demandé quelle était l'influence du

degré de liberté de navigation sur l'apprentissage. Pour cela, il a proposé quatre scénarios d'interaction avec son musée: séquentiel, libre sans plan, libre avec plan, libre avec plan interactif. Dans la version séquentielle, il n'y a qu'une seule fonction: continuer. Dans la version libre sans plan, il y a six fonctions: aller en face, tourner à gauche, à droite, tourner à 180°, monter ou descendre les escaliers. L'utilisateur peut avancer ou reculer. Dans la version libre avec plan, l'utilisateur peut appeler un plan général du musée, où son emplacement lui est signalé. Dans la version libre avec plan interactif, l'utilisateur peut cliquer sur n'importe quelle partie du plan, et il se retrouve à l'endroit correspondant dans le musée. Quand l'utilisateur estime avoir fini sa visite, l'expérimentateur lui demande de répondre à un questionnaire comprenant des questions relatives au contenu (global, précis) ou à la localisation spatiale des contenus. Quarante enfants de 11 à 13 ans ont participé cette expérience (10 par condition). Les résultats obtenus montrent l'intérêt du plan par rapport aux autres conditions, et du plan interactif en particulier. La condition libre sans plan est de loin la moins favorable à la compréhension et à la localisation.

Ce type de scénario se retrouve aujourd'hui dans les cédéroms culturels, où apprendre est assimilé à «accéder à des bases de documents et à s'y promener» (Bruillard et de La Passardière, 1998). Ce type d'apprentissage peut être rangé dans la catégorie des apprentissages par la découverte ou apprentissages par exploration mais, à notre connaissance, aucune recherche empirique rigoureuse ne permet d'affirmer dans quelle situation d'apprentissage ces applications peuvent être réellement utiles. Et l'on peut suivre Beaufils (1998) qui souligne la fréquente inadéquation des modalités d'interaction de ces produits dans des situations d'apprentissage.

L'ensemble des scénarios pédagogiques les plus fidèles aux idées des pionniers (Bush, 1945; Nelson, 1965), donc fondés sur le principe de libre navigation dans un corpus de connaissances, n'occulte malheureusement pas une évidence: s'il suffisait de «lâcher» des apprenants dans une bibliothèque ou dans un musée pour qu'ils apprennent, cela ferait longtemps que cette pratique très économe de l'enseignement serait répandue.

Des scénarios pédagogiques classiques dans des environnements interactifs

Ce constat d'échec a conduit certains chercheurs à développer des applications hypermédias au service d'un scénario d'interaction plus conventionnel et mieux défini. Par exemple, lors des «Troisièmes journées hypermédias et apprentissages» (Bruillard, Baldner et Baron, 1996), un vidéodisque interactif, destiné à la formation des élèves de l'école des métiers de la table de Paris, a été présenté (Sauvage, 1996). Les images et les sons étaient d'une qualité exceptionnelle. Le

scénario d'interaction était clairement béhavioriste et semblait reproduire les modalités d'enseignement de l'école qui avait conçu ce produit: stimulus, réponse, gratification, sanction. Une autre application, Modélisa (Viens, 1996), proposait un scénario d'interaction d'inspiration constructiviste, destiné aux apprentissages collaboratifs. Nous ne connaissons malheureusement pas de résultats expérimentaux qui viendraient étayer l'intérêt de ces démarches.

De très nombreux travaux ont envisagé l'importation du scénario pédagogique classique «cours/exercices» dans les environnements interactifs informatisés. Il s'agit de rendre l'apprenant actif en lui faisant produire des solutions à des problèmes ou, plus vaguement, en lui faisant produire des textes, des structures de textes, des parcours, etc. Par exemple, l'environnement Correl... (Coste, 1996), dédié à l'enseignement de la physique à l'université, possède deux niveaux: celui du cours (base de connaissances hypermédias) et celui des exercices (problèmes, mesures, simulations à paramétrer). Localement, chaque exercice possède des liens vers une ou plusieurs parties de la base de connaissances, qui peut elle-même être explorée indépendamment des exercices. Les deux niveaux sont clairement distingués (codes couleurs, taille de l'écran, etc.). Mais c'est surtout l'évolution de ce projet depuis six ou sept ans qui est intéressante: conçu au départ comme un environnement pour l'apprentissage par exploration (Coste, 1991), le produit propose aujourd'hui une articulation entre apprentissage par l'action et apprentissage par instruction. Cette évolution est simplement attribuable à un certain constat d'échec de la première version, difficile d'accès en situation d'apprentissage autonome. L'EIAO Roboteach (Leroux, 1996) est aussi un bon exemple d'environnement d'apprentissage à deux niveaux (par l'action et par instruction), destiné à l'articulation théorie/pratique dans le domaine de l'enseignement de la technologie. Il semble que ce type de scénario soit efficace pédagogiquement dans les environnements interactifs informatisés, dès lors que les modalités d'interaction permettent à l'utilisateur de s'y retrouver (voir la revue de documentation scientifique faite par Tricot, 1995). Mais, comme le remarquent Bruillard et de La Passardière (1998), il reste à définir l'intérêt d'outils qui ne font que reproduire ce qu'on fait déjà en classe.

Tricot et Bastien (1996), s'inspirant des réflexions d'Inhelder et Cellérier (1992), analysent ces situations d'apprentissage d'un point de vue psychologique. Pour eux, l'apprentissage se définit largement comme une contextualisation de connaissances. Dès qu'on sort du cadre scolaire pour s'intéresser aux adultes (voir par exemple Myles-Worsley, Johnston et Simons, 1988; Norman, Brooks, Coblentz et Babcook, 1992), on observe que l'abstraction et la généralisation sont quasiment des particularités des apprentissages scolaires. Les connaissances utilisées par les adultes en situation professionnelle sont largement contextuelles, fonctionnelles et concrètes. L'hypermédia constitue un bon environnement de contextualisation de connaissances et présente l'avantage sur les autres environnements d'apprentissage de

laisser à l'apprenant l'initiative du choix du contexte. Cette contextualisation passe par des phases d'exploration et de compréhension d'un *corpus* de connaissances ainsi que par la fonctionnalisation de connaissances lors d'exercices. Pour ces auteurs (voir aussi Bastien, 1997), la difficulté de la conception d'environnements interactifs d'apprentissage réside dans la différence des formats de connaissances, selon qu'il s'agit d'un *corpus* de connaissances à explorer (connaissances rationnellement organisées), à transformer (exercices) ou à réutiliser en situation (connaissances fonctionnelles).

Ces réserves sur l'application directe de cadres théoriques pour la conception d'outils vont être illustrées dans la section suivante. Nous y présentons un exemple de notre travail de concepteurs, dont on verra qu'il est très pratique et opportuniste.

La conception des cédéroms «Itinéraire pour un métier»

Présentation du produit

Nous sommes les auteurs d'une série de 21 cédéroms d'information sur les études et les métiers, destinés aux élèves de fin de collège (13-15 ans); ces cédéroms ont été publiés par l'ONISEP (Office national d'information sur les enseignements et les professions). Dix personnes engagées dans un travail de conception durant cinq ans, deux ans de tests de maquettes et deux thèses que nous avons consacrées au sujet nous ont permis, souvent par tâtonnement, de prendre quelques options sur les modalités et sur le scénario d'interaction qui semblent convenir aux élèves (Rufino et Tricot, 1995; Tricot et Rufino, 1996).

L'objectif des cédéroms «Itinéraire pour un métier» est d'informer les élèves des lycées et des collèges sur les métiers et les études. La démarche proposée consiste à permettre à l'élève de s'auto-informer: trouver les informations qu'il cherche, explorer des voies qu'il ne connaît pas bien, affiner progressivement ses choix, corriger ses *a priori,* ses erreurs et, surtout, comprendre ce qu'il lit, pour ressortir vraiment informé de la consultation d'un document. Selon nous, cet objectif est pédagogique puisqu'il vise à transformer des connaissances anciennes et à faire acquérir des connaissances nouvelles à des élèves, de sorte que ces connaissances soient réutilisables ultérieurement en situation de décision, par exemple. Cette démarche, dite de «pédagogie de l'information», est encore peu connue hors du champ de l'orientation scolaire et professionnelle; elle est fortement influencée par la psychologie cognitive, où il est difficile de faire une différence entre «apprendre» et «mémoriser une information et être capable de la réutiliser».

Pour l'élaboration de cet outil, nous avons conduit des recherches de terrain auprès d'élèves des lycées et des collèges afin de connaître leurs représentations sur les objets sur lesquels nous avions choisi de les informer (350 métiers). Au cours de ces recherches, nous avons aussi essayé de comprendre comment les élèves recherchent de l'information sur les études et les métiers (Rufino, 1981; Rufino et Tricot 1994, 1995; Tricot, 1995; Tricot et Rufino, 1996).

Quelques options sur les modalités d'interaction

La structure est hypertextuelle avec une limite à trois en niveau de profondeur et à cinq en niveau de largeur. L'hypertexte est muni d'un index et de deux tables de contenus actives: l'une graphique (entrée par les métiers), l'autre textuelle (entrée par les formations). La police de caractères utilisée est l'Helvetica 14 points gras. Chaque texte (à gauche de l'écran) est illustré par une image (à droite de l'écran). Les lignes de texte comportent 40 signes en moyenne. Les icones sont au nombre de huit, disposés en ligne en bas de l'écran, et leur fonction s'affiche en bas de l'écran chaque fois que la souris passe sur eux. Le fond d'écran n'est pas blanc mais bleu afin d'obtenir un meilleur contraste avec les mots-boutons verts et rouges.



Figure 3 – Un exemple d'écran d'un des cédéroms Itinéraire

Quelques options sur le scénario d'interaction

Nous avons identifié deux priorités pour la conception de ce système de «pédagogie de l'information»: 1) il ne faut pas diffuser des documents contenant beaucoup d'informations, mais concevoir de véritables documents pédagogiques adaptés aux questions, au niveau de langue, au fonctionnement des élèves; 2) il faut à la fois proposer le plus large choix dans l'accès à l'information, dans les délais les plus courts, tout en aidant l'élève à s'y retrouver, à disposer d'informations compréhensibles et utiles pour fonder son choix d'orientation.

Nous avons ensuite divisé ces deux priorités en quatre sous-objectifs.

Premier objectif – Quelles représentations les élèves se font-ils des métiers et des études sur lesquelles nous devons les informer?

Nous avons conduit une enquête de terrain, auprès de plus de 2000 enfants, sur les 350 métiers présentés dans les cédéroms Itinéraires. Les détails de cette démarche et les résultats ont été présentés dans l'article de Rufino et Tricot (1994). Nous avons, pour chaque métier, une réponse aux sous-questions suivantes. Étant donné l'objectif d'information d'un conseiller d'orientation sur telle profession, quelle est la proportion, le «champ couvert» par les élèves des lycées et des collèges en termes de connaissances? Quelles sont aussi les aspects abordés par les élèves et qui ne concernent pas cette «représentation utile» de la profession? Comment est structurée cette représentation des élèves? Comment leur connaissance de tel ou tel métier est-elle découpée en thèmes? Quels sont les systèmes de classification utilisés, les principaux ancrages, les réseaux de concepts qui constituent la ou les représentations produites? Comment cette représentation est-elle susceptible d'évoluer? Quelles sont les réactions du réseau de concepts que constitue la représentation à des apports d'éléments nouveaux ou à des contradictions?

Deuxième objectif – Quelles caractéristiques doit avoir un texte pour être compris des élèves? Il faut adopter un niveau de langue simple, ou adapté aux élèves, pour rédiger les documents (une dizaine de règles de choix lexicaux et syntaxiques ont été conçues) et présenter l'information selon une structure simple, repérable et invariante.

Troisième objectif – Comment aider les élèves à trouver les informations qu'ils cherchent? En connaissant mieux le fonctionnement de l'élève en situation d'autoinformation. Deux types de stratégies complémentaires, qui alternent, sont utilisées par les élèves: l'approfondissement détaillé d'un aspect déjà connu et l'exploration globale, balayage rapide, d'un domaine peu connu. Le plus surprenant, au

premier abord, est que, spontanément, l'élève va vers les aspects qu'il connaît déjà. En fait, dans ce type de situation, l'élève a besoin d'une phase de repérage du contenu et de l'organisation du document, phase qui, si elle n'est pas «réussie», altère gravement la prise d'information. L'alternance que nous avons proposée, entre des questionnaires d'évaluation et des textes d'information, est spontanément intégrée par les élèves dans la consultation du document.

Il faut aussi connaître les questions qu'il se pose: les questions que se pose l'élève en situation d'auto-information sur un métier concernent (par ordre décroissant de fréquence) les études, la nature du travail, les qualités requises, les conditions de travail, l'accès à l'emploi et les possibilités de carrière. Il faut fournir des aides pédagogiques à la stratégie de questionnement. La simplicité de la structure de présentation des métiers permet à l'élève de s'approprier rapidement une structure globale pertinente pour gérer son questionnement. L'auto-évaluation des manques n'est pas totalement satisfaisante, en particulier pour ce qui est des erreurs dont on a rarement conscience. C'est pourquoi le cédérom Itinéraire propose à chaque utilisation de compléter un questionnaire rapide qui permettra à l'élève de bien localiser ses connaissances et ses manques, ce qui lui permet d'organiser de la manière la plus pertinente et la plus économique sa recherche d'information.

Il faut détecter et corriger ses erreurs. Les connaissances sont l'objet d'élaborations pour lesquelles les aspects organisationnels apparaissent déterminants, amenant à considérer les représentations comme des réseaux sémantiques à la fois complexes, interconnectés et dynamiques, sur lesquels intervient le processus d'information. La correction des erreurs dans cette organisation ne peut plus apparaître comme la simple substitution d'éléments erronés par des éléments exacts dans une logique où ceux-ci seraient indépendants les uns des autres: la correction d'une erreur, qu'on peut considérer comme un des aspects du processus d'information, consiste en une reconstruction, même localisée, d'éléments et de relations; la correction d'une erreur locale entraîne parfois des réactions en chaîne dans les réseaux constitués et aboutit parfois à générer des erreurs ou des incertitudes là où il n'y en avait pas auparavant; on assiste à une plus ou moins grande «résistance» des noyaux erronés à la correction, en fonction de leur aspect plus ou moins central dans la représentation (nombre d'éléments et de relations concernés dans le réseau sémantique); on rencontre un butoir quantitatif à la correction des erreurs en une seule séance, qu'on peut expliquer par la difficulté à maîtriser le processus de réélaboration, dès lors qu'un trop grand nombre d'éléments et de relations entrent en jeu. L'ensemble de ces observations semble imposer une aide à la correction des erreurs dans tout dispositif pédagogique d'auto-information.

Enfin, l'aspect conjoncturel et «vivant» des représentations nous a incités à concevoir la pédagogie de l'information comme un processus étalé dans le temps afin de

permettre, au moins aux éléments principaux de la représentation, de se stabiliser sur des formes pertinentes et efficaces, c'est-à-dire de devenir des connaissances.

Quatrième objectif – Comment concevoir un système interactif permettant des démarches individuelles, centrées sur la problématique de l'élève? Après de nombreuses expérimentations et évaluations des différentes maquettes, nous avons choisi a) une structure stable, strictement similaire d'un métier à un autre, fondée sur cinq accès correspondant aux cinq questions que les élèves se posent le plus souvent à propos d'un métier (voir *supra,* réponse 3); b) une structure simple; c) des paragraphes de textes courts, un seul paragraphe par écran, expliquant chacun une notion et une seule; d) environ 25 paragraphes de textes par métier; e) un questionnaire et correction des erreurs, systématiquement sur chacune des 25 notions présentées dans le document: une erreur détectée contraint l'élève à ouvrir l'écran «corrigeant» cette erreur; f) un guide de consultation dynamique indiquant non seulement la structure du document, mais aussi l'état de la consultation de l'élève, chaque fois que celui-ci le demande.

Discussion: quelle interaction entre les modalités et le scénario?

La rencontre avec des dizaines d'équipes de concepteurs d'environnements interactifs d'apprentissage nous conduit à penser, sans que cela ait la moindre valeur scientifique, que les enseignants-concepteurs s'intéressent plus à l'élaboration du scénario pédagogique qu'à la définition de modalités d'interaction convenables... quand ils ne tombent pas dans la «gadgetisation» (syndrome très répandu au début des années HyperCard). Il semble difficile à certains d'entre eux d'admettre que la réussite de leurs bonnes idées pédagogiques passe par un long travail de conception de modalités d'interaction. Ainsi, il n'y a aucune raison pour qu'en ce domaine les choses diffèrent des autres domaines de l'informatique: il ne suffit pas de connaître et d'appliquer quelques règles de base de l'ergonomie des interfaces pour concevoir de bonnes modalités d'interaction. Chaque interface est particulière aux contenus et aux objectifs du système. On peut procéder, lors du travail de conception, comme nous avons procédé dans cet article: en séparant les modalités d'interaction du scénario d'interaction. En conception classique, on considère même que le scénario d'interaction doit être défini avant d'aborder les modalités d'interaction (Nanard et Nanard, 1995). Mais séparer dans le temps ces deux aspects de la conception ne signifie pas qu'ils sont indépendants. Au contraire, ils sont strictement dépendants l'un de l'autre. Cette dépendance est hiérarchique et linéaire en conception classique (Nanard et Nanard, 1995) et rétroactive en conception opportuniste (Fraïssé, Nanard et Nanard, 1996): pour ces auteurs, la relation entre la conception du scénario et celle des modalités d'interaction peut être fondée sur des boucles courtes de rétroaction expérimentale.

La conception d'un scénario d'enseignement destiné à un environnement informatisé interactif n'est pas simple. Les idées de Bush ou de Nelson ne sont pas des théories de l'apprentissage ni même de la conception d'environnements d'apprentissage. La solution qui consiste à réimporter de vieilles théories de l'apprentissage, voire des manuels d'enseignement (Wentland Forte, 1996), nous apparaît comme limitée. Car l'interactivité permet d'envisager des environnements d'apprentissage où autonomie, individualisation et action sont potentiellement accessibles comme dans aucune situation d'apprentissage auparavant. Selon nous, les scénarios d'interaction dans les hypermédias et plus largement dans les environnements interactifs d'apprentissage sont à inventer.

La présentation succincte de notre travail de concepteurs a peut être permis au lecteur de repérer des traces d'idées piagétiennes ou du courant de la cognition sociale, mais aussi beaucoup de tâtonnements et d'opportunisme... pour aboutir à un scénario d'interaction simpliste et strictement particulier à la situation d'auto-information sur les métiers et les études. Comme nous débutions dans ce genre d'activité, nous avons entièrement conçu le scénario d'interaction avant d'envisager le moindre détail en termes de modalités d'interaction. Nous avons confié cet aspect à des spécialistes (la société Systèmes Média Services) et avons évalué empiriquement différentes options.

Outre ces considérations pratiques, c'est aussi la «faiblesse» des théories psychologiques des apprentissages qui nous conduit à penser que tout est encore à inventer en matière de scénarios d'interaction en environnement informatisé d'apprentissage. Le dernier ouvrage de Bastien (1997) fait bien le tour des limites des approches constructivistes et cognitivistes classiques en matière de théorie de l'apprentissage. Les approches plus récentes du néo-béhaviorisme connexionniste, d'un côté, aussi bien que les conceptions de la cognition située ou de la psychologie culturelle, d'un autre côté, ne fournissent aucun cadre qui soit à la fois suffisamment concret, robuste et général (au sens où la théorie de Piaget a pu fournir ce cadre à Papert). L'idée même qu'il puisse exister une théorie générale des apprentissages semble aujourd'hui dépassée. Les rapports entre la conception d'environnements interactifs d'apprentissage et les théories de l'apprentissage sont donc très ouverts. Et, comme l'indiquait Anderson (1987), les environnements informatisés constituent sans doute l'un des meilleurs moyens d'étudier les apprentissages et d'en tester certaines théories.

Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé d'envisager à deux niveaux l'interaction entre un apprenant et un système interactif d'apprentissage: le niveau des modalités et le niveau du scénario. Ces deux niveaux sont strictement dépendants l'un

de l'autre lors de la conception. La réussite de l'un passe par la réussite de l'autre. Mais l'élaboration de scénarios semble souvent privilégiée au détriment des modalités d'interaction. Si la documentation empirique est riche du côté de l'analyse des effets des modalités d'interaction, elle est extrêmement pauvre du côté de l'analyse des effets des scénarios d'interaction. Et la dépendance entre ces deux niveaux empêche de considérer les résultats expérimentaux sur les effets des modalités d'interaction comme pouvant fournir des solutions toutes faites et universelles pour la conception. Nous avons défendu le point de vue selon lequel les scénarios d'interaction sont à inventer, de façon particulière à chaque situation d'apprentissage. Nous avons prétendu que les théories de l'apprentissage ne fournissent pas des solutions toutes faites et universelles en matière de conception de scénarios, mais qu'en revanche, les environnements interactifs d'apprentissage fournissent un bon cadre pour l'étude des apprentissages.

Abstract – This article distinguishes between two levels in the development of a multimedia interactive pedagogical tool: that related to modalities of interaction and that related to interactive scenarios. The modalities of interaction include concrete and material aspects of the user's interaction with the machine; a priori there is no specificity to the learning domain. The interactive scenarios include the pedagogical aspects of a learner's interaction with the teaching content; a priori there is no specificity to the material targetted. The authors illustrate differences between these levels by demonstrating, based on empirical studies, what effect choices made at each level can have on the user-learner's activity; and, based on experiences in developing CD Roms, the authors offer these examples as solutions in developing these tools.

Resumen – Este artículo propone distinguir dos niveles en la concepción de un instrumento pedagógico multimedia interactivo: el de las modalidades de interacción y aquel del escenario de interacción. Las modalidades de interacción conciernen los aspectos concretos y materiales de la interacción del usuario con la máquina; aspectos que no son, a priori, específicos al campo del aprendizaje. El escenario de interacción concierne, por su parte, a los aspectos pedagógicos de la interacción del alumno con el contenido de la enseñanza; aspectos que también, a priori, no son específicos al soporte físico utilizado. El texto ilustra la distinción entre estos dos niveles, mostrando primero, a partir de elementos de la documentación empírica, los efectos que pueden tener las opciones adoptadas a cada nivel sobre la actividad del usuario-alumno. Luego, y a partir de la propia experiencia como conceptores de discos ópticos, los autores aportan algunos ejemplos de soluciones de concepción.

Zusammenfassung – Dieser Artikel schlägt vor, bei der Konstruktion eines pädagogischen Instrumentes, das interaktiv und multimediabezogen ist, zwei Ebenen zu unterscheiden : das der Interaktionsmodalitäten und das des Interaktionsszenarios. Die Interaktionsmodalitäten beziehen sich auf die konkreten, materiellen Aspekte der Interaktion zwischen dem Benutzer und der Maschine; a priori gibt es hier nichts, was dem Gebiet des Lernens eigen

wäre. Das Interaktionsszenario bezieht sich auf die pädagogischen Aspekte der Interaktion zwischen dem Lernenden und dem zu lernenden Stoff; a priori gibt es auch hier nichts, was dem benutzten Mittel eigen wäre. Der Unterschied zwischen diesen beiden Ebenen wird veranschaulicht, zunächst indem die Auswirkungen der auf der jeweiligen Ebene getroffenen Entscheidungen auf das Vorgehen des Benutzers / des Lernenden dargelegt werden, dann indem die Verfasser auf ihre Erfahrung als CDRom-Konzeptoren zurückgreifen und Beispiele für Lösungen darlegenanführen.

Références

Anderson, J. R. (1987). Methodologies for studying human knowledge. *Behavioral and Brain Sciences, 10*, 467-505.

Balpe, J.-P. (1997). Hypertexte et interactivité. *Hypertextes et hypermédias, 1*(1), 11-22.

Bastien, C. (1997). *Les connaissances, de l'enfant à l'adulte.* Paris: Armand Colin.

Beaufils, A. (1998). Aide à l'exploitation des bases hypermédias. *In* A. Tricot et J.-F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 191-209). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Bétrancourt, M. (1992). Interaction texte/figure: effet de leur disposition spatiale relative sur l'apprentissage. *Rapport de recherche INRIA n°1781*, Grenoble.

Bétrancourt, M. et Caro, S. (1998). Intégrer des informations en escamots dans les textes techniques: quels effets sur les processus cognitifs? *In* A. Tricot et J.-F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 157-173). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Britt, M. A., Rouet, J.-F. et Perfetti, C. A. (1996). Using hypertext to study and reason about historical evidence. *In* J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon et R. J. Spiro (dir.), *Hypertext and cognition* (p. 43-72). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Bruce M. et Foster J. J. (1982). The visibility of colored characters on colored backgrounds, viewdata displays. *Visible Language, 16*(4), 382-390.

Bruillard, E. (1997). *Des machines à enseigner.* Paris: Hermès.

Bruillard, E., Baldner, J.-M. et Baron, G.-L. (dir.) (1996). *Hypermédias et apprentissages 3.* Paris: INRP.

Bruillard, E. et de La Passardière, B. (1998). Fonctionnalités hypertextuelles dans les environnements d'apprentissage. *In* A. Tricot et J.-F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 95-122). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Bush, V. (1945). As we may think. *In* J. M. Nyce et P. Kahn (dir.), *From memex to hypertext: Vannevar bush and the mind's machine* (p. 85-110). Boston, MA: Academic Press (réimprimé en 1990).

Caro, S. (1995). *Rôle des organisateurs paralinguistiques dans la consultation des documents électroniques.* Thèse en sciences de l'information et de la communication, Université de Grenoble.

Caro, S. et Bétrancourt, M. (1998). Ergonomie des documents techniques informatisés: expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs paralinguistiques. *In* A. Tricot et J.-F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 123-138). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Chen, C. et Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction, 11*(1), 125-156.

Cherry, J. M., Fischer, M. J., Fryer, B. M. et Steckman, M. J. (1989). Modes of presentation for on-line help: Full screen, split screen and windowed formats. *Behaviour and Information Technology, 8*(6), 405-416.

Coe, M. (1996). Sensation, perception and user documentation. *Intercom, 02/96*, 13-15.

Conklin, J. (1987). Hypertext, an introduction and survey. *IEEE Computer, 20*(9), 17-41.

Coste, J.-P. (1991). Gestion de stratégie d'accès à l'information. *Deuxièmes Journées EIAO de Cachan*, École normale supérieure de Cachan.

Coste, J.-P. (1996). *Modèle d'accréditation des compétences. Développement d'un système appliqué aux sciences physiques.* France: Département Autoformation et hypermédia, Université de Provence.

Dee-Lucas, D. (1996). Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext. *In* J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon et R. J. Spiro (dir.), *Hypertext and cognition* (p. 73-107). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Dillon, A. (1991). Reader's models of text structures: The cases of academic articles. *International Journal of Man-Machine Studies, 35*, 913-925.

Dillon, A. (1996). Myths, misconceptions, and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. *In* J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon et R. J. Spiro (dir.), *Hypertext and cognition* (p. 25-42). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Edwards, D. M. et Hardman, L. (1989). «Lost in hyperspace»: Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. *In* R. McAleese (dir.), *Hypertext: Theory into practice* (p. 105-125). Oxford: Intellect Ltd.

Foss, C. L. (1989). Detecting lost users, empirical studies on browsing hypertext. *Rapport de recherche INRIA* n°*972*, Sophia Antipolis.

Fraïssé, S., Nanard, J. et Nanard, M. (1996). Generating hypermedia from specifications by sketching multimedia templates. *Multimedia'96 Proceedings* (p. 120-124). Boston, MA: ACM Press.

Girill, T. R. et Luk, C. H. (1992). Hierarchical search support for hypertext on-line documentation. *International Journal of Man-Machine Studies, 36*, 571-585.

Giroux, L. et Belleau, R. (1986). What's on the menu? The influence of the menu content on the selection process. *Behaviour and Information Technology, 5*(2),169-172.

Glenberg, A. M. et Langston, W. E. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language, 31*, 129-151.

Gray, S. H. (1990). Using protocol analyses and drawing to study mental model construction during hypertext navigation. *International Journal of Human-Computer Interaction, 2*(4), 359-377.

Gyselinck, V. (1996). Illustrations et modèles mentaux dans la compréhension de textes. *L'Année psychologique, 96*(3), 195-516.

Holt, P. O. (1992). User-centred design and writing tools: Designing with writers, not for writers. *Intelligent Tutoring Media, 3*(2/3), 53-63.

Holt, P. O. et Howell, G. (1992). Making connections: The logical structuring of hypertext documents. *Instructional Science, 21*, 169-181.

Inhelder, B. et Cellérier, G. (dir.) (1992). *Le cheminement des découvertes de l'enfant.* Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.

Jonassen, D. H. et Wang, S. (1993). Acquiring structural knowledge from semantically structured hypertext. *Journal of Computer-Based Interaction, 20*(1), 1-8.

Kaltenbach, M., Robillard, F. et Frasson, C. (1991). Screen management in hypertext systems with rubber sheet layouts. *Hypertext'91 Proceedings* (p. 91-105). San Antonio, CA: ACM Press.

Katz, S. et Lesgold, A. (1996). Students' use of textual and graphical advising resources in a coached practice environment for electronic troubleshooting. *UCIS'96 Conference,* Poitiers.

Lansdale, M. W., Simpson, M. et Stroud, T. R. (1990). A comparison of words and icons as external memory aids in an information retrieval task. *Behaviour and Information Technology, 29*(2), 111-131.

Leroux, P. (1996). Intégration du contrôle d'objets réels dans un hypermédia. Un exemple d'implantation dans le système ROBOTEACH. *In* E. Bruillard, J.-M. Baldner et G. L. Baron (dir.), *Hypermédias et apprentissages 3* (p. 237-244). Paris: INRP.

Levie, W. H. et Lentz, R. (1982). Effect of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal, 30*, 195-232.

Levin, J. R., Anglin, G. J. et Carney, R. N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. *In* D. M. Willows et H. A. Houghton (dir.), *The Psychology of illustration.* (Vol. 1 – *Basic research*) (p. **213-237**). New York, NY: Springer-Verlag.

Levonen, J. J. (1996). The complexities of newspaper graphs. *UCIS'96 Conference,* Poitiers.

Lowe, R. (1996). Interactive animated diagrams: What information is extracted? *UCIS'96 Conference,* Poitiers.

McKnight, C., Dillon, A. et Richardson, J. (1990). A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval. *In* R. Mc Aleese et C. Green (dir.), *Hypertext: State of the art* (p. 10-19). Oxford: Intellect Ltd.

Merlet, S. (1998). Niveaux de traitement et intégration des informations multimédia. L'exemple de la compréhension orale en langue étrangère. *In* A. Tricot et J. F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 141-156). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Merlet, S. et Gaonac'h, D. (1996). Pictures and listening in a foreign language: Analysis in terms of cognitive load. *UCIS'96 Conference,* Poitiers.

Meyrowitz, N. (1990). Responsive documents, the call of the 90's. *Techniques et sciences de l'informatique, 9*(6).

Mohageg, M. H. (1992). The influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval. *Human Factors, 34*(3), 351-367.

Murch, G. M. (1987). Colour graphics – blessing or ballyhoo? *In* R. M. Baeker et W. A. S. Boxton (dir.), *Human-computer interaction - A multidisciplinary approach* (p. 333-341).

Myles-Worsley, M., Johnston, W. A. et Simons, M. A. (1988). The influence of expertise on X-Ray image processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 1*(3), 553-557.

Nanard, J. et Nanard, M. (1995). Hypertext design environments and the hypertext design process. *Communications of the ACM, 38*(8), numéro spécial «Designing hypermedia applications», 49-56.

Nelson, T. (1970). No more teachers' dirty looks. *Computer Decisions, septembre*, 16-23.

Nelson, T. H. (1965). A file structure for the complex, the changing and the indeterminate. *Proceedings of the 20th ACM National Conference* (p. 84-100). New York, NY: ACM Press.

Nielsen, J. (1990). *Hypertext and hypermedia.* Boston, MA: Academic Press.

Norman, G. R, Brooks, L., Coblentz, C. L. et Babcook, C. J. (1992). The correlation of feature identification and category jugments in diagnostic radiology. *Memory and Cognition, 20*(4), 344-355.

Oren T., Salomon G., Kreitman K. et Don A. (1990). Guides, characterizing the interface. *In* B. Laurel (dir.), *The art of HCI design* (p. 367-382). Reading, MA: Addison Wesley.

Papert, S. (1980). *Jaillissement de l'esprit.* Paris: Flammarion.

Reader, W. et Hammond, N. (1994). Computer-based tools to support learning from hypertext: Concept mapping tools and beyond. *Computers Education, 22*(1/2), 99-106.

Rhéaume, J. (1991). Hypermédias et stratégies pédagogiques. *In* B. de la Passardière et G.-L. Baron (dir.), *Hypermédias et apprentissages* (p. 45-58). Paris: INRP.

Rouet, J.-F. (1992). Cognitive processing of hyperdocuments: When does nonlinearity help? *In* D. Lucarella, J. Nanard, M. Nanard et P. Paolini (dir.), *ECHT'92, Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext* (p. 131-140). Milan: ACM Press.

Rufino, A. (1981). *Les représentations du monde social et professionnel chez des enfants d'âge scolaire.* Thèse en sciences de l'éducation, Université de Lyon.

Rufino, A. et Tricot, A. (1994). Les représentations professionnelles des collégiens et des lycéens. Étude préparatoire à la mise au point d'un logiciel d'autodocumentation assisté par ordinateur. *L'Orientation scolaire et professionnelle, 23*(2), 215-231.

Rufino, A. et Tricot, A. (1995). Présentation psychopédagogique du CD Rom autodocumentation «CD Itinéraire». *L'Orientation scolaire et professionnelle, 24*(4), 463-480.

Sauvage, C. (1996). Vidéo interactive pédagogique, ADMT/EPMT. *Troisièmes Journées hypermédias et apprentissages.* Chatenay Malabry.

Schnotz, W. et Kulhavy, R. W. (1994). *Comprehension of graphics.* Amsterdam: Elsevier.

Schnotz, W., Picard, E. et Hron, A. (1993). How do successful and unsuccessful learners use texts and graphics? *In* W. Schnotz (dir.), *Comprehension of graphics in texts.* Oxford: Pergamon Press.

Silva, A. P. (1992). Hypermedia, influence of interactive freedom degree in learning processes. *In* A. Oliveira (dir.), *Hypermedia courseware, structures of communication and intelligent help* (p. 145-156). Berlin: Springer Verlag.

Skinner, B. H. (1963). L'avenir des machines à enseigner. *Psychologie française, 8*(3), 170-180.

Tricot, A. (1993). Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage: pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. *In* G.L. Baron, J. Baudé et B. de la Passardière (dir.), *Hypermédias et apprentissages 2* (p. 21-38). Paris: INRP.

Tricot, A. (1995). *Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias.* Thèse en psychologie cognitive, Université de Provence.

Tricot, A. et Bastien, C. (1996). La conception d'hypermédias pour l'apprentissage: structurer des connaissances rationnellement ou fonctionnellement? *In* E. Bruillard, J.-M. Baldner et G.L. Baron (dir.), *Hypermédias et apprentissages 3* (p. 57-72). Paris: INRP.

Tricot, A. et Rufino, A. (1996). La recherche d'information dans un système d'autodocumentation informatisé. *L'Orientation scolaire et professionnelle, 25*(4), 557-587.

Viens, J. (1996). Modélisa, un environnement d'apprentissage collaboratif enrichi d'outils cognitifs. *Troisièmes Journées hypermédias et apprentissages.* Chatenay Malabry.

Vries, E. de et Tricot, A. (1998). Évaluer l'utilisation d'hypermédia: intérêts et limites des variables de performance. *In* A. Tricot et J.-F. Rouet (dir.), *Les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques* (p. 175-190). Paris: Hermès (numéro hors série de la revue *Hypertextes et hypermédias*).

Waterworth, J. A., Chignell, M. H. et Zhai, S. M. (1993). From icons to interface models: Designing hypermedia from the bottom up. *International Journal of Man-Machine Studies, 39,* 453-472.

Wentland Forte, M. (1996). Outils d'aide à la génération automatique d'hypertextes pédagogiques. *In* E. Bruillard, J.-M. Baldner et G.L. Baron (dir.), *Hypermédias et apprentissages 3* (p. 47-53). Paris: INRP.

Wright, P. (1991). Cognitive overheads and protheses: Some issues in evaluating hypertexts. *Hypertext'91 Proceedings* (p. 1-12). San Antonio, CA: ACM Press.

Wright, P. et Lickorish, A. (1990). An empirical comparison of two navigation systems for two hypertexts. *In* R. McAleese et C. Green (dir.), *Hypertext: State of the art* (p. 84-93). Oxford: Intellect Ltd.

Wright, P. et Lickorish, A. (1994). Menus and memory load: Navigation strategies in interactive search tasks. *International Journal of Human-Computer Studies, 40*, 965-1008.

Young, S. L. et Wogalter, M. S. (1990). Comprehension and memory of instruction manual warnings: Conspicuous print and pictorial icons. *Human Factors, 32*(6), 637-649.