

CONSIDÉRATIONS SUR LA COLLABORATION DANS LA CONCEPTION D'UN OUTIL INFORMATIQUE

Nicolas GRÉGORI* et Christian BRASSAC**

Laboratoire de psychologie de l'interaction (GRC)

*IUT Nancy-Charlemagne – Dépt. Info-Com,
2 ter boulevard Charlemagne – 54052 Nancy cedex

**Université Nancy 2 – BP 33-97 – 54015 Nancy cedex
gregori@iuta.univ-nancy2.fr, brassac@clsh.univ-nancy2.fr

Résumé : *À partir de la prise en compte des aspects fondamentalement situés et distribués de l'activité de conception d'un outil informatique de construction de cours, nous proposons une réflexion sur l'organisation collaborative de cette activité.*

Mots-clés : *conception collaborative, usage, analyse des interactions, artefacts cognitifs.*

Abstract : *Based on an approach that incorporates the fundamentally situated and distributed dimensions into the design of a computer teaching device, we propose to reflect upon the collaborative organization of this activity.*

Keywords : *collaborative design, usage, analysis of interactions, cognitive artifacts.*

INTRODUCTION

Un constat s'impose actuellement, celui selon lequel il faut tenir compte de l'activité de l'utilisateur, apprenant ou enseignant/formateur, lors de la conception des hypermédias pédagogiques. Il s'agit par exemple de respecter les stratégies d'exploration de l'utilisateur (Dinet, Rouet & Passerault, 1998), de structurer les données de façon adéquate (Tricot & Bastien, 1996) ou encore de canaliser l'emprise de l'ergonomie sur la didactique (Choplin, Galisson & Lemarchand, 1998). C'est la question de l'intégration des compétences dans la démarche de conception qui sera travaillée ici. Celle-ci est directement inspirée des considérations de l'ingénierie concourante (Bocquet, 1998 ; Darses et Falzon, 1996, par exemple), de façon parfois implicite dans les contributions citées ci-dessus, parfois plus explicite dans d'autres travaux (Coutaz, 1995 ; Linard, 1996 ; Rouet & Tricot, 1998). Fondamentalement, c'est la place de l'utilisateur dans la procédure de conception qui est mise en question ; place aussi bien physique que symbolique.

Nous tentons ici d'articuler ces deux dimensions à travers une analyse psychosociale des processus cognitifs à l'œuvre lors d'une conception collaborative d'un outil informatique. Plus précisément, c'est l'évaluation d'une version intermédiaire de cet outil qui nous intéresse, évaluation que nous étudions au moyen d'une analyse de l'interaction conversationnelle. L'objectif que nous poursuivons et que nous avons déjà commencé d'explorer (Grégori, 1999) est double. Il est bien entendu théorique. Il importe de décrire précisément les mécanismes cognitifs qui sous-tendent cette activité distribuée, cette dynamique de co-construction, afin de comprendre l'enchaînement d'actions, fondamentalement imprévisible et ancré dans l'environnement, susceptible d'évoluer différemment selon les idées, les pistes, les conjectures, les objets apparaissant ou non au cours du processus. Cela renvoie à des phénomènes que l'on dit à la fois distribués (Hutchins, 1995) et situés (Conein & Jacopin, 1994 ; Suchman, 1987). Tout cela n'est pas sans conséquences d'un point de vue pratique et renvoie au deuxième objectif : appliquer nos résultats et faire des préconisations en termes de procédures d'élaboration de ce type de produits.

Pour cela, nous commencerons par exposer notre position théorique concernant ces phénomènes d'interaction. Nous décrirons ensuite la situation de travail qui sert de support à l'analyse que nous menons. Enfin, nous discuterons brièvement nos résultats en fonction de nos perspectives théoriques et méthodologiques.

FONDEMENTS THÉORIQUES DE NOTRE DÉMARCHE

Nous nous inscrivons dans une perspective radicalement interactionniste. Nous le faisons en travaillant d'une part sur les phénomènes conversationnels, à la suite de précédents travaux (Brassac, 1992 ; Trognon & Brassac, 1992), et, d'autre part, sur les mécanismes de mobilisation des artefacts, des objets qui constituent l'environnement matériel de l'interaction. C'est dans cet esprit que nous mettons en scène la co-présence des expertises et que nous nous attachons au rôle des artefacts. Les interactions que nous étudions le sont donc en tant qu'elles sont marquées à la fois par l'usage du langage et par la manipulation d'objets.

Conception distribuée et logique interlocutoire

Notre angle d'attaque relève de l'analyse des conversations. Le postulat est le suivant : il est possible d'« atteindre » les processus cognitifs humains en analysant les productions langagières des sujets en situation interlocutoire. Mieux, une description fine de l'enchaînement conversationnel, à fin modélisatrice, est une méthode fiable de mise à jour des mécanismes de la cognition humaine.

C'est la notion d'acte de langage, en tout cas primitivement, qui nous sert de point de départ. Certes la théorie des actes de langage a été et demeure vivement critiquée de toutes parts (pour des détails voir par exemple Brassac, 1994). Il est clair qu'une des principales critiques est que cet appareillage formel faillit gravement à rendre compte de l'usage du langage en situation de dialogue. Notre réponse consiste en ce que l'on pourrait appeler une « dialogisation » de cette théorie. Dialogisation (qui donne lieu à ladite logique interlocutoire) dont l'objectif est de conduire à circonscrire et la gestion de la non-littéralité et la dynamique de

l'échange interlocutoire, dialogisation qui conduit à une modélisation de la co-construction de sens en conversation (Brassac, 2000).

Conception située et objets intermédiaires

Faire intervenir les objets intermédiaires dans nos analyses de l'activité des acteurs fait l'objet d'une théorisation plus récente de notre part. C'est leur évidente importance dans les échanges entre les acteurs en situation de conception au moins, importance qui nous est apparue au cours des nombreuses analyses de corpus que nous avons réalisées (Grégori, 1999 ; Grégori *et al.*, 1998), qui nous a conduit à prendre en compte leur intérêt théorique.

Cette prise en compte demande à être approfondie. Elle est fondée sur l'idée que le couplage cognition/technique, surtout dans le cas de la conception de produits, doit être impérativement convoqué pour comprendre comment les accords se font, comment l'objet en conception avance. Nous suivons là les travaux entrepris à Grenoble en sociologie de l'innovation, qui ont abouti à la notion d'objets intermédiaires (Jeantet, 1998 ; Vinck, 1999), à partir des thèses de Latour. Sans détailler l'argumentation développée pour en montrer l'importance dans les dispositifs industriels touchant à la conception – voir pour cela l'excellent article de Jeantet (1998) – cette notion nous est utile car elle nous permet de pointer sur la fonction de médiation des artefacts inhérente à toute situation de conception. Ainsi, les artefacts (dans le sens de Rabardel, 1995) sont un intermédiaire entre le sujet et le monde, permettant l'ancrage du processus cognitif sur l'environnement physique, un intermédiaire entre les acteurs, permettant la construction commune d'une cognition dont ils sont co-responsables et un intermédiaire temporel entre l'avant et l'après décision, agissent conjointement.

L'EXEMPLE D'UNE CONCEPTION COLLABORATIVE D'UN OUTIL INFORMATIQUE DE CONSTRUCTION DE COURS

Rôle de l'utilisateur dans le développement du prototype

Le projet de conception que nous étudions a été financé par l'Anvar (Agence nationale pour la valorisation de la recherche). Il associait deux universités (une en sciences pour l'ingénieur, une en sciences humaines et sociales)¹ et une PME nancéienne. L'objectif était de proposer aux enseignants un outil informatique d'édition de pages de cours sur un sujet particulier, outil développé dans l'environnement Microsoft Word.

L'objet « prototype » en question est un outil qui doit permettre à un utilisateur (enseignant/formateur) de construire des cours sur la maintenance des systèmes automatisés en appelant des pages issues soit d'une banque de données locale, développée au sein de la PME, soit du réseau internet. Lorsque l'enseignant a chargé

¹ Le CRAN (Centre de Recherches en Automatique de Nancy) formait l'équipe technique. L'équipe pédagogique était composée de chercheurs en sciences de l'éducation et en psychologie de l'Université Nancy 2.

les documents dont il a besoin, il les organise pour en faire un cours sur un thème donné : dépannage, fonctionnement des vérins, etc.

Ce prototype se trouvait en cours de développement lorsque l'équipe pédagogique a souhaité le faire manipuler par un utilisateur potentiel, c'est-à-dire par un enseignant. Notons que ce souhait fut précisément motivé par les préoccupations méthodologiques qui sont les nôtres. Afin de ne pas mettre l'utilisateur dans une position de « simple testeur » mais bien dans celle d'acteur de la conception, il est en effet très important qu'il soit concrètement présent très tôt dans le processus d'élaboration du prototype.

Mise en situation du prototype

La consigne de travail, que le développeur a donnée à l'utilisateur en début de séance, était pour ce dernier d'utiliser le prototype afin de décrire ses besoins pour construire un cours ; l'objectif étant de lui faire découvrir les fonctionnalités du prototype en même temps qu'il le manipule. Les participants à l'expérience (dans un sens vygotkien) sont donc l'utilisateur, le développeur et l'un d'entre nous, en tant que représentant de l'équipe pédagogique. La séance, enregistrée en vidéo, a duré une heure et demie environ.

Analyse de la séance

Le fait le plus remarquable, lorsqu'on considère l'analyse de la séance dans son ensemble, est de constater qu'elle est dans sa quasi-totalité orientée sur l'« évaluation » du prototype. Si la qualité technique du prototype est assez vite reconnue et validée par l'utilisateur, en revanche son utilisabilité est rapidement discutée. C'est la mobilisation de la boîte d'insertion d'images de Microsoft Word 97 qui va permettre au groupe de formuler explicitement le problème auquel il fait face et, par là, de faire émerger une solution. C'est pourquoi nous avons écrit « évaluation » entre guillemets, car il ne s'agit pas véritablement d'une activité d'évaluation mais, plus fondamentalement, d'une activité de conception.

Nous avons développé ailleurs une analyse approfondie de cette séance (Brassac et Grégori, 2000). Dans le cadre restreint de cette communication, nous nous focaliserons sur un moment-clé de la séance, au cours duquel le groupe de concepteurs franchit un pas décisif. Notre mode de repérage de ces moments-clés repose sur la méthode documentaire d'interprétation de l'ethnométhodologie (de Fornel, Ogien & Quéré, 2001) ; il s'agit pour nous de développer une approche ethnographique des processus de conception. Ceci nous donne en effet le moyen d'accéder à l'intelligibilité des actions qui forment la trame de ces processus.

Contexte de la séquence étudiée

Schématiquement parlant, on peut dégager trois temps principaux qui mènent à la séquence que nous allons explorer. Au cours du premier temps, le développeur énonce un plan de travail : lui-même (développeur) va démontrer comment fonctionne le prototype, puis l'utilisateur devra l'essayer en construisant un cours afin (i) de remplir la base de données de l'outil et (ii) d'exprimer des manques ou

besoins particuliers. Une pré-condition (ou condition préparatoire dans les termes de la logique illocutoire) est donc que le prototype soit utilisable par l'utilisateur.

C'est cette condition qui est mise en défaut par l'utilisateur dans un deuxième temps alors que le développeur affirme l'utilisabilité de son prototype en concluant sa démonstration par l'énoncé suivant : « *c'est pas compliqué je trouve* » (13'20''). Cette mise en défaut par l'utilisateur n'est d'abord pas acceptée par le développeur. Ce n'est que dans un troisième temps que les deux s'accordent sur le fait que le prototype ne peut effectivement pas être utilisé, en l'état actuel, par un novice. Cet accord est le fruit d'un débat remporté par l'utilisateur et se trouve instancié par l'énonciation d'une contrainte de conception (Darses, 1997) selon laquelle : « pour que le prototype soit utilisable, il est nécessaire de connaître le contenu des menus proposés ». La formulation de cette contrainte crée une irréversibilité dans le processus : il ne s'agit plus de « tester » le système, mais bien de satisfaire la nouvelle contrainte, c'est-à-dire de faire œuvre de conception.

La formulation de la contrainte a donné lieu à trente minutes de conception. Durant plus de vingt minutes, le groupe d'acteurs travaille sur sa satisfaction, laquelle se dénoue au cours de la séquence reportée au tableau 1.

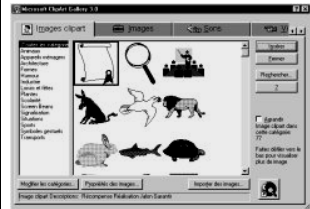
<p>52'54'' péd 01 là tu pourrais avoir aussi une visualisation (...) dév 02 oui ! alors oui oui oui oui, ça veut dire ici euh en cliquant je sais pas où (...) par exemple ici euh voilà ici j'ai une liste je dis je veux voir ça donc on clique peut-être le bouton droit ou j'en sais rien ou je donne une fonction et hop il nous donne il nous donne le contenu d'accord (...) uti 03 d'ailleurs dans : Powerpoint hein euh ou du genre de : (.) enfin tu sais le : dév 04 de prévisualisation uti 05 ah oui dév 06 oui oui c'est un peu le cas ici quand tu fais in/ quand tu fais insertion image hein à partir d'un : fichier oui enfin ça c'est/ à la limite ça serait même bien un truc comme ça tu vois péd 07 oui uti 08 oui voilà c'est ça dév 09 ça ! ça, ça serait l'idéal (...) uti 10 c'est ce qui manque euh dév 11 c'est ce qui manque ! uti 12 aujourd'hui dans cet outil dév 13 voilà uti 14 c'est évident dév 15 voilà</p>	
--	--

Figure 1. Boîte d'insertion d'images de Microsoft Word 97.

Tableau 1. Séquence analysée : discours et événement à l'écran associé.

Dépassement du problème au moyen d'un modèle heuristique

Durant plus de vingt minutes, le groupe explore donc les possibilités du prototype. C'est au cours de cette discussion que le membre de l'équipe pédagogique (*péd*) demande au développeur (*dév*) si là (c'est-à-dire pour les menus déroulants du prototype), il serait possible de faire des prévisualisations (01). La réponse de *dév* est intéressante (02). Il évoque en effet des façons de faire qui pourraient satisfaire la requête, cliquer sur le bouton droit, par exemple. En disant cela, il propose effectivement des solutions. Mais il est intéressant de noter que ces propositions sont de type « aménagement » de l'existant. Il propose donc de modifier l'état actuel du prototype pour intégrer la remarque de *péd*. L'utilisateur (*uti*) intervient alors (03) et fait appel à son expérience d'utilisateur d'autres logiciels pour parler de son besoin. Notons bien que *dév* l'assiste dans l'expression de ce besoin. C'est donc au cours d'un échange à trois tours de paroles (03/04/05) que *uti* confirme ce besoin de prévisualiser les éléments.

L'action suivante de *dév* est déterminante. Dans son désir de donner un exemple de ce qu'on peut appeler « système de prévisualisation », il affiche à l'écran l'interface d'insertion d'images proposée dans Word (06, figure 1). Ce faisant, il « découvre » que ce type d'outil peut être considéré comme un modèle pour l'interface que le groupe recherche. Observons bien l'intervention 06. Le développeur commence par annoncer qu'il exemplifie le discours précédent en verbalisant son action à l'écran : « *c'est un peu le cas ici quand tu fais insertion image à partir d'un fichier* ». Puis il évalue ce qu'il a devant les yeux (figure 1) : « *à la limite ça serait même bien un truc comme ça tu vois* ». Tout à coup, ce qui était envisagé comme exemple devient un modèle heuristique de satisfaction de la contrainte. Ce qui était simple illustration devient conjecture (« *ça serait même bien un truc comme ça* »).

Si cette intervention est déterminante pour la suite de la séance, elle n'est pas suffisante. C'est parce que les trois partenaires, et surtout *uti*, acceptent cette évaluation (07 à 09) qu'elle marque une orientation décisive dans le processus de conception. Un moyen de satisfaire la contrainte est donc instancié. Il en découle que la mise en défaut de l'utilisabilité du prototype est alors suspendue, sinon annulée. Le manque qui motivait cette mise en défaut est tout à la fois exprimé et résolu (10 à 15). Notons qu'il faudra encore quelques minutes d'exploration de cette solution pour que, après une heure de discussion environ, l'utilisateur s'estime convaincu par la qualité du prototype, donc de son utilisabilité.

DISCUSSION : PRENDRE EN COMPTE LES DIMENSIONS COGNITIVE, SOCIALE, INSTRUMENTALE DE LA CONCEPTION

Au cours de cette analyse, nous avons simultanément pris en compte trois dimensions qu'il s'agit de dissocier à présent. La dimension cognitive bien sûr. On a vu de quelle manière les acteurs ont construit conjointement une cognition particulière, une contrainte, et comment ils ont élaboré une façon acceptable de la satisfaire. Cette dimension cognitive est le plus souvent celle qui est mise en avant dans les travaux sur la conception, lesquels sont d'ailleurs étudiés en psychologie cognitive.

Il est moins courant de tenir compte de la dimension sociale. Or, il apparaît qu'elle est prépondérante ici. C'est en effet au cours d'une activité sociale, d'un travail de groupe, que cette contrainte a été construite et satisfaite. On a là une situation de débat qui renvoie à une sorte de parité des statuts des interlocuteurs. Chacun des intervenants a le statut de concepteur. Non pas parce qu'on l'a décidé ainsi, mais parce que la situation, en tant qu'action distribuée et située, a permis que chacun joue le rôle de concepteur et, par-là en obtienne le statut reconnu par tous. Cela nous semble important dans la perspective d'une conception intégrée d'outils informatiques, car cela signifie que l'intégration des compétences doit s'accompagner d'une reconnaissance du statut de concepteur, y compris envers les individus supposés de simples testeurs non spécialistes de la conception.

S'il est peu courant d'interroger la dimension sociale dans les situations de conception, il l'est encore moins d'envisager l'aspect instrumental. Dans notre exemple, l'événement « boîte d'insertion d'objet » est déterminant. Il fonctionne comme une sorte d'*insight*, créant une rupture dans la représentation du produit en conception. C'est au travers de la manipulation informatique que la conjecture, finalement développée, apparaît. Là encore, cela va dans le sens d'une conception à la fois distribuée et située. Nous formulons d'ailleurs beaucoup d'espoirs dans la compréhension du rôle des artefacts dans la construction conjointe des cognitions.

BIBLIOGRAPHIE

- Bocquet J. C. (1998). « Ingénierie simultanée, conception intégrée », in M. Tollenaere (éd.), *Conception de produits mécaniques*, Paris : Hermès, p. 29-52.
- Brassac Ch. (1992). « Analyse de conversations et théorie des actes de langage », *Cahiers de Linguistique Française*, vol. 13, p. 62-76.
- Brassac Ch. (1994). « Speech acts and conversational sequencing », *Pragmatics and cognition*, vol. 2, n° 1, p. 191-205.
- Brassac Ch. (2000). « Intercompréhension et Communication[®] », in A. C. Berthoud et L. Mondada (éds), *Modèles du discours en confrontation*, Berne : Peter Lang, p. 219-228.
- Brassac Ch. & Grégori N. (2001). « Situated and distributed design of a computer teaching device », *International Journal of Design Sciences and Technology*, vol. 13, n° 2, p. 11-31.
- Choplin H., Galisson A. & Lemarchand S. (1998). « Hypermédias et pédagogie : comment promouvoir l'activité de l'élève ? », in J.-F. Rouet et B. de La Passardière (éds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Actes du Quatrième Colloque Hypermédias et Apprentissages, Poitiers, Paris : INRP/EPI, p. 87-98.
- Conein B. & Jacopin E. (1994). « Action située et cognition : le savoir en place », *Sociologie du travail*, n° 4/94, p. 475-499.
- Coutaz J. (1995). « Interaction homme-machine : points d'ancrage entre ergonomie et génie logiciel », in J. Caelen et Kh. Zreick (éds), *Le communicationnel pour concevoir*, Paris : Europa, p. 245-254.

- Darses F. (1997). « L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception », in P. Bossard, C. Chanchevrièr et P. Leclair (éds), *Ingénierie concourante, de la technique au social*, Paris : Economica, p. 39-55.
- Darses F. & Falzon P. (1996). « La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive », in G. de Terssac et E. Friedberg (éds), *Coopération et conception*, Toulouse : Octarès, p. 123-135.
- De Fornel M., Ogien A. & Quéré L. (éds) (2001). *L'ethnométhodologie. Une sociologie radicale*, Paris : La Découverte.
- Dinet J., Rouet J.-F. & Passerault J.-M. (1998). « Les "nouveaux outils" de recherche documentaire sont-ils compatibles avec les stratégies cognitives des élèves ? », in J.-F. Rouet & B. de La Passardière (éds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Actes du Quatrième Colloque Hypermédias et Apprentissages, Poitiers, 15-17 octobre 1998, Paris : INRP/EPI, p. 149-162.
- Grégori N. (1999). *Étude clinique d'une situation de conception de produit. Vers une pragmatique de la conception*, Thèse de doctorat en psychologie, Nancy : Université Nancy 2.
- Grégori N., Blanco E., Brassac Ch., Garro O. (1998). « Analyse de la distribution en conception par la dynamique des objets intermédiaires », in B. Trouse et Kh. Zreick (éds), *Les objets en conception*, Paris : Europia, p. 135-154.
- Hutchins E. (1995). *Cognition in the wild*, Cambridge : Massachusetts Institute of Technology Press.
- Jeantet A. (1998). « Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception », *Sociologie du travail*, vol. 40, p. 291-316.
- Linard M. (1996). *Des machines et des hommes*, Paris : L'Harmattan.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Paris : Armand Colin.
- Rouet J.-F. & Tricot A. (éds) (1998). *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès.
- Suchman L. A. (1987). *Plans and situated actions*, Cambridge : Cambridge University Press.
- Tricot A. & Bastien C. (1996). « La conception d'hypermédias pour l'apprentissage : structurer des connaissances rationnellement ou fonctionnellement ? », in É. Bruillard, J.-M. Baldner, G.-L. Baron (éds), *Hypermédias et Apprentissages 3*, Actes des troisièmes journées scientifiques Hypermédias et Apprentissages, Châtenay-Malabry, Paris : INRP/EPI, p. 57-72.
- Trognon A. & Brassac Ch. (1992). « L'enchaînement conversationnel », *Cahiers de Linguistique Française*, vol. 13, p. 76-107.
- Vinck D. (1999). « Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales », *Revue Française de Sociologie*, vol. 40, n° 2, p. 385-414.

LE PROBLÈME DE LA CONCEPTION COLLABORATIVE DES HYPERMÉDIAS PÉDAGOGIQUES

Hugues CHOPLIN, Sarah LEMARCHAND
et Arnaud GALISSON

Département Innovation Pédagogique - École Nationale Supérieure des
Télécommunications (ENST) – 46, rue Barrault – 75013 Paris

choplin@enst.fr

Résumé : Cet article s'emploie à problématiser les hypermédias pédagogiques du point de vue des processus sociaux de conception qu'ils mobilisent. Plus précisément, nous soutenons l'hypothèse selon laquelle la complexité liée à la conception d'hypermédias pédagogiques peut être « prise en charge » par la mise en place de processus collaboratifs. Nous explicitons cette hypothèse en déterminant trois pistes d'investigation de ces processus : l'interdisciplinarité des acteurs de la conception, l'espace-temps de collaboration et les outils de conception collaborative. L'ensemble de cet article s'appuie en particulier sur une expérience de conception et de développement d'une collection pédagogique hypermédia à destination de l'enseignement supérieur des télécommunications.

Mots-clés : carte de connaissances, conception collaborative, espace-temps, innovation pédagogique, interdisciplinarité, outils de conception, psychosociologie.

Abstract : This paper is dedicated to the social processes involved in the design of pedagogical hypermedia. We support the following hypothesis : design's complexity linked to this kind of design can be dealt with collaborative processes. We develop this hypothesis in three directions : interdisciplinarity of the actors, time and space of collaboration, and lastly tools of collaborative design. The paper is based on experience in the design and development of a pedagogical hypermedia collection for engineer students in telecommunications.

Keywords : concept map, collaborative design, interdisciplinarity, pedagogical innovation, psychosociology, space and time, tools for design.

INTRODUCTION

Pour une part inédits, ne serait-ce que du point de vue des compétences et des outils qu'ils mettent en jeu, les processus de conception d'hypermédias pédagogiques posent des questions méthodologiques complexes. Abordant cette complexité du point de vue des relations sociales entre acteurs de la conception, nous soutenons

l'hypothèse selon laquelle la complexité liée à la conception d'hypermédias pédagogiques peut être « prise en charge » par la mise en place de processus *collaboratifs* de conception. Nous explicitons cette hypothèse en déterminant trois pistes d'investigation de ces processus : l'interdisciplinarité des acteurs de la conception, l'espace-temps de collaboration et les outils de conception collaborative. Cette analyse ne renvoie pas à une méthodologie stricte de conception d'hypermédias pédagogiques, sans doute ni possible ni souhaitable actuellement (Depover, Giardina & Marton, 1998). Associée au fil directeur constitué par le *groupe* des acteurs engagés dans la conception, son ambition est plutôt de rendre compte de la complexité, théorique et opérationnelle, que celle-ci mobilise – complexité d'autant plus significative qu'elle inclut des phénomènes *d'innovation pédagogique*, conduisant l'enseignant, acteur de ces processus de conception, à modifier à la fois ses façons de penser et ses modes de travail.

Muni d'une perspective de recherche et de développement, notre parcours s'appuie :

- sur une expérience de conception et de développement de plusieurs hypermédias pédagogiques dont deux s'inscrivent au sein d'une collection pédagogique hypermédia inédite pour l'enseignement supérieur des télécommunications¹ ;
- et sur un projet de recherche s'attachant à problématiser l'innovation pédagogique suscitée (ou non) par l'usage des hypermédias².

CONCILIER ÉLÈVE, SAVOIRS ET HYPERMÉDIAS : UN PROBLÈME SOCIAL

Concevoir et développer un hypermédia pédagogique exige d'articuler trois termes : l'élève, les savoirs et l'hypermédia. Cette articulation est problématique d'un point de vue aussi bien ergonomico-cognitif que sémiologique. Elle l'est d'autant plus qu'elle semble devoir intégrer également le jeu social de trois logiques hétérogènes.

Les trois logiques et leurs tensions

Il semble en effet possible de rattacher aux trois termes élèves, savoirs et hypermédias, trois logiques soutenues – potentiellement – par trois types d'acteurs :

- du côté de *l'élève* : la logique *psychologique* a pour finalité que l'apprenant... apprenne. Cette logique peut être partagée, selon des points de vue différents, par le psychologue de l'apprentissage, par l'ergonome, par l'infographiste, ou

1 Voir le site consacré spécifiquement à cette collection : <http://www.en-questions.net/>.

2 Projet « Analyses systémiques des usages des technologies de l'information et de la communication pour l'apprentissage », appel d'offres CNCRE (1999-2000), animé par D. Paquelin (Université de Bordeaux-3) et réunissant le département Innovation Pédagogique (ENST), le Centre National d'Études et de Ressources en Technologies Avancées (CNERTA), l'École de Bibliothéconomie et des sciences de l'information de Montréal, l'Institut de l'Homme et de la Technologie (IHT), l'Observatoire des Technologies pour l'Éducation en Europe (OTE), le laboratoire Langage et Cognition (LACO) de l'Université de Poitiers, l'Université de Trois Rivières (Québec).

- encore par l'élève lui-même lorsqu'il est associé au processus de conception (par exemple *via* des évaluations formatives) ;
- du côté des *savoirs* : la logique *contenu* a pour finalité que les savoirs soient rigoureusement présentés et expliqués « par » l'hypermédia. Elle semble habituellement soutenue par les enseignants ;
 - du côté de l'*hypermédia* : la logique *production* a pour finalité de produire un produit opérationnel, informatiquement fonctionnel, etc. Elle peut être soutenue par l'informaticien et/ou par le chef de projet.

A priori toutes nécessaires, ces trois logiques, et les acteurs qui les soutiennent, semblent déterminés par des façons de penser et des modes de travail bien différents. Conduits par une problématique d'innovation pédagogique, nous n'expliquons ici que les difficultés engageant *a priori* l'enseignant.

Concernant les *conceptions* des acteurs, un écart d'importance s'atteste entre les deux logiques *contenu* et *psychologique*, lesquelles proposent des visions différentes de l'apprentissage, centrées sur les savoirs ou sur l'élève. Cette tension pourrait être considérée comme peu significative si on ne savait :

- la manière dont les enseignants sont le plus souvent déterminés par leurs savoirs, d'une certaine manière *sacralisés* (Molle, 1993). Cette centration sur les savoirs ne touche-t-elle pas à la fois à la place, la position, le statut, le rôle, en un mot : l'identité des enseignants (Pouchain-Avril, 1996) ?
- et, en conséquence, les difficultés attachées à un changement de paradigme, conduisant à une pédagogie davantage centrée sur la relation avec l'élève (Giust-Desprairies, 1999).

Sans doute le poids de ce décalage risque-t-il de conduire des enseignants à utiliser des hypermédias conçus de manière constructiviste dans une perspective plus transmissive, conformément à une stratégie de *détournement* d'usage, classique quand on ne prend pas en compte les pratiques usuelles des acteurs concernés.

Concernant les *modes de fonctionnement* attachés à ces différentes logiques, la difficulté principale semble découler de l'hétérogénéité entre une organisation *bureaucratique professionnalisée* qui semble traverser les écoles (Bonami & Garant, 1996) et la logique associée aux projets, de production notamment. La première privilégie à la fois une forte division (bureaucratique) du travail et le travail individuel *professionnel* des enseignants (Bonami & Garant, 1996) ; elle s'oppose à la seconde, dans la mesure où, comme l'indiquent Boudes, Charue-Duboc et Midler (1998), « *le projet introduit de nouveaux espaces de solidarité qui traversent (...) les identités professionnelles* ». Notre expérience ainsi que deux pré-enquêtes psychosociologiques indiquent que cette tension générale se joue de manière significative au niveau du *temps* (Choplin & Cortési-Grou, 1999) : celui de l'enseignant dans le projet semble associé à la finalisation – potentiellement infinie – de la présentation des savoirs (Bonneau, 1998) ; celui de la production à la finalisation du produit, déterminée par des engagements pris (par exemple avec un éditeur) ; la logique *psychologique* ajoutant pour sa part un temps spécifique, par exemple lié à la nécessité d'évaluations formatives susceptibles bien sûr de remettre en cause certains choix de conception et de ralentir la « bonne » marche du projet.

En somme, il apparaît que, questionnant les fondements même de l'identité et du travail de l'enseignant, la conception et le développement d'un hypermédia pédagogique peuvent exiger la mise en place d'un réel processus d'innovation pédagogique (Cros, 1998).

L'exemple d'une carte de connaissances

Si l'articulation des trois pôles élèves, savoirs, hypermédias, relève d'une incontestable complexité, c'est donc parce qu'elle suppose d'assumer, a priori, non seulement les enjeux ergonomico-cognitifs et sémiologiques qu'ils convoquent mais aussi les tensions entre les trois logiques sociales qui les soutiennent. Nous proposons d'illustrer cette complexité en analysant une carte de connaissances construite dans le cadre de la conception et du développement d'un produit maintenant commercialisé : « *l'électronique en questions* »³.

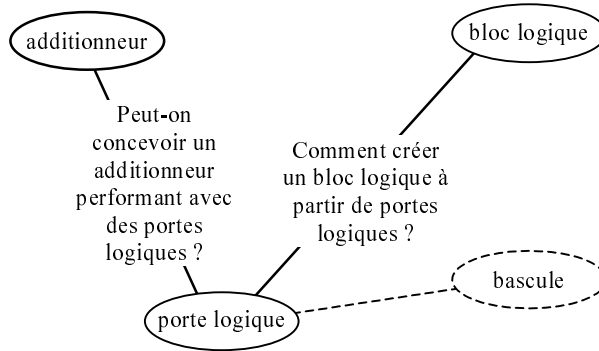


Figure 1. Portion de la carte de connaissances appartenant à la région : « Concevoir et utiliser un bloc logique » (électronique numérique).

Centrée non pas sur les nœuds mais sur les *liens entre nœuds*, cette carte désigne, en premier lieu, l'interface mise à disposition de l'élève. Celui-ci peut activer chaque lien pour accéder à la fois à des séquences multimédia ayant trait aux questions posées et à des exercices ou brèves situations-problèmes conduisant l'élève à résoudre le problème lié à la question posée.

Cette carte sollicite des problèmes psychosociologiques dans la mesure où son élaboration repose sur la confrontation de différentes logiques de conception. Elle désigne aussi en effet un outil ayant servi à la conception et au développement de l'hypermédia pédagogique : chacun des liens, défini sous forme de question, a été conçu avec un enseignant et développé comme unité multimédia sous sa responsabilité. En tant que tel, il n'est pas seulement du côté *psychologique* de l'élève :

- du côté *contenu*, il prétend servir d'outil d'innovation pédagogique dans la mesure où il contraint les enseignants à problématiser leurs *savoirs* (sous forme de questions impliquant plusieurs réponses possibles) ;

³ Ce produit a été développé par plusieurs institutions d'enseignement supérieur scientifique : ENST Paris, INT Evry, ENST Bretagne, ENIC Lille, ENSP Strasbourg, EPFL Lausanne, IUT Cachan. Pour une démonstration du produit, voir le site <http://www.cript.enst.fr>.

- du côté *production*, il sert d'outil de définition des savoirs hypermédiatisés et, partant, d'outils de suivi de la production de *l'hypermédia* (chaque lien étant associé à la fois à un enseignant et à un contenu multimédia à finaliser).

Que la carte de connaissances cristallise ainsi ces trois logiques, voilà qui en fait sans doute à la fois la force – car elle semble du coup désigner un *outil* de conception significatif – et la faiblesse. Il est possible en effet que cette pluralité de fonctions ait conduit à mettre au second plan les exigences de l'élève. Par exemple, le poids des enseignants dans la conception a amené à concilier élève, savoirs et hypermédiats, en subordonnant l'activité de l'élève à une carte de connaissances et non, inversement, à subordonner une telle carte à une activité ou situation-problème de l'élève (Paquelin, 1996). De surcroît, comment ne pas relier le relatif désordre de cette carte (non hiérarchisée) – désordre dont nous examinons actuellement les avantages et inconvénients cognitifs – à l'impossibilité symbolique de hiérarchiser les liens – tous associés à des enseignants – les uns par rapport aux autres ? Comme si ce que nous gagnions du côté des enseignants se perdait d'une certaine manière du côté de l'élève. Comme si le jeu des différentes logiques de conception conduisait à d'inévitables compromis.

TROIS QUESTIONS CONCERNANT LA CONCEPTION COLLABORATIVE DES HYPERMÉDIAS PÉDAGOGIQUES

Le problème de la collaboration

Comment intégrer la complexité des trois logiques identifiées ? Notre approche consiste à « décoller » quelque peu du produit : c'est autour du produit avec et entre les acteurs concernés que se jouent, dans une large mesure, le produit même, sa conception comme son futur usage. Nous rejoignons sur ce point Depover, Giardina et Maron (1998) qui définissent *socialement* les articulations-clefs d'un processus de conception ; socialement puisqu'elles désignent, selon eux, les éléments d'un processus de « *validation permanente* », soit par les experts-enseignants, soit par les apprenants dans le cadre de méthodes classiquement appelées : méthodes participatives. Pour nous, d'ordre également social, *le problème méthodologique essentiel désigne celui de la collaboration entre acteurs de la conception*. Collaboration qui implique un engagement des acteurs dans un effort coordonné de *résoudre un problème ensemble* (Teasley & Roschelle, 1993). Elle semble indispensable pour gérer les tensions et la complexité liées par exemple à la confrontation des points de vue ergonomique, cognitif, sémiologique ou didactique. Reste à problématiser les conditions de ce travail collaboratif de sorte à ce qu'il prenne en charge les tensions identifiées entre les trois logiques psychologique, contenu et production.

Trois dimensions de la collaboration

Notre propos ici est d'ouvrir trois pistes pour la problématisation et la détermination de la collaboration dans les processus de conception d'hypermédias pédagogiques.

Quelles articulations de compétences ?

Les conceptions d'hypermédias supposent (dans l'idéal) une pluridisciplinarité : infographie, expertise scientifique, informatique, gestion de projet, etc. Comment organiser cette pluridisciplinarité ? S'il semble inadéquat de diviser le travail de manière classique (chaque acteur intervenant sur un espace spécifique, une seule personne se chargeant de faire les liens), il semble également difficile de résoudre tous les problèmes de manière collective. On imagine en effet les difficultés posées par la gestion d'une telle organisation au niveau de l'articulation à la fois des modes de fonctionnement et des façons de penser des acteurs. Sur ce dernier point, les théories liées à la zone proximale de développement de Vygotski et aux conflits socio-cognitif montrent, certes, les ressources et la richesse mais aussi les difficultés liées aux confrontations entre acteurs, surtout quand l'identité de certains est en jeu. De ce point de vue, plutôt que de combiner toutes ces compétences en autant de personnes différentes ou à l'inverse de viser un « super concepteur » les intégrant toutes, il semble utile de miser sur le développement d'une certaine interdisciplinarité conduisant par exemple l'ergonome à tenir aussi le point de vue du pédagogue, etc. Se pose ici la question de l'apprentissage et de la dynamique des acteurs. Il conviendrait d'étudier la manière dont leurs déploiements peuvent être facilités par le développement, autour du projet, d'une *communauté* (un « groupe projet ») susceptible de prendre en charge non seulement les échanges socio-cognitifs mais aussi un climat socio-affectif adéquat. Apparemment nécessaire, la constitution d'un tel groupe pose de nombreuses difficultés. Par exemple : ne risque-t-elle pas d'induire une certaine fermeture du groupe sur lui-même susceptible de mettre au second plan l'intégration du projet dans son contexte (Cros, 1998) ? De ce point de vue, il semble utile de définir soigneusement les défis, les objets ou les problèmes *communs* que les membres du groupe doivent assumer, construire ou résoudre ensemble. Ce peut être bien sûr l'hypermédia lui-même (ou les objectifs pédagogiques associés) mais ce peut être aussi des outils centraux dans la conception.

Quelles conditions spatio-temporelles ?

Nous avons suggéré les difficultés liées à la question du *temps commun* des acteurs de la conception et on connaît l'importance pédagogique de la gestion du temps à l'école (Husti, 1983). La question de *l'espace*, elle, apparaît singulière dès lors qu'on considère que l'espace physique de la collaboration a des conséquences non seulement réelles ou opérationnelles mais aussi *imaginaires* et *symboliques* (Bonami & Garant, 1996 ; Cros, 1998). En particulier, dans la lignée des travaux de Bourgeois, il semble possible de relier objectif d'activité et espace de travail. Par exemple, une activité bâtie sur la nécessité d'imaginer des solutions hypermédias originales ou de faire évoluer les conceptions et même l'identité des enseignants devra sans doute se déployer dans un espace différent de celui dévolu à la *production* de séquences multimédias – « *espace protégé* » ou « *d'essais* », selon Bourgeois (1996), réel mais aussi symbolique et imaginaire, permettant aux acteurs et au système « *d'expérimenter sans trop de risque pour (leur) existence de nouvelles manières de voir le monde, de penser et d'agir* ». Bref, l'espace-temps nous semble désigner bien moins un cadre neutre et immuable qu'une dimension déterminante, qu'il importe, d'un point de vue opérationnel, de construire soigneusement.

Quels outils de conception ?

Dans une perspective s'attachant à éviter autant la technophobie que le mythe de la neutralité de l'outil, il semble possible de montrer qu'un outil de conception, ou *d'archi-écriture* selon l'expression forgée par Jeanneret et Souchier, peut cristalliser des enjeux autant affectifs et cognitifs que spatiaux, temporels et sociaux (Choplin & Souchier, 1999). Plus précisément, l'outil semble pouvoir – et même devoir – remplir une fonction de lien ou *d'intégration dynamique* entre les différents acteurs. De ce point de vue, nous pouvons suggérer combien la carte de connaissances, exploitée dans le cadre de notre collection pédagogique hypermédia, est susceptible de susciter des tensions ou du moins des négociations significatives entre acteurs. Qu'il s'agisse de négociations entre l'enseignant, l'élève et le psychologue (au niveau de la définition des questions), entre l'enseignant et le responsable de production (au niveau de la définition de la quantité de questions du produit), la carte s'avère bien être *un outil* ou un *lieu commun* à différents acteurs (ce que n'est pas par exemple un programme informatique). Lieu commun, associé de plus à une certaine dynamique dans la mesure où ces échanges, ces relations entre acteurs, peuvent introduire du mouvement dans la définition du projet ou de l'hypermédia pédagogique mais aussi au niveau même des acteurs et de leurs façons de penser. Nous retrouvons ici les propriétés des acteurs non humains dégagés par la sociologie de l'innovation (Callon & Law, 1997).

PERSPECTIVES

En résumé, nous proposons de centrer la gestion de la complexité des questions – théoriques et opérationnelles – posées par la conception d'hypermédias pédagogiques sur le problème de la *collaboration* des acteurs. Cette approche nous paraît pertinente compte-tenu de la spécificité des hypermédiats pédagogiques par rapport à d'autres artefacts complexes techniques. Cette spécificité tient de notre point de vue à la fois à ce que leurs conceptions sollicitent une singulière interdisciplinarité et à ce qu'elles se développent dans des contextes éducatifs dont l'organisation très stable (Bonami & Garant, 1996) apparaît a priori entrer sinon en contradiction du moins en tension avec celle requise pour ce type de projet.

Cette approche ouvre deux perspectives. Théorique, la première vise à expliciter le lien entre constitution d'un *groupe* de conception et déploiement de mécanismes d'innovation pédagogique dans les institutions éducatives concernées. Plus opérationnelle, la seconde vise à mettre concrètement en place ce travail collaboratif pour concevoir et mettre en œuvre un dispositif expérimental de formation à distance utilisant les hypermédiats pédagogiques (projet Mirehd-EFAD du Groupe des Écoles de télécommunications, janv. 2000-déc. 2001).

BIBLIOGRAPHIE

- Bonami M. & Garant M. (éds) (1996). *Systèmes scolaires et pilotage de l'innovation. Émergence et implantation du changement*, Paris, Bruxelles : De Boeck Université.
- Bonneau, M. (1998). *Enseignants de l'ENST et outil hypermédia pédagogique : étude des représentations*, Université Paris XIII : mémoire de DESS, psychologie sociale.
- Boudes T., Charue-Duboc F. & Midler C. (1998). « Formation et apprentissage collectif dans l'entreprise », in F. Cros (éd.), *Dynamiques du changement en éducation et en formation. Considérations plurielles sur l'innovation*, Paris : IUFM, INRP.
- Bourgeois E. (1996). « Identité et apprentissage », *Éducation permanente*, n° 128.
- Callon M. & Law J. (1997). « L'irruption des non-humains dans les sciences humaines : quelques leçons tirées de la sociologie des sciences et des techniques », in B. Reynaud (éd.), *Les limites de la rationalité*, Colloque de Cerisy, Paris : La Découverte.
- Choplin H. & Cortési-grou N. (1999). « Enjeux psycho-sociaux liés à l'introduction de nouveaux supports dans l'enseignement », in H. Choplin (éd.), *Prisméo, une expérience de cédérom pédagogique, Rapport final : bilan et perspectives*, Paris : CRIPT, GET.
- Choplin H. & Souchier E. (1999). « Hypermédia et Didactique, la question des outils d'écriture », in A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (éds), *21^{èmes} journées internationales de l'éducation et de la communication scientifiques de Chamonix*.
- Cros F. (éd.) (1998). *Dynamiques du changement en éducation et en formation. Considérations plurielles sur l'innovation*, Paris : IUFM, INRP.
- Depover C., Giardina M. & Marton P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multi-média. Analyse et conception*, Paris : L'Harmattan.
- Giust-Desprairies F. (1999). « La figure de l'autre dans l'école républicaine », *Revue internationale de Psychosociologie*, vol. 5, n° 12.
- Husti A. (1983). *L'organisation du temps à l'école*, Paris : INRP.
- Molle J. (1993). « Les enjeux de la relation », in J. Houssaye (éd.), *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*, Paris : ESF éditeur.
- Paquelin D. (1996). « Les cartes de concepts : outils pour les concepteurs et les utilisateurs d'hypermédia éducatif », in É. Bruillard, J.-M. Baldner. & G.-L. Baron (éds), *Hypermédias et Apprentissages 3*, Actes du troisième colloque Hypermédias et Apprentissages, Paris : INRP/EPI, p. 85-96.
- Pouchain-Avril C. (1996). « Des enseignants du second degré et de leurs "dynamiques identitaires" », *Éducation permanente*, n° 128.
- Teasley S. D. & Roschelle J. (1993). « Constructing a joint problem space: the computer as tool for sharing knowledge », in S. P. Lajoie & S. J. Derry (éds), *Computers as cognitive tools*, Hillsdal, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

SUIVI PAR INTERNET D'UN COURS DE MAÎTRISE À DISTANCE : ENTRE INDIVIDUALISATION ET MUTUALISATION

François MANGENOT* et Mathilde MIGUET**

*UFR Sciences du langage, Université Stendhal - Grenoble 3 et EA 2534
« Plurilinguisme et apprentissages », ENS Lettres et Sciences Humaines

**GRESEC, Université Stendhal - Grenoble 3, France Télécom R&D, SVA/VIP
mangenot@u-grenoble3.fr, mathilde.miguet@u-grenoble3.fr

Résumé : *Cette étude propose une analyse du suivi expérimental par Internet, en 1999-2000, d'une unité d'enseignement (UE) de maîtrise de français langue étrangère à distance (université Grenoble 3 – CNED). On décrit d'abord le contexte et les objectifs du suivi ainsi que la structure du logiciel utilisé. On analyse ensuite la structure des échanges ainsi que certaines marques linguistiques repérables dans les interactions. On termine par une réflexion d'ordre sociologique.*

Mots-clés : *mutualisation, analyse de discours, communication médiée par ordinateur, dispositif de suivi par Internet, formation à distance, enjeux socio-organisationnels.*

Abstract : *The following paper analyses an experimental technology-enhanced distance course which was part of a Master's Degree in French as a Foreign Language (University of Grenoble 3 - CNED). First, it describes the context and the goals of this experimental course, as well as the software which was used (Lotus Notes Learning Space). Then, it analyses the structure of the teacher / students interactions and some of their linguistic features. The paper concludes with a sociological analysis of distance learning.*

Keywords : *mutualisation, discourse analysis, computer mediated communication, Internet enhanced distance learning, socio-organisational issues.*

INTRODUCTION

Cette étude propose quelques pistes d'analyse et d'interprétation à partir du suivi expérimental par Internet, en 1999-2000, d'une unité d'enseignement (UE) de maîtrise. La perspective est communicationnelle et l'approche pluridisciplinaire (sciences du langage et sciences de l'information et de la communication) : il s'agit, par le repérage de certaines marques et structures dans les discours échangés et leur

croisement avec l'analyse des propriétés des outils informatiques ainsi que des enjeux institutionnels, organisationnels et économiques du dispositif dans son ensemble, de faire ressortir certaines caractéristiques de la communication pédagogique à distance et de comprendre certaines logiques d'usage développées. Les données expérimentales utilisées pour cette étude sont les suivantes : statistiques complètes sur les étudiants inscrits (pays, âge, examens présentés, etc.), réponses à des questionnaires détaillés soumis au début et à la fin du suivi, corpus complet des interactions, relevé des accès au système informatique durant les deux derniers mois.

CONTEXTE, OBJECTIFS ET OUTILS

Le contexte

L'université Stendhal-Grenoble 3 propose, en collaboration avec le CNED, une maîtrise de français langue étrangère (FLE) dont plus de la moitié des inscrits vivent à l'étranger. Les enseignements sont délivrés sous forme de brochures publiées par le CNED ; le suivi pédagogique se borne à un devoir d'entraînement par an pour chaque cours. L'UE optionnelle de 50 h « Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement/ apprentissage du FLE », assurée pour la première fois en 1999-2000, a attiré 101 étudiants. Le suivi par Internet, auquel ont accédé au moins une fois 80 étudiants (dont la moitié avec une certaine assiduité : plus de dix accès), a été proposé à tous, sans supplément tarifaire. On notera que la brochure de 175 pages (Mangenot, 1999) avait été rédigée en prévoyant qu'un suivi serait assuré par Internet : de nombreuses activités ouvertes sont proposées à la fin de chacun des huit chapitres ; ces activités sont conçues soit pour être réalisées indépendamment du suivi sur Internet soit pour faire l'objet d'une mutualisation dans l'environnement de suivi.

Les objectifs du cours et du suivi

L'*objectif général de l'UE* est énoncé ainsi : « L'objectif de ce cours est de vous donner des compétences suffisantes dans le domaine des technologies de l'information et de la communication pour être capables, dans une situation professionnelle, d'intégrer de manière raisonnée et efficace ces technologies aux dispositifs d'enseignement/apprentissage du FLE. » (Mangenot, 1999). *Les objectifs du suivi* étaient les suivants : contribuer à diminuer l'impression d'isolement inhérent à l'EAD, augmenter la disponibilité de l'enseignant et surtout rendre les étudiants plus actifs dans la construction de leurs savoirs et savoir-faire. L'idée centrale, d'inspiration socio-constructiviste, consistait en la mutualisation des travaux réalisés suite aux consignes fournies dans les activités de la brochure. L'utilisation de l'environnement informatisé d'apprentissage a été exclusivement conçue dans une *logique d'échange* et non dans une *logique de présentation de contenus*. Ce choix est fondé sur une analyse de l'existant : les étudiants apprécient de recevoir les cours sous forme imprimée, le déficit se situant beaucoup plus du côté du suivi pédagogique, difficile à intensifier étant donné le grand nombre d'inscrits (580). Ce nombre oblige par ailleurs à trouver des modalités de tutorat pas trop coûteuses en temps pour les enseignants, ce qui a exclu certains choix, comme la correction individualisée de travaux.

Le logiciel de suivi

Le logiciel utilisé était *Learning Space* (Lotus Notes), dont la structure comporte quatre « espaces » : le *Programme*, la *Médiathèque*, la *Salle de cours* (destinée aux échanges enseignant/apprenants) et les *Profils* (présentations personnelles). L'enseignant a surtout utilisé la « Salle de cours » dans sa rubrique « Débats », qui se présente comme un forum de discussion sur *Usenet* ; les autres possibilités, comme celle de faire travailler des étudiants en sous-groupes ou de faire réaliser des exercices soumis au seul enseignant, n'ont pas été utilisées, parce que trop coûteuses en temps enseignant. Dans les « Débats », les interventions sont présentées par leur titre, accompagné du nom de l'auteur et de la date, elles sont rangées par défaut de la plus récente à la plus ancienne et elles sont hiérarchisées, un décalage vers la droite signifiant qu'une intervention donnée est une réaction à une autre intervention. Les interventions de premier niveau constituent les « thèmes de débats », il s'agissait en l'occurrence des consignes de l'enseignant. De manière générale, on a relevé un certain nombre de difficultés liées à l'ergonomie du système de forum proposé par *Learning Space* : un suivi centré sur un tel système aurait sans doute eu intérêt à utiliser un logiciel plus spécialisé dans les débats (*QuickPlace*, par exemple, retenu pour le suivi assuré en 2000-2001).

ANALYSE DES INTERACTIONS

Structure des échanges pédagogiques

La structure des échanges apparaît comme essentiellement binaire : l'enseignant propose une activité, les étudiants la réalisent, un étudiant donné n'étant pas obligé d'avoir lu les interventions de ses collègues pour intervenir. Un examen du corpus à la recherche des segments verbaux qui reprennent ou mentionnent telle ou telle autre intervention montre que la majorité des interventions se réfèrent principalement à la consigne et non aux autres interventions sur le même thème (à quelques exceptions près). Mais, dans la mesure où un feed-back est toujours fourni par l'enseignant après un certain nombre d'interventions, on peut également considérer la structure comme ternaire, à trois différences près avec la structure ternaire typique des interactions en classe : tout d'abord, l'enseignant n'est pas obligé de réagir à chaque intervention, l'engagement pris étant celui d'une connexion hebdomadaire et la réaction pouvant concerner plusieurs interventions ; ensuite, le feed-back apparaît au même niveau que les interventions des étudiants ; enfin, il ne clôt pas les échanges. Par ailleurs, les étudiants peuvent bien sûr réagir les uns par rapport aux autres, mais ils l'ont assez peu fait. Il est souvent arrivé à l'enseignant d'apporter un feed-back adressé à un seul étudiant mais toujours lisible par tous ; comme le souligne Maccoccia (1998), « L'aparté est impossible dans un forum de discussion : le polylogue est la forme habituelle du forum et le multi-adressage en est la norme. » Nous concluons en indiquant que selon la représentation initiale que l'enseignant avait du fonctionnement de la « Salle de cours », il aurait dû y avoir plus de communication entre les étudiants. Deux raisons à la rareté de ce type d'échanges peuvent être avancées : d'une part, la prégnance du rôle du professeur et la représentation essentiellement « utilitaire » du suivi chez les étudiants, d'autre part,

peut-être, un sentiment insuffisant d'appartenance à une « communauté d'apprentissage ».

Analyse de quelques marques énonciatives

La constatation d'un certain « déficit communautaire » dans l'environnement de suivi peut conduire à rechercher dans les interventions les marques linguistiques traduisant l'existence ou l'absence d'une « communauté discursive » (avec la dimension socio-affective que comporte ce terme). On se contentera ici de lancer deux ou trois pistes, à partir de quelques extraits d'interventions d'étudiants ; il serait bien sûr également possible d'analyser dans cette perspective les interventions professorales (consignes, feed-back, relances de discussions). La lecture de l'ensemble des interventions amène à constater globalement que si les traces de l'énonciateur sont bien présentes (à quelques exceptions près), celles des destinataires, en dehors de l'enseignant, le sont beaucoup plus rarement. L'entrée en matière des messages est particulièrement significative de ce point de vue, dans la mesure où elle traduit le positionnement que se donne l'auteur par rapport au groupe, à l'enseignant, à la tâche ; les deux extraits ci-dessous se situent aux deux extrêmes, du plus impersonnel au plus personnel :

Activité 2 : l'écriture sur papier et l'utilisation du traitement de texte.

Plusieurs différences :

- distinction entre une utilisation professionnelle et privée [...]

Étude de cas : expertise en ingénierie éducative

Comme je le dis dans mon profil, j'enseigne à l'institut Français d'Amsterdam. Notre public est très hétérogène. [...]

On relève néanmoins un certain nombre d'interventions comportant des traces du groupe en tant que destinataire :

Une caverne d'Ali Baba

Ci-joint, mes chers collègues une liste vertigineuse de sites WEB pour le FLE

Jusqu'à présent, je n'avais pas osé raconter mes deux expériences concernant ce thème, craignant une perception mitigée de l'extérieur. Au vu des témoignages lus, je crois que ces expériences entrent dans une certaine logique. Voici mon commentaire sur le sujet et après lecture de ce que la classe a déjà écrit sur ce point.

On notera que les deux extraits ci-dessus proviennent d'étudiants parmi les plus assidus et qu'ils ont été envoyés au moins un mois après le démarrage du suivi : une familiarisation avec l'environnement et avec le mode de communication qu'il implique est sans doute nécessaire avant de ressentir l'appartenance à un groupe. On tient peut-être là une des causes du « déficit communautaire » : la majorité s'est connectée trop sporadiquement et le suivi ne s'est pas étendu sur une durée assez longue. Pour l'année 2000-2001, on a tenté, avec un certain succès, de mieux prendre en compte ces dimensions socio-affectives.

QUELQUES REMARQUES SUR LES ENJEUX SOCIO-ORGANISATIONNELS ET ÉCONOMIQUES

Nous utiliserons le terme de pratiques émergentes et non d'usages. En effet, le concept d'usage social (Lacroix, Moëglin & Tremblay, 1992) se définit comme un mouvement sur le long terme qui implique une intégration dans le quotidien et une manifestation récurrente. Considérant que les étudiants sont confrontés au dispositif depuis peu, on ne peut véritablement parler d'usages développés mais de tendances qui, nous allons le voir, relèvent de pratiques antérieures étroitement liées aux représentations sociales et au statut de l'étudiant.

Les pratiques étudiantes

Tous les étudiants affirment être d'accord sur le principe de la mutualisation des travaux (résultat des questionnaires), mais dans quelle optique ? À partir des pratiques observées dans le dispositif et au regard des réponses apportées au questionnaire, nous définirons trois types de positionnement : la mutualisation complète, la mutualisation incomplète et la non-mutualisation.

La *mutualisation complète* est marquée par une démarche active et concerne six étudiants qui se sont impliqués fortement dans le dispositif tout au long de la période. Ceux-ci ont exposé leurs savoirs en apportant des contributions, en posant des questions et en publiant leurs activités. Les travaux et remarques sont adressés au collectif dans l'attente d'échanges et de réactions de la part des autres étudiants. L'optique de la mutualisation s'intègre dans une démarche de coopération et d'enrichissement qui correspond aux objectifs fixés par l'enseignant. Bien que ce groupe ne soit pas important, il constitue le moteur du dispositif.

La *mutualisation incomplète* est marquée par l'usage du savoir des autres pour se positionner par rapport au groupe. La mutualisation sert ici à se situer par rapport à une communauté et à obtenir une meilleure compréhension des buts visés par les différentes activités, en lisant les contributions du collectif et les réactions de l'enseignant. Cette tendance marque une pratique plus passive car ces étudiants n'ont apporté qu'assez peu de contributions. À noter, dans cette catégorie de pratiques, le sentiment exprimé de ne pas être à la hauteur des contributions des autres étudiants qui, s'il peut être avancé comme une des explications possibles, n'est pas non plus la seule à retenir.

On peut enfin relever un certain nombre de pratiques allant à l'encontre de la mutualisation recherchée : les échanges par mails entre étudiants, les mails adressés personnellement à l'enseignant ou encore la réticence à « donner » ses productions à l'ensemble du groupe sont autant de pratiques que l'on peut repérer tant dans le dispositif que dans les réponses aux questionnaires. Ces attitudes sont sans doute à rattacher aux pratiques et aux représentations individualisantes antérieures au dispositif.

L'analyse des questionnaires montre également que les étudiants, en participant au suivi, recherchent avant tout le contact avec l'enseignant : leur attente principale est d'obtenir une réponse individualisée de celui-ci. Cette réaction est encore directement liée aux pratiques antérieures : plus de la moitié des étudiants a

une expérience d'apprentissage à distance, essentiellement par l'intermédiaire du CNED. Or les habitudes engendrées par l'enseignement à distance, lorsqu'un suivi existait, étaient jusqu'alors centrées sur des relations atomisées, sans échanges autres qu'avec l'enseignant. La mise en place d'un dispositif de type forum met l'étudiant dans une situation de communication et de relation nouvelle pour lui. La simple mise à disposition d'un dispositif technique ne suffit pas à modifier les pratiques et représentations antérieures, qui ne peuvent évoluer que progressivement, notamment grâce à l'extension de ce type de dispositif de suivi à d'autres unités d'enseignement.

Les pratiques professionnelles et la mutualisation dans sa dimension temporelle et économique

Nous ferons ici état de la nécessaire prise en compte des caractéristiques du public lors de la mise en place d'une structure mutualisante ; il convient notamment d'examiner la manière dont les étudiants organisent leur travail ainsi que leur accessibilité au dispositif de suivi. Le public considéré dans cette étude est en quasi-intégralité un public ayant une activité professionnelle, qu'elle soit à mi-temps pour la moitié d'entre eux ou à temps complet pour les autres. Dans un souci pédagogique apprécié par la majorité des étudiants (d'après les réponses au questionnaire final), l'enseignant a décidé de mettre progressivement en ligne, sur l'ensemble de la période de suivi, les activités correspondant aux chapitres successifs du cours (à raison d'un chapitre toutes les deux ou trois semaines). Ce programme avait été défini par l'enseignant dans le but de structurer le travail dans le temps. En situation d'enseignement à distance, la mise en place d'un dispositif pédagogique doit jongler entre deux tendances presque antinomiques : établir d'une part une progression dans le temps qui aide l'étudiant à planifier ses activités et prendre d'autre part en compte une organisation du travail différente du rythme universitaire classique (Perriault, 1996). Si l'on se fixe en outre un objectif de mutualisation, la mise en ligne progressive des activités revêt un caractère encore plus paradoxal. En effet, la présentation chronologique des thèmes de débat, si elle facilite d'un côté la lecture et le repérage dans la structure, impose également, de l'autre côté, une régularité de consultation du dispositif. On peut mentionner certaines dérives caractéristiques entraînées par cette double contrainte : contributions des étudiants placés délibérément hors des thèmes de débats proposés pour les rendre plus visibles, création par l'enseignant d'une entrée de débat « nouvelles contributions ». Finalement, on voit à quel point il est difficile de concilier une mutualisation impliquant un minimum de synchronisation et l'offre d'un véritable enseignement sur mesure et individualisé, avec sa dimension de liberté chronologique. La brièveté du suivi pour cette première année expérimentale (de mi-janvier à mi-mai), ainsi que la mise en ligne progressive des activités sont deux points étroitement liés qui n'emportent pas l'adhésion générale des étudiants (résultat de l'enquête) et qui peuvent être avancés comme une explication supplémentaire du « déficit communautaire » ; les intérêts de certains étudiants sont en effet difficilement conciliables avec une organisation synchrone du travail. La démarche de rationalisation du suivi par Internet trouve peut-être ici une limite sur laquelle il faudra réfléchir. Une dernière remarque concerne le croisement qui peut être établi entre d'une part la régularité des connexions au dispositif qui, d'après les relevés, est corrélée avec une participation active, et d'autre part

l'acculturation au dispositif technique et l'accessibilité au matériel. Tous les étudiants avaient un accès à Internet. Cependant, il est intéressant de noter que l'analyse fait ressortir que les étudiants les plus actifs sont ceux chez qui on retrouve des accès à l'Internet gratuit, car ils se connectent sur leur lieu de travail. L'inscription à cette UE n'entraînait certes pas de frais administratifs supplémentaires, mais les coûts de connexion, reportés sur l'étudiant dans un processus d'individualisation des pratiques souligné entre autres par Miège (2000), font partie d'une logique socio-économique qu'il est important de prendre en compte.

La mutualisation : une pratique qui ne va pas de soi

La mutualisation, dans sa définition première, implique un rapport réciproque et simultané et suppose un échange d'actions et de rétroactions, de sentiments, entre deux ou plusieurs personnes ; elle comporte une obligation réciproque entre les parties. On observe que les pratiques de mutualisation ne sont pas apparues aussi clairement qu'initialement prévu, et que des tendances individualisantes inscrites dans les pratiques antérieures au dispositif subsistent. L'acculturation au dispositif technique et à ce nouvel environnement pédagogique de suivi mutualisé ne vont pas de soi. Si certains étudiants ont régulièrement participé au suivi et de ce fait adhéré aux principes de la mutualisation, le phénomène ne s'est pas généralisé. L'hypothèse avancée par D'Halluin, Loonis et Vanhille (2000) est que « la raison du décalage qui existe entre la mise à disposition d'un système de coopération et la réalité des échanges (échec partiel) réside dans le fait que le modèle pédagogique collaboratif n'existe pas encore : un modèle en attente de stabilité et fortement lié à l'acculturation des différents acteurs et à la stabilisation technique des dispositifs ». Hypothèse à laquelle il faut ajouter la prise en compte des enjeux socio-économiques.

Une dernière remarque : la mutualisation des travaux (plutôt que leur correction individualisée) correspondait non seulement à un choix pédagogique mais aussi à une contrainte économique (*cf. supra*). L'expérimentation a montré la viabilité du modèle, le principe de la mutualisation (à défaut de sa pratique) n'étant pas remis en cause par les étudiants.

BIBLIOGRAPHIE

- D'Halluin C., Loonis M. & Vanhille B. (2000). « L'apprentissage coopératif en question », in CNED (éd.), *Chantiers, publics et métiers de l'enseignement à distance au seuil de l'an 2000*, Actes des seconds entretiens internationaux de l'enseignement à distance (1-2 décembre 1999), Poitiers : CNED, p. 223-228.
- Lacroix J.-G., Moëglin P. & Tremblay G. (1992). « Usage de la notion d'usage, NTIC et discours promotionnels au Québec et en France », in CREDO/SFSIC (éd.), *Les nouveaux espaces de l'information et de la communication*, Actes du colloque Inforcom, Lille : CREDO/SFSIC, p. 241-248.
- Mangenot F. (1999). *Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement/apprentissage du FLE*, cours de maîtrise FLE à distance (UE optionnelle de 50h), Poitiers : CNED, 175 p.

- Marcoccia M. (1998). « La normalisation des comportements communicatifs sur Internet : étude sociopragmatique de la netiquette », in N. Guéguen & L. Toblin (éds), *Communication, société et Internet*, Paris : L'Harmattan, p. 15-22.
- Miège B. (2000). *Les industries du contenu face à l'ordre informationnel*, Presses Universitaires de Grenoble.
- Perriault J. (1996). *La communication du savoir à distance*, Paris : L'Harmattan, coll. Éducation et Formation.

HYPERMÉDIAS ET CARTES DE CONCEPTS POUR APPRENDRE AVEC DES MÉTAPHORES

**Cécile MEYER, René CHALON, Christian BESSIÈRE
et Bertrand DAVID**

Laboratoire Interaction Collaborative, Téléformation, Téléactivités
(ICTT - EA 3080)

École Centrale de Lyon
36, avenue Guy de Collongue - BP 163 - 69131 Écully Cedex

Cecile.Meyer@ec-lyon.fr, Rene.Chalon@ec-lyon.fr, Christian.Bessiere@ec-lyon.fr,
Bertrand.David@ec-lyon.fr

***Résumé :** Bien qu'étant fréquemment utilisée par les enseignants, la stratégie pédagogique d'apprentissage à l'aide de métaphores est rarement présente dans les environnements d'apprentissage informatisés. Nous proposons un outil informatique de formation novateur fondé sur cette stratégie et qui se situe dans une perspective constructiviste : l'apprenant construit de nouvelles connaissances sur la base de ses connaissances antérieures et est acteur de son apprentissage. Les cartes de concepts et les hypermédias sont mis en œuvre comme support à l'apprentissage, nous pensons en effet que ces éléments sont fondés sur des principes communs (relations et connaissances antérieures) et peuvent converger dans un outil. Nous décrivons la structure générique de cet outil, un premier prototype conçu pour le domaine des réseaux informatiques, et l'expérimentation réalisée avec un petit groupe d'étudiants.*

***Mots-clés :** stratégie pédagogique, métaphore, analogie, carte de concepts, constructivisme, représentation des connaissances, réseaux informatiques.*

***Abstract :** Although metaphors are often used by teachers, this instructional strategy can rarely be found in computer-based learning environments. We propose an innovative learning environment based on this strategy and grounded in a constructivist approach : the learner constructs new knowledge based on his previous knowledge and is actor of his learning. Concept maps and hypermedia are used as tools to support the learning process. In fact we think that those elements are based on common principles (relationship and previous knowledge) and can converge in a tool. We describe the generic structure of this tool, a first prototype designed for computer networks domain, and the experiment carried out with a small group of students.*

***Keywords :** instructional strategy, metaphor, analogy, concept map, constructivism, knowledge representation, computer networks.*

INTRODUCTION

Nous menons une recherche de nature exploratoire ayant pour objectif de concevoir un outil informatique de formation fondé sur une stratégie pédagogique particulière : les métaphores comme aide à l'apprentissage de concepts. Les métaphores sont en effet reconnues au niveau théorique comme permettant de faciliter la compréhension et mémorisation de concepts, et sont en pratique souvent utilisées par les enseignants. Malgré cela, il n'existe pas véritablement d'outil informatique tirant parti de la puissance des métaphores comme moyen de formation. Les métaphores sont généralement utilisées essentiellement au niveau de l'interface homme-machine des logiciels. Les quelques outils de formation qui intègrent les métaphores au niveau du contenu sont généralement des outils multimédias ou des simulateurs, par exemple Rieber et Noah (1997) décrivent une expérience d'utilisation de métaphores visuelles pour la simulation du phénomène d'accélération. Mais cette utilisation de métaphores au niveau du contenu de la formation est assez rare et inégale, et elle n'est jamais considérée comme une stratégie pédagogique première.

Nous proposons un outil de formation basé à la fois sur les hypermédias et sur la réalisation de cartes de concepts par les apprenants. Les différentes activités pédagogiques possibles basées sur l'élaboration de cartes de concepts ont été explorées dans Meyer *et al.* (2000) et le recueil et l'analyse de métaphores pour les réseaux informatiques ont été décrits dans Meyer & Chalon (2000). Nous souhaitons à présent examiner plus particulièrement les aspects hypermédias et voir en quoi métaphores, cartes de concepts et hypermédias sont des éléments qui peuvent être rapprochés pour produire un environnement d'apprentissage intéressant. Cet article n'a pas pour ambition de faire le tour de la question, mais seulement de donner quelques pistes de réflexion sur le sujet. Précisons que l'on va ici parler d'hypermédias pour l'apprentissage à l'aide de métaphores et non de métaphores pour penser les hypermédias comme cela est souvent le cas (métaphore de la navigation...). Précisons aussi que les cartes de concepts ne sont pas fournies aux apprenants mais *construites par* les apprenants, l'apprenant est donc *auteur* de cartes de concepts.

Cet article est structuré ainsi : nous évoquons d'abord brièvement, dans la suite de cette introduction, les principes des métaphores et des cartes de concepts pour la formation. Puis nous examinons les rapprochements entre métaphores, cartes de concepts et hypermédias et nous proposons le principe d'un hypermédia support à la présentation de métaphores. Ensuite nous décrivons la structure générique de l'outil proposé. Enfin nous décrivons le prototype conçu pour un domaine de formation particulier (le routage dans les réseaux informatiques) et l'expérimentation effectuée avec un petit groupe d'étudiants en formation continue.

Métaphores pour la formation

L'utilisation de métaphores pour l'apprentissage a fait l'objet de nombreux travaux que ce soit dans le domaine de l'éducation (Duit, 1991) ou de l'interaction homme-machine (Caroll, Mack & Kellog, 1988). D'après Mayer (1993), l'enseignement des concepts scientifiques peut grandement bénéficier de l'utilisation des métaphores. Pour être efficace, le langage scientifique doit fournir non seulement

des informations descriptives précises mais aussi des indications sur comment comprendre et interpréter l'information. Les métaphores constituent ainsi des aides importantes à la compréhension. Le courant constructiviste met au centre de sa démarche ce type d'apprentissage en concevant celui-ci comme un processus de construction actif, possible seulement sur la base de connaissances antérieures.

Le principe de cet apprentissage est de baser les connaissances à acquérir dans un domaine (*domaine cible*) sur des connaissances antérieures dans un autre domaine, qui est connu (*domaine source*). Il existe de nombreuses théories en psychologie cognitive sur le fonctionnement des processus cognitifs sous-jacents à l'utilisation des analogies et métaphores mais les trois étapes suivantes sont généralement admises (Gineste, 1997) : 1. Trouver un domaine source (« récupération ») ; 2. Établir des correspondances entre le domaine source et le domaine cible (« projection ») ; 3. Décrire l'élément du domaine cible en fonction de l'élément correspondant du domaine source (« transfert »).

Cartes de concepts pour la formation

Les travaux de Nowak et Gowin (1984) dans le domaine de l'apprentissage des sciences sont à l'origine de la définition des cartes de concepts. Ils sont fondés sur les « organisateurs » (résumés, titres, phrases introductives...) d'Ausubel (1960), dont le principe repose sur l'importance accordée aux connaissances antérieures : on considère qu'un apprentissage signifiant ne peut avoir lieu que si les nouvelles informations sont intégrées dans une structure cognitive existante.

CONVERGENCES ENTRE MÉTAPHORES, CARTES DE CONCEPTS ET HYPERMÉDIAS

Nous pensons que deux principes essentiels permettent de rapprocher métaphores, cartes de concepts et hypermédias :

Le principe de relation : Les métaphores sont fondées sur des relations de ressemblance entre deux domaines de connaissances ; les cartes de concepts sont fondées sur des relations entre concepts ; les hypermédias sont fondés sur des relations entre unités de textes (ou images).

Le principe de connaissances antérieures (commun aux métaphores et cartes de concepts) : L'utilisation de métaphores dans la formation repose sur les connaissances antérieures de l'apprenant ; Dans une carte de concepts, l'apprenant peut intégrer ses nouvelles connaissances (nouveaux concepts) aux connaissances antérieures figurées par l'état antérieur de la carte.

Nous ferons donc l'hypothèse, pour notre travail, qu'étant donné ces convergences, il peut être très intéressant d'intégrer métaphores, cartes de concepts et hypermédias dans un même environnement informatique d'apprentissage.

État de la question

De nombreuses recherches portent sur les cartes de concepts associées aux hypermédias, comme aide à la conception d'hypermédias ou comme aide à la

navigation (Baron & Bruillard, 1999). L'intérêt du premier usage est reconnu, mais le deuxième est controversé, par exemple selon le niveau de l'apprenant dans Van Oostendorp & Hofman (1998). Cependant nous nous situons dans un cas sensiblement différent puisque nous considérons l'apprenant auteur plutôt que lecteur de cartes de concepts (Jonassen *et al.*, 1997). Concernant les cartes de concepts et les métaphores, il n'y a, à notre connaissance, pas de travaux de recherche. Toutefois les réseaux sémantiques, formalisme proche des cartes de concepts, sont souvent utilisés pour représenter les métaphores et leur fonctionnement, par exemple dans les travaux de Way (1991). Enfin, concernant les hypermédias et les métaphores, il y a de nombreux travaux sur les métaphores au niveau de l'interface homme-machine, et en particulier sur les métaphores facilitant la navigation. Mais notre propos est différent, car nous nous intéressons aux métaphores au niveau du contenu des hypermédias, plutôt qu'au niveau de l'interface. À notre connaissance, il n'y a pas de travaux dans ce domaine.

Un hypermédia comme support à la présentation de métaphores

Si on considère que les domaines source et cible d'une métaphore sont présentés sous forme d'hypermédia, alors une relation entre un concept du domaine source et cible peut être présentée comme un lien hypertexte, ce lien étant de type lien sémantique. Ceci est illustré par la figure 1.

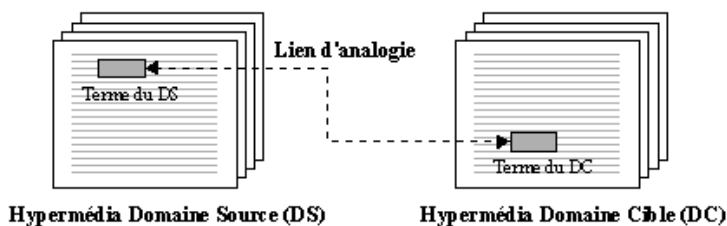


Figure 1. Lien hypertexte entre les deux domaines d'une métaphore.

En désignant un terme du domaine source, on obtient l'affichage d'une page contenant un terme du domaine cible (et inversement).

UN OUTIL POUR L'APPRENTISSAGE À L'AIDE DE MÉTAPHORES

Nous proposons une structure générique pour un environnement d'apprentissage novateur, permettant de mettre en œuvre la stratégie pédagogique d'apprentissage à l'aide de métaphores (figure 2). Cet outil est basé sur des modules hypermédias et sur un outil de création de cartes de concepts. Les domaines sources et le domaine cible sont décrits chacun par un module hypermédia. Les concepts analogues des modules sources et cible sont reliés par des liens hypertextes d'analogie, ainsi que nous l'avons proposé plus haut. L'apprenant peut ainsi naviguer d'un domaine de la métaphore à un autre au travers de liens hypertextes.

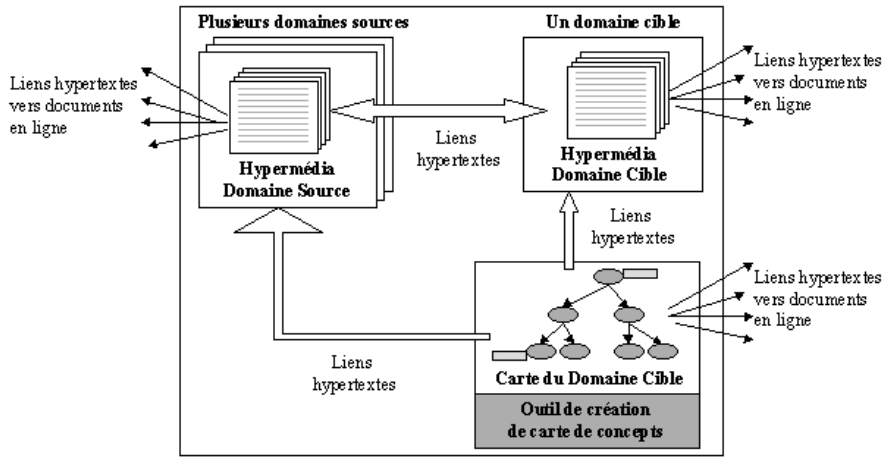


Figure 2. Structure de l'outil et liens hypertextes.

La carte de concepts peut être reliée à des documents des domaines source et cible ou à des documents en ligne. Un scénario pédagogique possible est que l'apprenant, à partir d'un parcours libre de l'hypermédia, crée sa carte de concepts du domaine cible en y indiquant des métaphores, comme sur la figure 3.

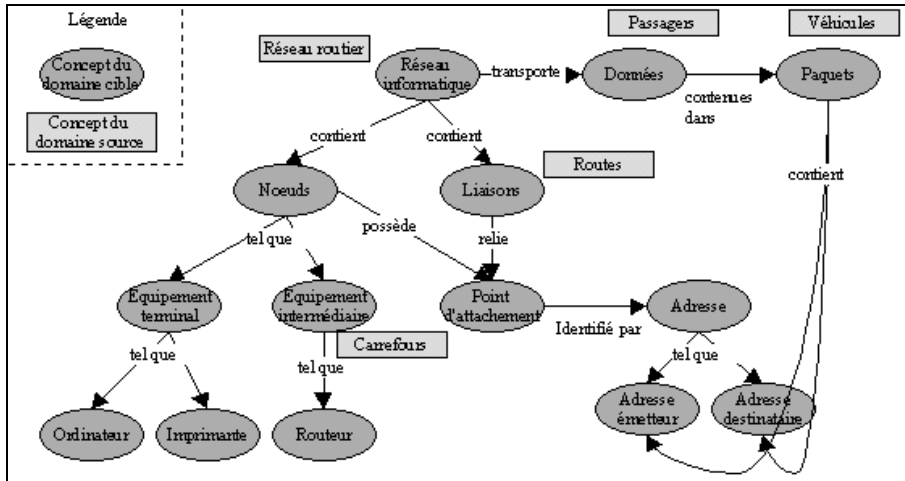


Figure 3. Exemple de carte de concepts du domaine cible avec métaphores.

PROTOTYPE ET EXPÉRIMENTATION

Application au domaine des réseaux informatiques

Nous avons conçu un prototype pour un domaine particulier, le routage dans les réseaux informatiques, pour un public de formation permanente spécialisée en réseaux informatiques. Ce domaine est, d'après les enseignants, complexe et difficile à enseigner. C'est aussi un domaine particulièrement métaphorique, sans doute

parce que plusieurs métaphores (route, poste) ont été utilisées à l'origine par les chercheurs dans le domaine des réseaux. Le prototype est un hypermédia composé de quatre modules : trois modules source correspondant aux trois métaphores retenues (système postal, réseau routier, réseau ferroviaire) et un module cible. Les documents sont des pages au format HTML, stockées sur un serveur Web Apache. Étant donné le temps limité dont nous disposions, nous avons réalisé une version simplifiée par rapport à l'environnement générique décrit plus haut : les liens hypertextes sont unidirectionnels (domaine source vers domaine cible) ; les liens depuis la carte de concepts vers les documents hypermédia ne sont pas proposés et les documents du module cible proviennent de la conversion de diapositives PowerPoint en pages HTML (60 diapositives).

Expérimentation

Nous avons mené une expérimentation avec un groupe de sept étudiants d'un magistère en réseaux informatiques de l'École Centrale de Lyon. Les objectifs étaient d'évaluer les fonctionnalités du prototype, la pertinence des métaphores et la compréhension des apprenants, avec et sans métaphores.

Les étudiants ont d'abord assisté à un cours sur le routage, puis le même groupe de sept étudiants a suivi deux séances de travaux dirigés. Dans la première séance, ils devaient construire une carte de concepts du routage (une liste de 15 concepts était donnée et ils devaient ajouter au moins 10 nouveaux concepts). Dans la deuxième séance, ils devaient parcourir librement l'hypermédia et retravailler leur carte de concepts en y ajoutant des métaphores. Les données recueillies ont été, pour chaque session et chaque étudiant, un questionnaire et une carte de concepts. Les cartes de concepts ont été analysées à l'aide de critères quantitatifs tels que le nombre de concepts total, le nombre de concepts repris de la liste fournie, le nombre de relations, mais aussi à l'aide de critères qualitatifs tels que la validité sémantique de la carte (à l'aide d'une carte de référence établie au préalable).

Cette expérimentation a montré, du point de vue des fonctionnalités du prototype, que les activités et outils pour l'élaboration de cartes de concepts et pour la réflexion sur les métaphores, étaient satisfaisants mais pouvaient être améliorés. Par exemple, un étudiant a suggéré qu'une méthode non graphique serait plus appropriée parce qu'il avait passé trop de temps à placer les métaphores sur sa carte de concepts. Du point de vue de la pertinence des métaphores, tous les étudiants ont indiqué que ce type d'apprentissage leur paraissait intéressant ; les métaphores ont été appréciées, la plus souvent citée étant la métaphore du réseau routier. Du point de vue de la compréhension, deux étudiants ont indiqué que cette approche les avait beaucoup aidés, quatre que cela les avait aidés un peu et un que cela ne l'avait pas du tout aidés. Parmi les problèmes rencontrés au cours de cette expérimentation, on notera le manque de familiarité des étudiants avec la réalisation de cartes de concepts.

Il s'agissait là d'une première expérimentation, avec un premier prototype. D'autres expérimentations seraient nécessaires, notamment en utilisant un prototype plus évolué contenant un véritable hypermédia du domaine cible, qui puisse être utilisé de manière autonome par les apprenants, sans cours en présentiel.

CONCLUSION

Nous avons décrit un environnement d'apprentissage fondé sur une stratégie pédagogique particulière, l'apprentissage à l'aide de métaphores, et s'inscrivant dans une perspective constructiviste. Cet outil met en œuvre les hypermédias et les cartes de concepts comme support aux activités d'apprentissage. Nous pensons que métaphores, cartes de concepts et hypermédias sont des éléments pouvant être rapprochés dans un outil de formation étant donné deux principes communs que sont les relations et les connaissances antérieures. Nous avons réalisé un premier prototype pour le domaine des réseaux informatiques et nous avons mené une expérimentation avec un petit groupe d'apprenants qui a démontré l'intérêt de cette approche et a permis d'envisager un enrichissement des fonctionnalités de l'outil.

Dans ce travail, nous nous sommes plus attachés à la conception du contenu de formation plutôt qu'aux aspects d'interface et de navigation. Nous avons aussi peu abordé la question des scénarios pédagogiques pouvant être réalisés avec cet environnement. Il nous semble important d'explorer à l'avenir l'ensemble des scénarios réalisables, même si nous ne pouvons préjuger à l'avance de tous les usages possibles de cet outil. Nous espérons que notre recherche, actuellement en cours de réalisation, contribuera à la réflexion sur les applications pédagogiques des hypermédias et plus précisément sur la mise en œuvre de stratégies pédagogiques particulières.

BIBLIOGRAPHIE

- Ausubel D. (1960). The use of advance organisers in the learning and retention of meaningful verbal material, *Journal of educational psychology*, vol. 51.
- Baron G.-L. & Bruillard É. (1999). *Représentations, modèles et modélisations ; implication sur les stratégies éducatives et sur les processus d'apprentissage : synthèse bibliographique*, Rapport du projet Représentations (MM1045), Livrable 01, Telematics applications.
- Caroll J., Mack R. & Kellog W. (1988). « Interface metaphors and user interface design », in Helander (éd.), *Handbook of Human-Computer Interaction*, Elsevier Science Publishers North-Holland.
- Duit R. (1991). « On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science », *Science Education*, vol. 75, n° 6.
- Gineste M. D. (1997). *Analogie et cognition*, Paris : PUF.
- Jonassen D. H. *et al.* (1997). « Concept Mapping as cognitive learning and assessment tools », *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 8, n° 3/4.
- Mayer R. E. (1993). « The instructive metaphor: Metaphoric aids to student's understanding of science », in A. Ortony (éd.), *Metaphor and thought*, Cambridge : University Press (2^{ème} édition).
- Meyer C. & Chalon R. (2000). « Conception d'un environnement d'apprentissage des réseaux informatiques basé sur des métaphores : Recueil et analyse des métaphores », *Actes de RJC-IHM 2000*.
En ligne à l'adresse : <http://www-iupva.univ-ubs.fr/RJCIHM/Actes/actes.htm>.

- Meyer C., Chalon R., Beuchot G. & David B. (2000). « Environnement d'apprentissage à base de métaphores : Cas de la formation aux réseaux informatiques », *Actes du Colloque TICE2000*, Troyes.
- Novak J. D. & Gowin D. B. (1984). *Learning How to Learn*, New-York : Cambridge University Press.
- Rieber L. P. & Noah D. (1997). « Effect of Gaming and Visual Metaphors on Reflective Cognition Within Computer-Based Simulations », *Proceedings of AERA Annual Meeting*, Chicago.
- Van Oostendorp H. & Hofman R. (1998). « L'effet cognitif de la carte de contenus d'un hypertexte », in J.-F. Rouet et B. de La Passardière (éds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Actes du 4^{ème} Colloque Hypermédias et Apprentissages, Poitiers, octobre 1998, Paris : INRP/EPI, p. 173-186.
- Way E. C. (1991). *Knowledge representation and metaphor*, Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publishers.

NOUVELLES TECHNOLOGIES ET AIDE À LA COMPRÉHENSION DE DOCUMENTS TECHNIQUES

Construction et expérimentation d'un simulateur de fonctionnement de grues a tours pour l'apprentissage de la notion de courbe de charge chez des grutiers peu lettrés

Jean-Michel BOUCHEIX

LEAD/CNRS-UMR 5022 - Université de Bourgogne,
6, Boulevard Gabriel - 21000 Dijon

Jean-Michel.Boucheix@u-bourgogne.fr

Résumé : *Cet article est consacré à la présentation des résultats d'une démarche de conception, puis construction et enfin évaluation d'un outil multimédia d'aide à la compréhension de documents techniques pour des conducteurs de grues professionnels, faiblement lettrés.*

Mots-clés : *compréhension, documents techniques, ergonomie cognitive de l'apprentissage, simulateur, multimodalité, nouvelles technologies, illettrisme, représentation fonctionnelle.*

Abstract : *Reading skills are more and more required to succeed professional examination. French crane drivers are concerned with this problem. In order to help them, we have conducted a study with three main steps. First, we carried out a cognitive work analysis. Second, we test several analogical modalities of written presentations focusing on the construction of a specific simulator. Finally, two experiments are presented showing a significative effect of this simulator on the comprehension of cranes technical documentation.*

Keywords : *comprehension, technical writings, cognitive ergonomic training, simulator, instructional technology, illiteracy, functional mental model.*

INTRODUCTION

La capacité à comprendre et manipuler des documents techniques écrits de type tableaux ou graphes, pour l'obtention d'un examen technique, peut être un obstacle majeur pour des professionnels peu lettrés, non familiers de représentations symboliques abstraites (Gombert & Fayol, 1995). C'est le problème posé à la

formation des grutiers : compétents, et maîtrisant parfaitement le système technique de la grue, ils doivent obtenir un certificat (obligatoire) d'aptitude à la conduite en sécurité (CACES, recommandation légale de la CNAM), comportant une épreuve théorique de lecture de courbes de limites de transports de charges concernant le fonctionnement des grues. La formation dispensée pour la préparation de l'examen est courte (1 à 2 semaines) excluant toute possibilité de ré-apprentissage fondamental en lecture. Confrontés à des supports classiques (figure 1 et tableau 1) les professionnels échouent massivement, du fait de la situation de « quasi illettrisme » d'une grande partie d'entre eux. Toute possibilité d'adaptation des supports écrits est envisageable pendant la formation, mais exclue pour l'examen, pour lequel tableaux et courbes classiques sont maintenus. Cette difficulté soulève le problème plus général des modalités ou formats des représentations externes des connaissances à apprendre (Samurçay & hoc, 1996) ; dans une perspective de d'ergonomie cognitive de type didactique professionnelle (Samurçay & Pastré, 1995). Notre but est la conception d'un outil d'aide à la compréhension pouvant permettre aux grutiers faiblement lettrés de mieux comprendre, traiter et utiliser les tableaux et courbes de charges, afin d'optimiser leur maîtrise de la sécurité du système.

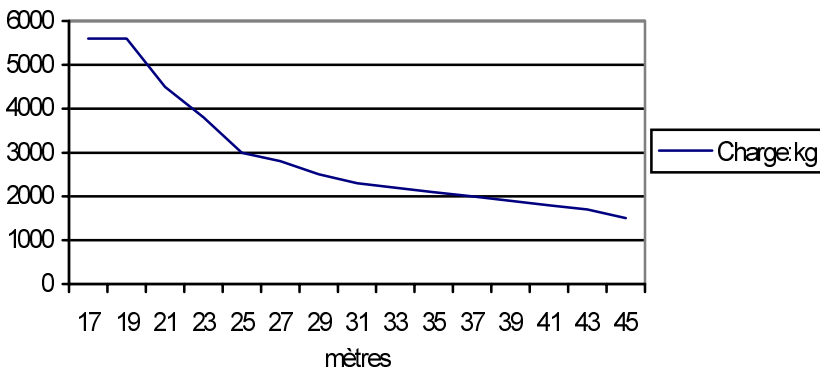


Figure 1. Exemple de courbe de charge utilisée dans la formation.

S.M (Crochet en Simple Moufflage)		Portée (Distance) (m)					Maxi-Max (Kg/m)
Flèche		30	35	40	45	50	/
m/	50	4000	4000	3200	2500	2000	4000/35
	45	4000	4000	3400	2650		4000/35
	40	4000	4000	3600			4000/35
	35	4000	4000				4000/35
	30	4000					4000/35

Tableau 1. Exemple de tableau de charge utilisé pour l'examen du CACES.

Les quelques travaux consacrés à l'amélioration des textes techniques (modes d'emplois, instructions etc. pour une synthèse récente voir Ganier, Gombert & Fayol (2000), visant à palier les fréquentes difficultés de compréhension de ces documents portent exclusivement sur la lisibilité textuelle de l'écrit (lexique, syntaxe, logique et sémantique des actions). Ces améliorations, notables pour des lecteurs « compétents », apparaissent insuffisantes pour des opérateurs faiblement lettrés, parce que

l'activité de lecture y est cognitivement aussi exigeante que dans des textes classiques. Et surtout, il n'existe qu'une faible relation explicite entre le contenu des documents et les représentations fonctionnelles des opérateurs expérimentés. Dans des travaux plus récents, l'effet favorable des illustrations et animations, à certaines conditions, est souligné (Gyselinck & Tardieu, 1999 ; Bétrancourt & Tverski, 2000) de même que le recours à des modalités de présentation non interférentes de l'information verbale (audio-visuel), Mayer & Moreno, 1998. Nous faisons l'hypothèse d'un effet favorable sur la compréhension de documents, d'une aide exposant explicitement la liaison entre la représentation fonctionnelle interne de la situation de référence chez l'opérateur, ici le grutier, et la représentation symbolique écrite externe, courbes et tableaux de charges. Pour la matérialisation physique de cette liaison, les possibilités informationnelles offertes par les nouvelles technologies peuvent s'avérer très pertinentes : formats, multimodalité, simulation interactive, conception de représentations analogiques à l'écran des systèmes techniques à apprendre, et des représentations fonctionnelles.

MÉTHODES ET TECHNIQUES

Nous avons conçu une démarche en trois étapes. La première consiste à mettre en évidence la représentation fonctionnelle interne de l'équilibre des grues chez des professionnels expérimentés (peu lettrés). Nous avons ainsi conduit une analyse cognitive du travail de 10 grutiers « experts » accompagnée d'un diagnostic des connaissances disponibles (enregistrements vidéo-audio en situation centrés sur les regards du professionnel, suivis d'entretiens d'explicitation). En complément, des tests de différents formats de présentation de l'équilibre des grues ont été réalisés pour chaque grutier. Munis des résultats de cette première étape nous avons ensuite construit un simulateur d'apprentissage de tableaux et courbes de charge. Enfin, nous avons évalué l'apprentissage avec ce simulateur aux cours de deux expérimentations.

RÉSULTATS

Nous évoquerons allusivement les résultats de la première étape (voir Boucheix & Chanteclair, 1999). Les grutiers disposent d'une représentation procédurale du rapport poids-portée, organisée par les indices techniques du système (Klaxon, limites de vitesse, coupes circuits). Nous avons mis en évidence une connaissance intuitive, implicite, de la relation proportionnelle distance-poids fortement « encapsulée » dans l'action et liée aux interactions quotidiennes avec la grue. Nous avons montré l'existence d'une expression possible de cette connaissance pour un format de présentation analogique (voir figure 2, l'exemple d'écran).

Principes « cognitifs » de conception du simulateur

Il s'agit d'un simulateur¹ de fonctionnement de la relation poids-portée de la grue (Samurçay & Rogalski, 1998) qui conserve la représentation fonctionnelle du

¹ réalisé en collaboration avec le Centre National d'Étude des Technologies Avancées : CNERTA-ENESAD (École Nationale Supérieure D'enseignement Agronomique de Dijon).

grutier (mise en scène de la grue, de l'environnement de conduite, cadrans et klaxon) et une modalité de l'activité (transporter des charges). À cette représentation analogique, s'intègre, progressivement sous la grue, la représentation symbolique du fonctionnement du système : courbes puis tableaux de charges, cf. figure 2. Le travail sur le simulateur se compose d'exercices de recherche de limites de transports entrecoupés de séquences didactiques animées. Le grutier transporte des objets pour éprouver des limites, toutes les consignes de travail et les explications sont données à l'oral (et apparaissent simultanément à l'écrit), des animations sont conçues, dans certaines phases, pour matérialiser la relation entre les manifestations de la grue et la courbe de charge. Le recours à l'écrit est faible, sauf pour la dernière phase d'entraînement à la lecture de « vrais » tableaux de charge. Le principe des tâches du simulateur est de chercher les limites de la grue en transportant virtuellement des charges le long de la flèche (en utilisant la souris). Les résultats de cette recherche s'affichent sous la grue et conduisent les professionnels à construire leur propre courbe de charge sous la flèche du système. Le grutier observe les effets de son action : sur la grue, sur les cadrans (distance, poids, moment restant apparents en permanence sur le côté de l'écran) et sous forme graphique. Si l'on approche des limites le klaxon retentit, si on les dépasse, la grue tombe. Après cette phase d'utilisation « facile et naturelle » du système, l'interface se transforme progressivement en courbes puis tableaux de charges réels.

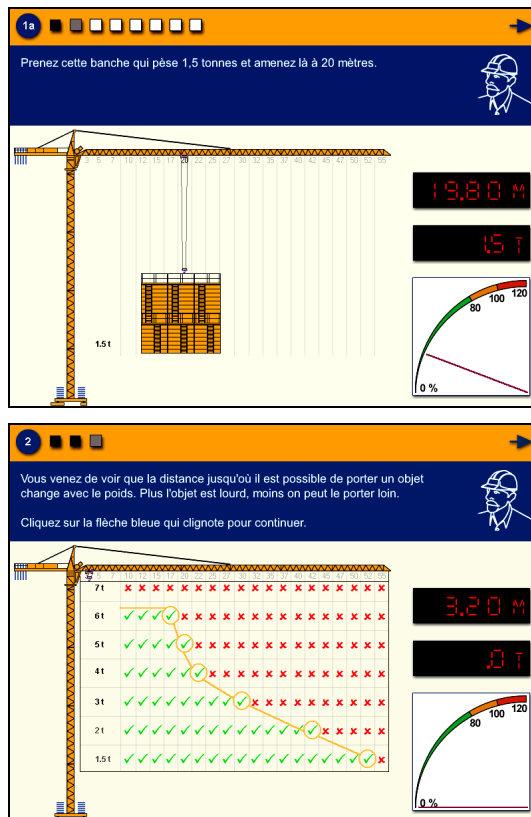


Figure 2 : Exemples d'écrans montrant le format de présentation utilisé.

Le professionnel s'entraîne alors au traitement et à l'utilisation des graphiques. Le simulateur est composé de 13 séquences correspondant à 49 exercices (et 11 courtes séquences didactiques) dont les réponses individuelles (et les temps) des sujets sont enregistrées.

Expérience 1 : validité du simulateur

Il s'agit de vérifier l'effet du simulateur sur la compréhension des courbes et tableaux de charge dans une situation réelle de formation préparant à l'examen. Les participants constituent un échantillon de 31 grutiers professionnels expérimentés en formation (préparation de l'examen CACES de 1 à 2 semaines, centre Potain, et Pico). Deux groupes ont été constitués : 21 grutiers ont été affectés à un groupe expérimental et 10 à un groupe contrôle. Nous avons aussi déterminé trois groupes de sujets répartis selon le degré d'illettrisme : 12 illettrés, 8 peu lettrés et 3 lettrés pour le groupe expérimental, 8 illettrés et 2 peu lettrés pour le groupe contrôle. Compte tenu du temps disponible au tout début du stage, la majorité des grutiers du groupe expérimental (13/21) et tous les sujets du groupe contrôle (10) ont travaillé avec le simulateur d'apprentissage avant d'avoir abordé la notion de courbe de charge. Une autre partie (8/21 pour le groupe expérimental), plus tard dans la formation, après avoir commencé à apprendre cette notion. La passation du logiciel est individuelle, pilotée par l'expérimentateur dans une salle à part de la formation, selon un déroulement en trois phases :

1- Pré-test : Lecture et utilisation de tableaux et de courbes de charges classiques (similaires à celles de l'examen (abaques, figures 1 et 2) : épreuve composée de huit items.

2- Travail de passation du simulateur d'apprentissage (1 fois).

3- Post-test : exercices composés de huit items similaires au prétest. La procédure de passation s'organise comme suit (avec une pause entre les trois temps) : groupe expérimental : *pré-test ; simulateur ; post-test* ; groupe contrôle : *pré-test ; post-test ; simulateur*. Les huit exercices du pré-test, et du post-test, se divisent en deux séries de 4 items distinctes et comportent des questions de lecture-utilisation de la courbe et des tableaux (ex : quelle est la distance maximum où tu peux porter x tonnes ? Quel est le poids maximum que tu peux porter à x m ?) : la première série de quatre est réalisée sur supports papiers classiques (similaires à la figure 1 et au tableau 1). La deuxième série est effectuée en utilisant un simulateur de conduite, présent dans l'un des centres de formation et qui implique la lecture de tableaux de limites.

Les progressions des performances de lecture-compréhension entre le prétest et le posttest, pour le groupe expérimental (figure 3a), attestent d'un effet significatif tous sous-groupes confondus d'une part, $F(1,20) = 119,96$ $p < .00000$, mais aussi avant et après formation d'autre part ($t = 18,75$, $p < .0001$; $t = 4,64$, $p < .002$).

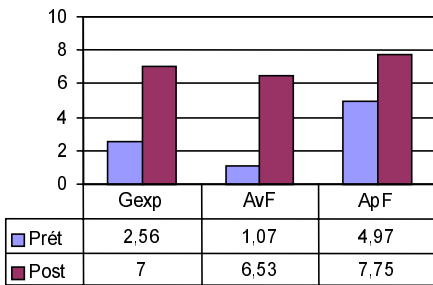


Figure 3 a

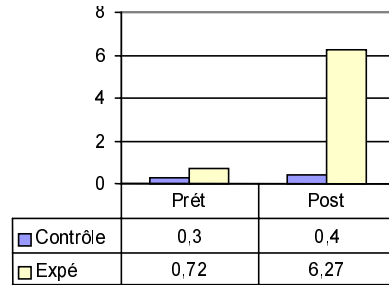


Figure 3 b

Figure 3 a et b. Nombre moyen de questions(/8) réussies au pré et post-test.
 a : groupe expérimental (G.exp), Avant Formation (AvF) et Après Formation (ApF).
 b : groupe contrôle et groupe expérimental
 (sujets aux mêmes profils avant formation peu et illettrés).

Comme le montrent les données de la figure 3b ces progressions significatives du groupe expérimental ($F(1,19) = 235.4, p < .0001$) ne se retrouvent pas pour le groupe contrôle ($F(1,19) = 1.47, p > .24$). De plus, l'analyse des progrès selon le « degré d'illettrisme » montre un effet tendanciel du groupe au départ et à l'arrivée, $F(1,19) = 3.12, p = .08$, mais une absence d'interaction entre le facteur groupe et le facteur pré-post test, $F(1,19) = .41, p = .52$. Ainsi, l'accroissement des performances est similaire quelque soit le niveau d'illettrisme. Pour les 49 items, l'ensemble des sujets obtient des performances élevées (46.5 pour les illettrés, 48.25 pour les peu lettrés et 49 pour les lettrés). Nous constatons, en revanche, une différence de temps de passage du logiciel en fonction du degré d'illettrisme (peu ou illettrés $m = 68$ minutes ; lettrés $m = 49$ mn). Les erreurs sont relativement peu fréquentes (3%) malgré une augmentation de celles-ci au moment du passage aux premiers exercices dans un environnement de représentation symbolique (19%). Bref, cette première évaluation montre l'intérêt de l'utilisation d'une représentation analogique multimodale dans l'apprentissage du traitement des tableaux de charge. Mais, qu'apporte un tel outil relativement à la formation traditionnelle. Quelle peut être la place occupée par un simulateur d'apprentissage au cours de la formation ? C'est le but de l'expérience suivante.

Expérience 2

L'évaluation s'est déroulée comme l'expérience précédente, au cours des formations (CACES) avec une population composée de 39 grutiers professionnels (de 21 à 63 ans : 22 lettrés ; 17 peu lettrés et illettrés) conformément à la procédure suivante :

- 1- Pré-test : lecture d'une série de 8 courbes et tableaux de charges classiques (procédure et choix des items identiques à l'expérience 1).
- 2- La passation des exercices du simulateur, et de deux post-tests (similaires mais différents du pré-test : 8 tableaux et courbes de charge à lire), se déroule soit avant la formation, (groupe A : $n=22$) soit après la formation (groupe B : $n=16$) selon la procédure suivante :
 - Groupe A- avant formation : Pré-test simulateur post-test 1 Formation post-test 2.
 - Groupe B- après formation : Pré-test formation post-test 1 Simulateur post-test 2.
- 3- Épreuves d'empan mnémoriques (ces épreuves ne seront pas considérées ici)

Les scores moyens obtenus aux post-tests, en fonction de la position du logiciel et de la formation, sont consignés figure 5, selon le degré d'illettrisme repéré, pour 38 sujets (22 lettrés, 16 peu ou illettrés)².

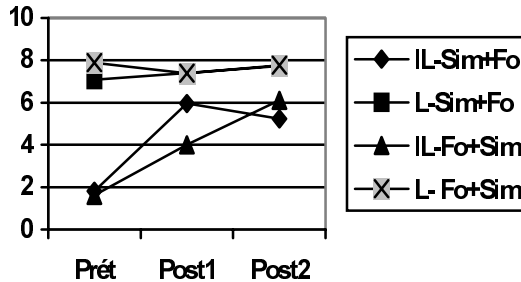


Figure 5. Moyennes (8) obtenues aux différentes phases de la passation selon le groupe d'appartenance.

Le simulateur a un effet important lorsqu'il est réalisé au début de la formation, dans ce cas, la formation semble n'y rien ajouter. Mais, la séquence pédagogique formation+simulateur semble légèrement plus efficace. Si l'on s'intéresse aux bénéfices, respectivement liés au simulateur et à la formation, l'analyse statistique montre que l'écart lié au simulateur est plus élevé que celui lié à la formation ($F(1,34)=10,12, p<.003$), et concerne surtout les grutiers peu ou illettrés ($F(1,34)=49.44, p<.001$). Enfin les bénéfices liés à la formation et au simulateur diffèrent selon leur position respective ($F(1,34)=5.58 ; p<.023$) et le degré d'illettrisme ($F(1,34)=4.53 ; p<0.4$).

CONCLUSION

Lorsqu'il existe une liaison explicite entre la représentation interne des opérateurs et la représentation écrite externe à apprendre, le traitement des informations par des professionnels peu lettrés s'en trouve facilité. La raison tient à l'augmentation de la compatibilité entre la structure des représentations des opérateurs et la représentation externe proposée. Qu'ont appris les grutiers dans cette situation simulée ? Certainement pas à remédier à leurs difficultés générales en lecture, il faudrait pour cela beaucoup plus de temps, et d'autres niveaux d'investigation. En revanche, nous pensons qu'ils ont appris à lire, comprendre et manipuler plus aisément une classe de documents techniques, des tableaux et des graphes de limites de charge, mais également qu'ils ont enrichi la structure conceptuelle de la notion de moment. Il serait d'ailleurs intéressant de savoir si ces acquisitions sont généralisables à d'autres types de graphes. Ce sont les grutiers faiblement lettrés qui bénéficient le plus du simulateur, il apparaît donc que ces professionnels ont compris les exercices proposés et les concepts sous-jacents. Les difficultés relevées dans certains exercices proviendraient plutôt des problèmes de charge cognitive en

² Un sujet n'a pu (ou voulu) réaliser aucun des post-tests alors que son score au logiciel est élevé, par ailleurs deux sujets (en retard en formation) n'ayant pas pu passer le pré-test, nous leur avons affecté, à cette épreuve seulement, la moyenne des autres sujets (en tenant compte du groupe d'appartenance (lettrés ou peu/ill-lettrés)).

mémoire de travail, notamment la gestion du partage d'attention à effectuer entre des tâches et informations multiples et des consignes concernant les conditions des réponses à donner. La réussite de l'apprentissage réalisé ici par les professionnels peu lettrés atteste de l'intérêt des nouvelles technologies, à certaines conditions qui tiennent compte des contraintes cognitives des apprenants. D'une part, elles facilitent et rendent possible la conception de formats spécifiques de représentations externes, et interactifs (le professionnel agit) ; d'autre part, la multimodalité (oral, sons, images, animations) peut alléger la charge cognitive liée au traitement de l'écrit pendant la compréhension, et favorise la construction de représentations cognitives dynamiques (pour une synthèse voir Rouet, 2001).

BIBLIOGRAPHIE

- Bétrancourt M. & Tverski B. (2000). « The effect of computer animations on user's performance », *Le Travail Humain*, vol. 63, n° 4, p. 311-329.
- Boucheix J.-M. & Chanteclair A. (1999). « Analyse de l'activité, cognition et construction de situations d'apprentissages. Le cas des conducteurs de grues à tours », *Éducation permanente*, n° 139, p. 115-141.
- Ganier F., Gombert J.-E. & Fayol M. (2000). « Effet du format de présentation des instructions sur l'apprentissage de procédures à l'aide de documents techniques », *Le Travail Humain*, vol. 63, n° 2, p. 121-152.
- Gombert J.-E. & Fayol M. (1995). « La lecture compréhension : fonctionnement et apprentissage », in D. Gaonac'h, C. Golder (éds), *Manuel de psychologie pour l'enseignement*, Hachette éducation.
- Gyselink V. & Tardieu H. (1999). « The role of illustration in text comprehension: what, when, for whom and why? », in S. R. Goldman & H. van Oostendorp (éds), *The construction of mental representation during reading*.
- Mayer R. E. & Moreno R. (1998). « A split attention effect in multimedia learning: Evidence for a dual processing system in working memory », *Journal of educational Psychology*, vol. 90, p. 312-320.
- Rouet J.-F. (2001). *Les activités documentaires complexes. Aspects cognitifs et développementaux*, H.D.R, Université de Poitiers, LACO/CNRS.
- Samurçay R. & Hoc J. M. (1996). « Causal versus topographical support for diagnosis in a dynamic situation », *Le Travail Humain*, vol. 59, n° 1, p. 45-68.
- Samurçay R. & Pastré P. (1995). « La conceptualisation des situations de travail dans la formation des compétences », *Éducation permanente*, n° 123, p. 13-32.
- Samurçay R. & Rogalski J. (1998). « Exploitation didactique des situations de simulation », *Le Travail Humain*, vol. 61, n° 4, p. 333-359.

DIFFICULTÉS D'ÉTUDIANTS À TROUVER DES ARCHÉTYPES DE MACHINES LORS D'UNE RECHERCHE DANS UN HYPERTEXTE

Yves CARTONNET et Michaël HUCHETTE

École Normale Supérieure de Cachan
Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Éducation Scientifique
et Technologique

cartonnet@lirest.ens-cachan.fr, huchette@lirest.ens-cachan.fr

Résumé : *Ce texte présente une formation, innovante par les changements d'outils et de méthodes, à la conception distribuée de machines industrielles mise en place depuis trois ans à l'ENS de Cachan, et donne les résultats de son évaluation didactique, en ce qui concerne la tâche de veille concurrentielle effectuée par les étudiants dans une base de données hypertexte.*

Mots-clés : *génie mécanique, formation innovante, conception de machines, veille concurrentielle, navigation, instrument, contrat didactique.*

Abstract : *This text describes an innovating training of distributed mechanical design at the « Ecole Normale Supérieure de Cachan », and gives the results of its didactic evaluation as regards the task of competitive watch made by the students in a data base hypertext.*

Key words : *engineering design, innovating training, mechanical design, browsing, instrument.*

INTRODUCTION

L'objectif de ce texte est d'une part de présenter une formation innovante à la conception de machines industrielles mise en place depuis trois ans à l'ENS de Cachan, et d'autre part de donner les résultats de son évaluation didactique, en ce qui concerne la tâche de veille concurrentielle effectuée par les étudiants.

Cette formation, appelée CoDiMI (**C**onception **D**istribuée de **M**achines **I**ndustrielles), a été conçue pour prendre en compte, dans la formation d'ingénieurs-concepteurs, les évolutions des pratiques professionnelles de conception de produits industriels, à savoir l'informatisation des postes de travail avec une mise en réseau télématique des acteurs de la conception et l'organisation du travail en équipes-projet. C'est pourquoi les contenus d'enseignement y ont été modifiés par rapport aux formations précédentes dispensées en travaux pratiques de bureau d'études mécaniques à l'ENS de Cachan. Des outils informatiques y sont intégrés : une base

de données hypertexte, un logiciel de calcul pour l'ingénieur, une visioconférence avec banc-titre et une messagerie électronique. Le travail y est organisé de manière collective : d'abord groupés par 2 ou 3 pour effectuer une veille concurrentielle, chacun de ces groupes est ensuite jumelé avec un autre groupe, situé à distance dans un autre bâtiment avec lequel il fait équipe pour concevoir et dessiner ensemble une machine : une pompe doseuse.

En enseignement, les technologies d'information et de communication (TIC) peuvent être utilisées dans un but pédagogique, c'est-à-dire pour rendre plus efficace l'enseignement de tel ou tel contenu. Dans ce cadre, E. Bruillard (Bruillard, 1997) classe ces outils informatiques pédagogiques dans quatre catégories : les bases de données, les exercices, les micromondes et les tutoriels. Mais nous avons intégré l'utilisation des TIC dans les activités d'enseignement afin de former à la maîtrise de ces outils. Il s'agit dans ce cas d'un enjeu didactique plutôt que pédagogique.

Lorsque la psychologie cognitive a pour objet les processus cognitifs mis en œuvre lors de la recherche d'informations dans un hypertexte, c'est dans le but de les modéliser et de concevoir des systèmes d'information mieux adaptés à l'utilisateur potentiel (Rouet & Tricot, 1998). Notre point de vue, quant à lui, est didactique, parce que notre objectif est de repérer, dans les démarches adoptées par les étudiants, les difficultés qu'ils rencontrent, non pas dans une visée de modifier le système d'information (qu'il faut apprendre à maîtriser) mais d'améliorer la formation donnée aux étudiants. Etant donné que, dans CoDiMI, les contenus de formation ont changé par rapport aux situations de formation précédentes en particulier par l'utilisation d'outils informatiques, notre objet de recherche est ici constitué des difficultés rencontrées par les étudiants, causées par l'utilisation d'outils informatiques.

LA FORMATION CODIMI

La formation CoDiMI a été suivie par trois promotions d'étudiants en mars 1999, février 2000 et février 2001, en licence de Technologie mécanique, à l'ENS de Cachan. Le but prescrit aux étudiants sur l'ensemble des 20 heures de formation est de concevoir et dessiner le plan d'avant-projet d'une pompe doseuse à partir de son cahier des charges. Basée sur une simulation d'une situation de travail en PMI, cette formation se déroule en trois étapes. La première étape dure 4 heures et consiste à effectuer une veille concurrentielle par groupe de 2 ou 3. C'est cette étape qui est l'objet des résultats présentés dans ce texte. La deuxième étape (8 h) consiste à choisir comme point de départ de la conception un archétype de pompe doseuse parmi ceux trouvés dans la concurrence et de dimensionner l'architecture de la machine. La troisième (8 h) consiste à choisir les composants et dessiner la pompe. Lors des deux dernières étapes, les groupes d'étudiants sont jumelés deux à deux, à distance.

LA TÂCHE DE VEILLE CONCURRENTIELLE ATTENDUE

La consigne et les données

Les données de départ sont une lettre de mission et un cahier des charges, qui définissent les fonctions d'usage et les performances souhaitées de la pompe doseuse à concevoir. Il est demandé aux étudiants d'effectuer une recherche d'informations dans une base de données hypertexte, afin de repérer les produits du marché qui répondent aux exigences fixées. La lettre de mission liste 10 performances, le cahier des charges fonctionnel décompose la fonction d'usage de la machine en 6 fonctions, appréciables par 17 critères au total. Aussi les étudiants disposent-ils de plus d'informations que nécessaire pour effectuer la tâche de veille concurrentielle. Parmi les performances de la pompe à concevoir, citons le *débit maximal* et la *pression maximale*, dont les valeurs doivent être respectivement supérieures à 20 litres par heure et 400 bars.

La base de données hypertexte

La base de données documentaire est structurée en arborescence. Les 11 « branches » de départ de cette arborescence sont accessibles par la page d'accueil « liste des constructeurs » qui se présente sous la forme d'un menu listant les 11 noms de constructeurs de pompes doseuses. En plus de cette arborescence, des liens transversaux existent et certaines pages constituent des réseaux.

Une utilisation attendue de la base de données

Afin de préciser la tâche de recherche d'information qui permet de trouver les pompes doseuses répondant au cahier des charges, nous en donnons ici un modèle rationnel, au sens où Rouet et Tricot l'entendent : « il décrit la façon la plus efficace d'obtenir l'information souhaitée, dans un environnement donné » (Rouet et Tricot, 1995, p. 311).

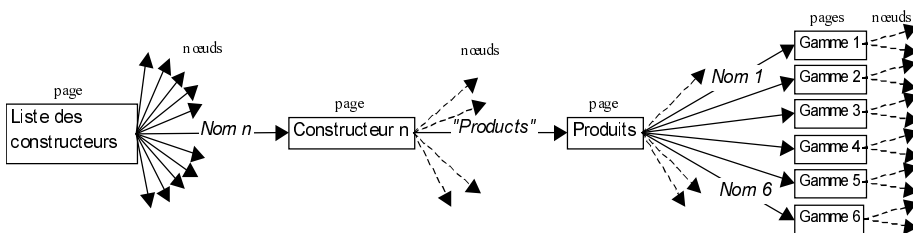


Figure 1. Extrait d'une « branche » de l'arborescence de la base de données hypertexte.

Pour effectuer ce modèle, nous prenons le point de vue de l'expert en pompes doseuses, qui maîtrise de plus un système d'information hypertexte type Internet (mais qui ne connaît *a priori* ni la structure, ni le contenu exact de la base de données utilisée). En tant qu'experts en pompes doseuses, nous pouvons, à cette étape de la conception, synthétiser la performance d'une pompe doseuse par ses caractéristiques de *pression maximale* et *débit maximal*. Ce sont ces caractéristiques qui serviront de critères de recherche et de sélection dans la base de données. La figure 1 montre un extrait de l'arborescence de la base de données. C'est un modèle

type d'une des 11 branches « constructeur ». Les flèches en trait plein sont les nœuds à ouvrir pour trouver, de manière exhaustive, les pompes doseuses produites par tous les constructeurs et dont le débit maximal et la pression maximale atteignent les valeurs requises. Les flèches en trait pointillé sont des nœuds qu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir. Une page « gamme » étant atteinte, il faut garder en mémoire le nom de la pompe qui y est décrite si sa pression et son débit sont respectivement supérieurs à 400 bar et 20 l/h. Sinon, il faut l'éliminer. Lorsque toutes les pages « gamme » d'une branche « constructeur » ont été consultées et que les pompes produites par ce constructeur ont été retenues ou éliminées, il faut retourner à la page « liste des constructeurs » afin de suivre la même procédure dans chaque branche « constructeur ».

DIFFICULTÉS OBSERVÉES

Pendant 30 minutes, l'enseignant fournit aux étudiants les consignes et données décrites précédemment, et n'intervient que pour vérifier leur état d'avancement, sans proposer de guidage. Au bout de 15 minutes, un observateur fait formuler aux étudiants l'objectif qu'ils poursuivent et la procédure qu'ils mettent en œuvre. L'observation de 11 groupes de la promotion 2000 a été réalisée pendant toute la formation CoDiMI grâce à un camescope monté sur pied. Pendant les 30 minutes de veille concurrentielle « libre », nous avons relevé les discours, les manipulations de la souris et du clavier de l'ordinateur et les pages hypertexte consultées par les étudiants.

Après 30 minutes, seuls 3 groupes sur 11 (27%) ont trouvé et sélectionné les 4 pompes doseuses de la concurrence qui sont assez performantes pour répondre au cahier des charges. 9 groupes (82%) manquent de temps, en 30 minutes, pour consulter la totalité des 11 branches constructeurs de la base de données. En moyenne, seulement 57% des sites constructeurs (accessibles par le menu de la première page de la base de données) sont consultés. Quelles difficultés ont pu causer cette mauvaise performance globale des étudiants ?

Des schèmes d'utilisation non construits

Nous utilisons le concept d'instrument élaboré par P. Rabardel (Rabardel, 1995). Selon lui, l'utilisation d'un artefact comme instrument nécessite que l'utilisateur ait construit des schèmes d'utilisation. Ce sont des élaborations cognitives qui lui permettent d'une part de gérer les caractéristiques et propriétés particulières de l'artefact (schèmes d'usage) et d'autre part qui consistent à connaître les fonctions possibles de l'artefact, afin de penser à l'utiliser de manière appropriée lors de la réalisation d'une tâche (schèmes d'utilisation). Nous utilisons ce cadre d'analyse parce qu'il apparaît que des schèmes d'utilisation du logiciel de navigation ne sont pas construits par les étudiants, ce qui peut expliquer en partie leur défaut de performance. Trois fonctionnalités du logiciel sont mal connues par les étudiants : la « recherche par mot-clé dans une page », l'« ascenseur » comme indicateur de la parcellisation d'une page sur plusieurs écrans et les fonctionnalités de retour à une page déjà consultée.

Premièrement, la fonction « recherche par mot-clé dans une page » n'est pas utilisée par les étudiants. En moyenne, un groupe consulte 27 pages de la base de données. Dans 7,8 d'entre elles (en moyenne), il recherche une information précise (la pression et le débit d'une pompe), elle est repérée dans le discours d'un étudiant du groupe et la lecture de la page est interrompue dès la détection de cette information. Parmi ces pages, 5,4 ont nécessité de la « faire défiler » à l'écran car l'information recherchée ne se trouve pas en haut de la page. L'analyse des cassettes vidéo montre que dans cette dernière situation, l'unique mode opératoire utilisé est de « faire défiler » la page à l'écran au moyen de « l'ascenseur » prévu à cet effet dans le logiciel de navigation. Aucun étudiant n'a utilisé la « recherche par mot-clé dans une page » du logiciel de navigation, pourtant la plus efficace pour cette tâche. Il semble donc que son schème d'usage ne soit pas construit. Cela a pour conséquence une perte de temps et nous avons montré précédemment que les étudiants manquent de temps pour consulter l'ensemble des sites constructeur.

Deuxièmement des groupes considèrent que l'écran affiche une page entière alors que les informations utiles nécessitent de « faire défiler » la page à l'écran. En effet, l'échec de 2 groupes (18%) dans la veille concurrentielle s'explique directement parce qu'ils se contentent de lire la partie de la page qui se trouve à l'écran, alors que les informations pertinentes se trouvent « plus bas » dans la page. Il semble que les étudiants mettent en œuvre des schèmes d'action instrumentée préexistants, ceux du livre dont on tourne les pages. Mais l'adaptation de ces schèmes est incomplète. L'indication de la taille de la page et de la proportion et position de la partie affichée à l'écran, donnée par le curseur de « l'ascenseur » du logiciel de navigation, n'est pas prise en compte par les étudiants. Pourtant, « l'ascenseur » est utilisé par ces mêmes groupes dans d'autres pages. Nous formulons l'hypothèse que la mise en forme du texte de la page et l'endroit où s'effectue la coupure en bas de l'écran, entre ce qui est visible et caché de la page, est un facteur influençant la conscience de sa parcellisation sur plusieurs écrans. Par exemple si cette coupure se trouve au milieu d'une image, d'un mot ou d'une phrase, l'existence d'une suite ne fait aucun doute, elle est graphiquement visible à l'écran. Par contre, si cette coupure se trouve au milieu d'un espace vide, après un paragraphe de texte, rien n'indique, excepté l'ascenseur, qu'il y ait une suite, plus bas dans la page.

Troisièmement les boutons de retour aux pages précédemment consultées ne sont pas maîtrisés. Le retour à la page précédente n'est prévu par l'hypertexte dans aucune page, et il est donc nécessaire d'utiliser les fonctionnalités du logiciel de navigation. Afin de retourner à la page précédente, tous les groupes utilisent le bouton « page précédente » du logiciel. Mais pour remonter plus loin, cette fonctionnalité, répétée plusieurs fois, n'est pas la mieux adaptée par rapport à d'autres comme le « retour à une des pages consultées », listées dans un menu déroulant ou le « retour à la page d'accueil ». Pourtant ce mode opératoire inapproprié est utilisé dans 57% des cas, en cliquant jusqu'à 16 fois de suite sur le bouton « retour ». Six groupes (54%) n'utilisent jamais le menu déroulant « retour à une des pages consultées » et 10 (90%) n'utilisent jamais le « retour à la page d'accueil » qui permet l'accès direct à la page « liste des constructeur » (voir figure 1). Cela montre que les schèmes d'usage associés ne sont pas construits par une majorité d'élèves.

Au bilan, nous avons montré que les étudiants ont rencontré des difficultés dans l'utilisation du logiciel de navigation, parce qu'ils maîtrisent mal trois de ses fonctionnalités. Ont-ils aussi des difficultés à générer une méthode de recherche d'information ?

Une méthode systématique *versus* la poursuite des hyperliens appâts

Dans leur modèle des processus cognitifs de recherche d'information, Rouet et Tricot (1998, p.63) distinguent deux processus distincts de sélection de l'information : un processus *exhaustif* où « toutes les catégories d'information sont examinées avant qu'une décision ne soit prise », et un processus *auto-terminatif*, où « une décision est prise dès lors qu'une catégorie dépasse une certaine valeur-seuil d'intérêt ». Dans le cas de la recherche des performances des pompes doseuses dans la base de données hypertexte, le processus de sélection a lieu à deux niveaux. À un premier niveau, dans une page « produits » (voir figure 1), l'étudiant doit sélectionner le nom d'un produit dont il veut voir la page descriptive parmi les mots d'un menu hypertexte. À un deuxième niveau, dans une page « gamme » qui décrit les performances d'une pompe doseuse, les étudiants doivent décider si celle-ci doit être sélectionnée ou rejetée.

Les résultats suivants portent sur le premier niveau de sélection, celle des nœuds qui amènent aux pages « gamme », voir figure 1. Pour 60% des nœuds qui permettent l'accès aux pages « gamme », c'est le seul nom du produit qui sert de critère de sélection, et, par conséquent, une exploration exhaustive. Pour les autres (40%), la valeur de la pression ou/et du débit complète le nom de pompe.

Or on observe que le processus de sélection *auto-terminatif* prévaut au détriment du but d'exhaustivité de la veille concurrentielle. En effet, dans les pages « constructeurs » où tous les nœuds sont annoncés par des noms de pompe, sans indication de leurs caractéristiques (cela arrive en moyenne 2 fois par groupe, seul un n'est pas concerné). Dans 86% des cas, les étudiants ne réalisent pas une recherche exhaustive : ils ne visitent pas toutes les pages « gamme ». Ils ne sélectionnent qu'une partie des nœuds. L'analyse du discours des étudiants permet de formuler trois explications à ces comportements inattendus.

- Premièrement, dans 40% des cas, les étudiants sélectionnent un nœud qui a plus d'intérêt à leurs yeux que les autres, car le nom de la pompe contient les termes « high pressure » (« haute pression » en anglais). C'est un critère de performance relative à une catégorie de pompes doseuses, que les étudiants se sont appropriés au fur et à mesure de la consultation de la base de données, par comparaison à l'ensemble des pompes rencontrées. Ce serait un critère pertinent pour comparer uniquement une pompe « high pressure », d'une autre « low pressure ». Mais ce n'est pas le cas car cette pompe est en concurrence avec d'autres pompes dont le nom n'exprime pas sa performance relative. Notre hypothèse est que ces étudiants (répartis dans 8 groupes sur 11, i.e. 72%), utilisent un processus de sélection auto-terminatif de manière spontanée qui est plus prégnant que le respect du but d'exhaustivité de la veille concurrentielle.
- Deuxièmement, 18% des sélections non-exhaustives s'expliquent par l'abandon d'une page « produit » parce que les quelques pages « gamme » qui y ont déjà

été consultées désignent des pompes qui ne sont pas assez performantes. Ils généralisent donc les performances de celles-ci à l'ensemble des produits du même constructeur. Ce n'est en général pas pertinent.

- Troisièmement certains étudiants reconnaissent des noms de pompes en partie identiques à des pompes déjà rencontrées auparavant, et choisissent de ne pas sélectionner ces nœuds, même s'il y en a plusieurs différents, sans vérifier ce qui les différencie.

Ainsi des défauts de performance ont pu être expliqués par des problèmes de maîtrise du logiciel de navigation et par la prégnance d'un processus cognitif spontané de recherche d'information qui s'oppose au but de la consigne donnée par l'enseignant. Quelles autres raisons peuvent justifier que les étudiants ne suivent pas cette consigne ?

La déformation du contrat didactique et de la représentation du but

Comme nous l'avons déjà précisé, les étudiants manquent de temps pour consulter l'ensemble des 11 branches de la base de données. Cependant, on peut remarquer d'une part que 9 groupes (82%) consultent, après avoir sélectionné une pompe, des pages qui décrivent son fonctionnement alors que ce n'est pas demandé dans la consigne et d'autre part que 3 groupes (27%) ont une vigilance diminuée quant à la recherche des caractéristiques de débit et pression, dès qu'ils ont trouvé une pompe qui convient. Nous avons en effet observé qu'ils ne repèrent plus ces caractéristiques, même si elles correspondent justement aux performances souhaitées. L'analyse des discours dans ces 3 groupes explique leurs comportements : l'un d'entre eux est persuadé que l'exercice de conception n'aurait pas de sens si une pompe qui aurait déjà les performances souhaitées existait déjà. Un étudiant dit : « *Si la solution était sur le site, on n'aurait pas besoin de chercher, il va falloir faire un mélange de solutions* » et plus tard « *c'est surtout les architectures qu'on veut* ». Son but n'est donc pas de trouver des pompes qui répondent au cahier des charges, mais d'analyser des « architectures » de machines pour s'en inspirer. Deux autres groupes pensent que, comme dans un exercice scolaire de résolution de problème, le dispositif pédagogique a été construit pour qu'ils n'en trouvent qu'une seule et que c'est cette pompe qu'ils devront reconcevoir. Un étudiant dit : « *je pense qu'à la fin, il y en aura une qui tombera pil-poil.* » Un autre : « *on était tombé sur la bonne direct.* » Ainsi, une fois « la » pompe trouvée, l'exercice consiste pour eux à comprendre son fonctionnement et les éléments de machine qui la constituent.

Pour conclure nous avons observé des défauts de performance pour 3/4 des groupes dans la réalisation d'une veille concurrentielle dans une base de données hypertexte. Nous avons montré que ces défauts étaient causés par trois types de difficultés : des difficultés dues à l'utilisation d'un outil informatique, le logiciel de navigation ; des difficultés dues à l'incompatibilité d'un comportement spontané de recherche des étudiants et du but de l'activité et enfin des effets de contrat didactique et de modification implicite de la consigne.

BIBLIOGRAPHIE

- Bruillard É. (1997). *Les machines à enseigner*, Paris : Hermès.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Paris : Armand Colin.
- Rouet J.-F. & Tricot A. (1995). « Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : de la représentation de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. », *Sciences et techniques éducatives*, vol. 2, n° 3, p. 307-331.
- Rouet J.-F. & Tricot A. (éds) (1998). « Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs », in *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès, Hypertexte et hypermédias, p. 57-74.

LE RÔLE DE LA STRUCTURATION DE LA TÂCHE DANS LA RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR SITE WEB

Guillaume JÉGOU, Pierre ANDRÉO et Jean-François ROUET

Laboratoire Langage et Cognition - CNRS et Université de Poitiers
99, avenue du Recteur Pineau - 86022 Poitiers Cedex

jegou@mshs.univ-poitiers.fr

Résumé : Notre étude examine l'effet d'un guidage stratégique sur l'accès à l'information et l'apprentissage à partir d'un site Web chez des étudiants de premier cycle universitaire en fonction de consignes stratégiques. La tâche consistait à utiliser le site Web pour répondre à une série de questions en rapport avec un cours, le tout en temps limité. Les traces de navigation montrent que la consigne stratégique a permis aux participants de mieux planifier leur recherche. Toutefois la consigne n'a pas eu d'influence significative sur la performance lors d'un post-test. Entre autres facteurs, l'expérience préalable des étudiants dans l'usage de sites Web et leur connaissance préalable des contenus pourraient expliquer le profil de résultats obtenus.

Mots-clés : ergonomie, hypertexte, enseignement supérieur, métacognition, planification, stratégie de recherche.

Abstract : This study investigated the role of strategic guidance on the effectiveness of undergraduate students' search strategies and learning from a Web site. The participants were 65 students assigned to one of two conditions : with (S+) or without (S-) strategic directions. The task consisted in using the Web site in order to answer a series of course-related questions within a limited amount of time. The analysis of computer logs showed a positive impact of guidance on students' search strategies. However, directions were not shown to have any significant influence on students' post-test performance. Several factors, amongst which the participants' level of experience with Internet navigation, or their initial knowledge of the contents, may explain this pattern of results.

Keywords : higher education, human factors, hypertext, metacognition, planning, search strategy.

INTRODUCTION

Le développement d'Internet et les possibilités qui en découlent quant à la publication, la diffusion et l'accès à des ressources documentaires offrent de

nouvelles perspectives pour l'enseignement universitaire. Entre autres, la production de sites d'accompagnement de cours permet aux étudiants de mener des recherches d'informations et de consulter des documents en rapport avec leur discipline. Mais l'utilisation efficace d'Internet fait intervenir différents types de compétences cognitives liées à l'utilisation de documents complexes : lecture, compréhension et recherche d'informations. Par ailleurs, la conception de documents hypertextuels se heurte au problème de la compatibilité cognitive, c'est à dire l'adéquation entre la structure de l'interface et les stratégies naturelles des utilisateurs (Rouet, 1999). Un bon hypertexte se doit donc d'être accessible aux utilisateurs novices et de tenir compte, dans ses choix de conception, de l'état de la recherche en ergonomie cognitive (Rouet & Tricot, 1998). D'autres facteurs individuels, comme les connaissances métacognitives ou les usages et les représentations de l'outil, pourraient moduler l'efficacité des stratégies des apprenants (Fisher & Mandl, 1984 ; Wagner & Sternberg, 1987). L'objectif de cette étude est de déterminer de quelle manière s'articulent variables individuelles et usages effectifs d'un site Internet destiné à aider les étudiants lors de la révision de l'un de leurs cours. On tentera également de voir dans quelle mesure une consigne visant à renforcer la planification d'une recherche d'information peut réduire ces différences individuelles et rendre cette recherche plus efficace pour tous (Cf. Beaufils, 1998 ; Tricot, Pierre-Demarcy & El Boussarghini, 1998).

MÉTHODE

Participants

Les participants ont été recrutés, sur la base du volontariat, dans le cadre de leur cours de deuxième année de DEUG de psychologie, intitulé « Recherche et applications en psychologie cognitive », à l'Université de Poitiers. Sur 110 étudiants souhaitant participer à cette étude, 80 se sont effectivement présentés et ont rempli des questionnaires (76 étudiantes et 4 étudiants d'une moyenne d'âge de 22 ans).

Matériel

Le site Web. À partir des éléments communiqués par un enseignant, des notes prises par l'un des étudiants et de sources externes, un site Web, nommé « RELiX », a été développé afin de mener cette expérience¹. Du point de vue de la fonctionnalité, l'une des principales caractéristiques de ce site Internet est la possibilité d'accéder aux contenus par l'intermédiaire d'un mode « plan », restituant l'enchaînement des contenus tels qu'ils ont été vus lors du cours, mais également grâce à un mode « index », permettant d'accéder directement aux mêmes contenus par l'intermédiaire d'une liste alphabétique des principales notions et expériences citées dans le cours. Dans les deux cas, mode « plan » ou « index », les liens de navigation restent apparents sur la partie gauche de l'écran en même temps que s'affiche le contenu. Sur la partie droite du contenu un espace est réservé à des définitions, accessibles par un simple clic sur certains mots du contenu (Figure 1). Un changement de couleur indique les mots dont la définition a déjà été consultée.

¹ Remerciements à D. Gaonac'h et B. Floquet pour leur collaboration à cette étude

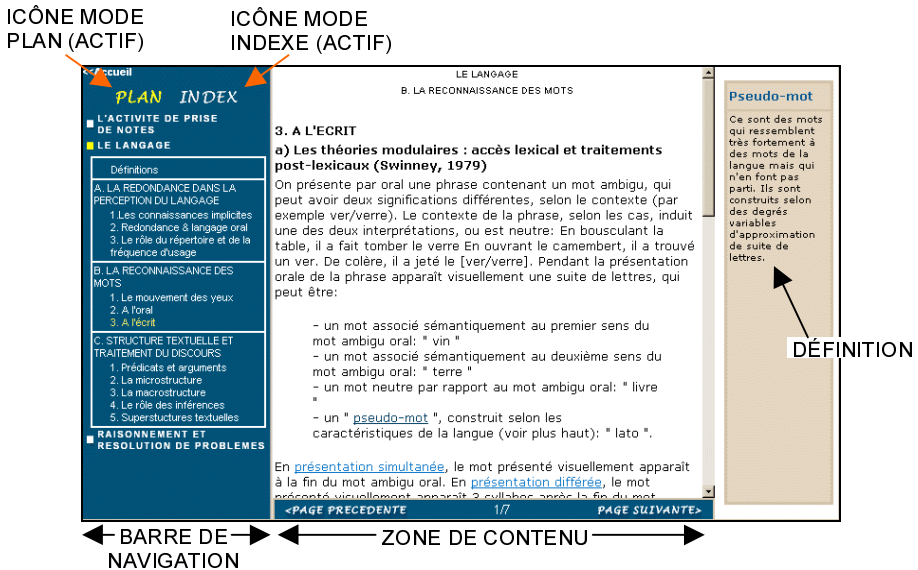


Figure 1. L'écran principal du site RELiX.

Le site RELiX a été conçu pour être accessible à des novices. Les concepteurs ont ainsi veillé à ce que sa mise en forme tienne compte de principes issus des recherches en ergonomie cognitive. Du point de vue des processus de bas niveau (contraste, taille des caractères, type de polices...), les caractéristiques du site sont conformes aux recommandations de Caro et Bétrancourt (1998) sur l'ergonomie des documents informatisés. L'organisation interne de l'hypertexte a également été conçue de façon à respecter quelques principes de compatibilité cognitive (Rouet, 1999) comme la présence d'un plan, d'une séparation entre contenu et espace de navigation, le respect de la structure traditionnelle de textes imprimés (titres, numéros de pages...) et une correspondance explicite avec le cours dont le contenu est issu. Les marqueurs visuels indiquant la présence de liens hypertextes sont clairs, systématiques et conformes aux standards d'Internet (liens sous forme de textes « réactifs » ou soulignés...). Afin d'éviter les situations de surcharge cognitive et de désorientation, très fréquentes chez les utilisateurs novices d'hypermédiâs (Dillon, 1994 ; Wright, 1991), seules les informations pertinentes sont présentes à l'écran : barre de navigation sur la gauche, afin de repérer sa position dans l'arborescence et d'évaluer les choix disponibles, contenu sélectionné au centre de l'écran et espace réservé aux définitions sur la droite.

Les questionnaires. Plusieurs questionnaires ont été utilisés. Le premier concerne des questions de recherche. Quatre questions ayant trait à différentes parties du site ont été formulées. Selon les cas ces questions demandaient la localisation d'une information précise ou la révision de plusieurs pages du site. Un second questionnaire (post-test) a servi à évaluer la compréhension des contenus visités lors de la recherche d'informations. En effet, 4 questions sur 6 concernaient les mêmes parties du site que celles visées par les questions de recherche. Seules ces questions sont prises en compte dans la notation. Enfin, un questionnaire de « satisfaction et d'impressions » sur la séance a été distribué en fin de séance aux étudiants. Trois

autres questionnaires portant sur différentes dimensions cognitives, métacognitives et psychosociales ont été distribués mais ne seront pas commentés ici.

Procédure

L'expérience se déroule en une séance de deux heures. Les participants, conviés par groupes de dix au maximum, sont informés qu'ils recevront une initiation à la navigation sur Internet, suivie d'une séance de révisions faisant appel à un document informatisé. Les questionnaires sont distribués à différents moments durant la séance.

Initiation au Web. La séance d'initiation à Internet est essentiellement centrée sur le Web. Après un bref explicatif du fonctionnement général d'Internet, l'initiation porte sur les principales fonctionnalités du navigateur Internet Explorer, la découverte de quelques sites Web et du moteur de recherche Yahoo (www.yahoo.fr). Les étudiants sont ensuite conviés à s'entraîner avec des exercices de recherche d'information sur Yahoo.

Exercices de recherche d'information. La partie expérimentale de la séance commence par une présentation du site RELIX et de ses principales fonctionnalités. L'utilisation du site est expliquée et démontrée à l'aide d'une première question de recherche. Les participants doivent ensuite traiter chacune des trois questions restantes, accessibles par la page d'accueil du site. Pour chaque question la tâche consiste à naviguer dans le site pour trouver la réponse, puis à rédiger celle-ci sur une feuille de réponse. L'ordre de présentation des questions est contrebalancé. Les étudiants sont répartis dans deux conditions expérimentales, qui varient par le degré de structuration de la séance. La proportion de sujets novices ou déjà expérimentés dans l'usage d'Internet est la même dans les deux groupes. Par ailleurs, les sujets ayant suivi le même cours, nous avons fait l'hypothèse que les deux groupes étaient équivalents quant à leurs connaissances préalables du contenu. Les sujets du groupe « fortement structuré » (S+) reçoivent pour chaque question une feuille comportant trois rubriques intitulées « préparation », « sélection », « mémorisation ». Ils ont pour consigne de noter pour chaque question des mots-clés qui leur viennent à l'esprit. Ils doivent ensuite repérer les rubriques pertinentes en s'aidant du « plan » et de « l'index », et noter des mots-clés correspondant dans l'espace nommé « sélection ». Enfin, les sujets ont pour consigne de consulter le contenu correspondant à leur(s) sélection(s) et de prendre des notes dans une rubrique « mémorisation ». Dans cette condition, et afin de renforcer la structuration de la séance, les sujets sont prévenus du temps écoulé toutes les dix minutes (temps normalement alloué à chacune des trois questions). Le groupe « S- » ne reçoit pas d'aide particulière à la planification des recherches d'informations. Une simple feuille leur a été fournie pour prendre des notes, mais sans consigne particulière. De même, ces étudiants ne sont pas informés du temps restant en cours d'exercice mais seulement du délai de 30 minutes maximum pour répondre aux questions. Les sujets des deux groupes peuvent cependant consulter l'heure affichée sur l'ordinateur (en standard, en bas à droite du « bureau » Windows). Au terme de la phase de recherche d'informations, les étudiants reçoivent le post-test de compréhension ainsi que le questionnaire de satisfaction.

Hypothèses

- a) Les consignes précises devraient aider les étudiants du groupe S+ à planifier leur recherche d'information. Cette meilleure planification devrait se traduire par un parcours plus efficace et économique en termes de fréquence de « clics », nombre de retour aux questions ou éventuellement temps passé sur les exercices.
- b) La condition S+ doit entraîner des sélections plus pertinentes et des résultats plus élevés au post-test de compréhension.

RÉSULTATS

Les parcours de recherche d'informations

Le parcours des étudiants dans le site, durant la recherche d'informations, est enregistré sous la forme de fichiers informatiques, appelés « logs ». Les logs ont ensuite été extraits, filtrés et analysés afin d'en dégager les données utiles et d'éliminer le « bruit » inhérent à ce type d'expérimentation. Suite à cela, seuls 65 « logs » ont pu être conservés. En effet, 15 sujets n'ont pas respecté les consignes, principalement en ne traitant pas les questions dans l'ordre suggéré.

Quatre paramètres ont été retenus pour caractériser les stratégies des participants. Le temps de recherche pour chaque question indique comment les participants ont géré la répartition du temps total de 30 minutes sur les trois questions. Le nombre de lectures de la question indique si la représentation de l'objectif est stable en mémoire. La relecture indique en général le besoin de « rafraîchir » cette représentation. La fréquence des « clics » et le pourcentage de contenus pertinents sélectionnés indiquent dans quelle mesure les choix effectués par les participants correspondent d'emblée à des informations pertinentes. Dans le cas contraire, la fréquence des clics augmente (effet de « papillonnage ») et le pourcentage d'informations pertinentes diminue. Les résultats par groupe et par question sont présentés dans le Tableau 1.

Temps de recherche par question. Les deux groupes passent en moyenne le même temps sur chaque question, ce qui était attendu compte tenu de la limite globale de 30 minutes. Par ailleurs le temps n'évolue pas significativement d'une question à l'autre. En revanche on observe une évolution différente des temps selon les groupes. Dans le groupe S+, le temps de recherche diminue significativement entre la question 2 et la question 3, alors que le temps de recherche du groupe S- diminue de la question 3 à la question 4. L'interaction groupe x question n'est cependant pas significative.

		Question 2		Question 3		Question 4	
		S+	S-	S+	S-	S+	S-
Temps de recherche (sec)	Moy	597	610	509	641	542	487
	Écart	185	216	144	246	212	259
Lecture des questions (N)	Moy	1,8	1,9	1,5	1,7	1,3	1,6
	Écart	0,8	0,9	0,7	0,9	0,6	0,8
Nombre de clics/min	Moy	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	2,6
	Écart	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	1,3
% de contenus pertinents sélectionnés	Moy	0,78	0,86	0,96	0,93	0,93	0,91
	Écart	0,31	0,22	0,13	0,23	0,24	0,24

Tableau 1. *Paramètres de la recherche d'informations*
(N.B. la question 1 servant d'entraînement n'est pas représentée ici).

Nombre moyen de clics par minute. De nouveau, ni le groupe ni la question n'ont d'effet significatif sur la fréquence des clics. Cependant on observe une interaction significative entre ces deux facteurs ($F(2,126)=4.32, p<.05$). Les comparaisons partielles montrent que la fréquence des clics augmente dans le groupe S- pendant le traitement de la dernière question.

Nombre et temps de lecture des questions. Le nombre de lecture des questions décroît significativement au fur et à mesure du déroulement de la séance ($F(2,126)=6.58, p<.01$). Il n'y a pas de différence globale entre groupes ni d'interaction entre les deux facteurs. Toutefois on observe que les sujets du groupe S+ semblent avoir besoin de moins de lecture de la question en moyenne (1,53 lecture contre 1,72). Afin d'approfondir cette analyse, nous avons calculé le temps moyen de lecture des questions, c'est à dire temps total passé avec chaque question sous les yeux au cours de la recherche. D'une manière globale, on constate que le groupe S- lit significativement moins longtemps les questions que le groupe S+ ($F(1,63)=6.28, p<.05$). La différence est d'environ 20% (55 secondes par question en moyenne dans le groupe S+ contre 45 secondes dans le groupe S-). Ainsi, les sujets du groupe S+ étudient plus longtemps la question et la relisent un peu moins souvent, ce qui suggère une meilleure planification de la recherche.

Pourcentage de contenus pertinents sélectionnés. Globalement, le taux de contenus pertinents sélectionnés est assez élevé (entre 78 et 96%, selon les groupes et les questions). Ceci suggère que les participants n'ont eu en général aucune difficulté à localiser les parties du site en rapport avec la question. Ce pourcentage augmente significativement au fur et à mesure de la séance de révision ($F(2,126)=5.91, p<.01$). Il ne diffère pas significativement d'un groupe à l'autre.

Les questionnaires

Post-test de compréhension. Les résultats au post-test de compréhension ne font pas apparaître de différence significative entre les groupes S+ et S-, ce qui infirme l'hypothèse b). Dans l'ensemble les résultats sont faibles (de l'ordre de 26% de réussite environ) ce qui indique soit que la recherche n'a pas été un moyen d'apprentissage efficace, soit que le questionnaire final était trop difficile.

Satisfaction et impressions des participants. Les impressions des étudiants sur le site RELiX font apparaître une majorité d'opinions positives. Des termes comme « clair », « complet » ou « facile d'utilisation » ont été cités par une majorité d'étudiants. Du point de vue des opinions négatives, c'est le fait de ne pas pouvoir afficher les questions en permanence qui revient en premier.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les principaux résultats obtenus vont dans le sens de l'hypothèse d'un effet positif de la structuration sur les stratégies de recherche. Le groupe S+ semble avoir mieux réparti son temps de recherche sur les trois questions. Les sujets du groupe S+ ont aussi lu la question plus attentivement, ce qui leur a permis d'éviter de la relire. Enfin, le temps de lecture entre deux clics est plus long ce qui suggère des choix plus judicieux et une conduite moins aléatoire, surtout pour la dernière question. Nos résultats rejoignent en partie ceux de A. Beaufils (1998) qui observait un impact positif d'aides à la planification sur les stratégies de recherche d'élèves de collège.

Cependant l'effet de la structuration reste limité tant en ce qui concerne le pourcentage de contenus pertinents sélectionnés que la compréhension de ces contenus. En effet sur ces deux mesures on n'observe aucune différence entre les deux groupes. Sur ce point notre expérience contraste avec des travaux antérieurs montrant une relation significative entre stratégie d'étude et performance (par exemple, Wagner & Sternberg, 1987).

L'absence d'effet sur la compréhension peut s'expliquer par plusieurs facteurs individuels et circonstanciels propres à cette expérience. D'une part, l'échantillon testé comportait une proportion notable d'utilisateurs novices ou très peu expérimentés en matière d'usage d'Internet. Or une analyse complémentaire montre que dans le sous-groupe des internautes réguliers (utilisation d'Internet plus d'une fois par mois, 15 sujets), le temps moyen de lecture des questions est en corrélation significative avec la note au post-test (.86). Cette corrélation n'est que de -.40 pour les non internautes (moins d'une utilisation par mois d'Internet). Il semblerait donc qu'une bonne planification favorise le rappel, mais seulement chez les utilisateurs expérimentés. Ceci corrobore les résultats d'études précédentes montrant que la familiarisation avec le dispositif influence notablement les stratégies des utilisateurs (cf. Rouet & Tricot, 1998). Par ailleurs l'expérience est intervenue en fin d'année universitaire, alors que les étudiants étaient en période de révision avant l'examen final. Ils disposaient donc en moyenne d'une bonne connaissance globale du cours, comme le suggère l'utilisation majoritaire du plan au détriment de l'index. Le pourcentage élevé de contenus pertinents sélectionnés et les réponses au questionnaire de satisfaction suggèrent également que la tâche était globalement facile, ce qui a pu masquer un éventuel effet de la structuration.

Au total, cette expérience nous a permis de mettre au point une méthode de recueil et d'analyse des parcours individuels des étudiants lors d'une tâche de recherche d'informations dans un site Web. Elle a également montré que des étudiants sans expérience préalable peuvent effectuer des tâches de recherche dans un site Web à condition que celui-ci soit structuré de façon claire et conforme aux connaissances des utilisateurs. Nous envisageons de prolonger ce travail par d'autres

études mettant en jeu des participants plus expérimentés dans l'usage d'Internet, mais disposant de moins de connaissances préalables des contenus traités. Cette situation serait d'ailleurs plus conforme à l'idée que l'on peut se faire de l'usage de sites dans un contexte de formation.

BIBLIOGRAPHIE

- Beaufils A. (1998). « Aide à la recherche d'informations dans les environnements hypermédias », in J.-F. Rouet & B. de La Passardière (éds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Actes du 4^{ème} colloque Hypermédias et apprentissages, Poitiers, 15, 16, 17 octobre 1998, Paris : INRP/EPI, p. 73-86.
- Caro S. & Bétrancourt M. (1998). « Ergonomie des documents techniques informatisés : expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs paralinguistiques », in A. Tricot et J.-F. Rouet (éds), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès, p. 123-138.
- Dillon A. (1994). *Designing Usable Electronic Text: Ergonomic Aspects of Human Information Usage*, London : Taylor and Francis.
- Fischer P. M. & Mandl H. (1984). « Learner, text variables and the control of text comprehension and recall », in H. Mandl, N. Stein & T. Trabasso (éds), *Learning and Comprehension of Text*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rouet J.-F. & Tricot A. (éds) (1998). « Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs », in *Les Hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès, p. 57-74.
- Rouet J.-F. (1999). « Interactivité et compatibilité cognitive dans les systèmes hypermédias », *Revue des Sciences de l'Éducation*, n° 25, p. 87-104.
- Tricot A., Pierre-Demarcy C. & El Boussarghini R. (1998). « Définitions d'aides en fonction des types d'apprentissages dans des environnements hypermédias », in J.-F. Rouet & B. de La Passardière (éds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Actes du 4^{ème} colloque Hypermédias et Apprentissages, Poitiers, Paris : INRP/EPI, p. 41-58.
- Wagner R. K. & Sternberg R. J. (1987). « Executive control in reading comprehension », in B. K. Britton & S. M. Glynn (éds), *Executive Control Processes in Reading*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, p. 1-22.
- Wright P. (1991). « Cognitive overheads vs cognitive protheses: some issues on evaluating hypertexts », *Proceedings Hypertext'91*, Texas : ACM Press, p. 1-12.

CONCEPTION DE PRODUITS HYPERMÉDIAS D'AIDE À L'APPRENTISSAGE

Analyse d'une situation didactique en tant que problème complexe à résoudre par l'apprenant

Panita BUSSAPAPACH

Laboratoire de Recherche sur le Langage – LRL,
Université Blaise Pascal – Clermont II
4, Rue Ledru – 63057 Clermont-Ferrand Cedex 01 – France
bussapapach@lrl.univ-bpclermont.fr

Résumé : *Une activité didactique est un objet complexe multifacette. Une de ces facettes correspond à un problème d'enseignement à résoudre par l'apprenant. Lorsqu'un tel problème se déroule dans un environnement Homme-Machine, les difficultés proviennent non seulement du domaine d'apprentissage et des stratégies de résolution de problèmes, mais aussi de la manipulation interne à cet environnement. L'apprenant doit ainsi faire appel à des connaissances diverses afin de résoudre ces problèmes. Cette recherche a pour but d'analyser ces connaissances dans un contexte particulier ; celui d'un environnement informatique d'aide à l'apprentissage de la lecture. L'objectif de cette analyse est de permettre à l'enseignant ou au système de concevoir des activités didactiques qui favoriseront l'acquisition de connaissances, faciliteront la manipulation sur l'interface et activeront la métacognition. Cette analyse permet également de choisir les activités didactiques existantes correspondant aux connaissances de l'apprenant ainsi que d'interpréter ses comportements.*

Mots-clés : *résolution de problèmes, connaissance, lecture, stratégie, interface, métacognition.*

Abstract : *A didactic activity is a complex multifaceted object. Among these facets is a problem related to a learning domain that the student has to solve. When such a problem occurs in a human-computer environment, the difficulties come not only from the subject domain and the problem-solving strategies but also from the manipulation within this environment. Therefore, the student calls on various kinds of knowledge in order to solve these problems. This research aims at analyzing these kinds of knowledge in a particular context of computer-assisted learning-to-read environment. The main purpose of this knowledge analysis is to allow the teacher or the system to design the didactic activities which will enhance the student's knowledge acquisition, facilitate his interface use, and activate his metacognition.*

This analysis also allows to choose the existing didactic activities corresponding to the student's knowledge and to interpret his behaviors.

Keywords : *problem solving, knowledge, reading, strategy, interface, metacognition.*

INTRODUCTION

La conception de produits hypermédias d'aide à l'apprentissage exige non seulement l'organisation des connaissances du domaine d'apprentissage mais aussi les connaissances sur l'apprenant utilisant ce produit. Elle exige également une compréhension approfondie des activités didactiques proposées à l'apprenant. En effet, toute activité didactique est une entité complexe. Elle est d'une part un objet de décisions multiples d'enseignement et d'autre part un espace de contact fondamental entre l'apprenant et les connaissances à acquérir.

De la complexité d'une activité didactique, nous retiendrons essentiellement six facettes concernant respectivement une activité didactique en tant que : 1) action d'enseignement, 2) problème complexe à résoudre par l'apprenant, 3) espace d'interaction entre l'apprenant et le système, 4) facteur de motivation de l'apprenant, 5) espace d'observation des comportements d'apprentissage de l'apprenant 6) structure de connaissances pour le système informatique.

Les informations explicitées provenant de l'analyse de cette complexité nous permettront d'envisager une conception de produits hypermédias d'aide à l'apprentissage qui correspondront aux connaissances et aux comportements de l'apprenant. Dans le cadre de cette communication, nous présentons uniquement l'analyse d'une activité didactique en tant que problème complexe à résoudre par l'apprenant. Cette analyse sera centrée en particulier sur les connaissances mises en œuvre par l'apprenant dans sa résolution de problèmes.

En première partie, nous exposerons le contexte de travail dans une situation d'apprentissage particulière, celle d'un environnement informatique d'aide à l'apprentissage initial de la lecture. Nous traiterons en deuxième partie de l'analyse d'une activité didactique en tant que problème complexe à résoudre par l'apprenant selon les connaissances mises en œuvre par ce dernier dans sa résolution de problèmes. La troisième partie portera sur la métacognition qui doit être prise en considération dans le processus de résolution de problèmes de l'apprenant.

AMICAL : ARCHITECTURE MULTI-AGENTS INTERACTIVE COMPAGNON POUR L'APPRENTISSAGE DE LA LECTURE

AMICAL est un projet d'étude théorique et de développement d'environnements informatiques à base de connaissances d'aide à l'apprentissage et à l'enseignement de la lecture. Les activités didactiques dans le module tutoriel d'AMICAL se déroulent de façon dynamique et individualisée pour un apprenant donné.

Les activités didactiques dans le projet AMICAL sont appelées des situations didactiques. Une situation didactique est définie comme une activité susceptible

d'être proposée pour l'apprentissage d'un domaine (Chambreuil, Bussapapach & Fynn, 2000). Elle apparaît comme une entité *centrale* et *complexe* de l'apprentissage. Une situation didactique est *centrale* car quel que soient le domaine d'apprentissage, le mode de conduite de l'apprentissage et le type de connaissances à acquérir, elle reste toujours pour l'apprenant un lieu d'accès aux connaissances à acquérir. Une situation didactique est *complexe* car elle est d'une part, un résultat de décisions d'enseignement multiples et d'autre part, un espace support d'informations et d'actions, c'est-à-dire, un espace de contact entre l'apprenant et les connaissances à acquérir. Elle est encore un espace d'observation des comportements d'apprentissage de l'apprenant. En conséquence, une situation didactique est considérée, selon les différents points de vue de l'enseignement et de l'apprentissage, comme une entité multifacette d'une grande complexité.

On distingue deux catégories de situations didactiques : les situations didactiques type et les situations didactiques individualisées. Les premières correspondent aux types de situations didactiques avec des paramètres, les secondes correspondent, quant à elles, aux situations didactiques obtenues par l'instanciation de ces paramètres.

Par exemple dans l'apprentissage de la lecture, une situation didactique de « reconnaissance de mots en contexte » est une situation didactique type dans laquelle il est demandé à un apprenant d'identifier différents mots dans un texte donné, c'est-à-dire de reconnaître des mots demandés dans un contexte textuel. Les éléments paramétrables de « Reconnaissance de mots en contexte » peuvent être le choix du texte, son mode de présentation, le nombre de mots à reconnaître, la nature des mots à reconnaître, le commentaire, l'aide, le nombre d'essais accordés à l'apprenant pour chaque mot, etc. Lorsque ces éléments paramétrables ont été instanciés par le système en fonction des connaissances et des comportements d'un apprenant donné, cette situation didactique type est devenue une situation didactique individualisée.

La conception d'une situation didactique type fait appel à plusieurs types de connaissances tels que les connaissances sur l'apprenant en général, les connaissances sur le domaine d'apprentissage, les connaissances à faire acquérir à l'apprenant, les connaissances sur la méthodologie d'enseignement, etc. L'instanciation d'une situation didactique type, quant à elle, s'appuie sur les connaissances sur un apprenant particulier et sur ses comportements. Ces différents types de connaissances proviennent de recherches théoriques sur le domaine d'apprentissage et sur son apprentissage. Leur intégration dans la réalisation de situations didactiques s'appuie, quant à elle, sur l'analyse des différents composants d'une telle situation.

De part la limite de cette communication, nous traiterons exclusivement ci-dessous de l'analyse de situations didactiques en tant que problème complexe à résoudre par l'apprenant. Les objectifs principaux de cette analyse sont d'abord de concevoir une bibliothèque des situations didactiques types qui correspondront à la fois aux connaissances de l'apprenant et à ses comportements d'apprentissage, ensuite de mieux choisir et d'individualiser ces situations didactiques types et enfin d'interpréter les comportements d'apprentissage de l'apprenant et de diagnostiquer son état de savoir.

PROBLÈME COMPLEXE À RÉSOUDRE

Une situation didactique en tant que problème complexe à résoudre renvoie à plusieurs orientations d'analyse. Nous mentionnerons uniquement celle qui concerne les types de connaissances mises en œuvre par l'apprenant dans la résolution de problèmes. Ce sont premièrement des connaissances sur la lecture en tant que domaine d'apprentissage, deuxièmement des connaissances sur les stratégies de résolutions de problèmes par rapport à la situation dans laquelle se trouve l'apprenant et enfin des connaissances sur l'interface par rapport à l'environnement informatique d'apprentissage.

Connaissances sur la lecture

L'apprenant doit disposer d'un certain nombre de connaissances sur la lecture pour trouver la solution du problème posé. La lecture est un processus complexe qui fait appel à différents types de connaissances dont les connaissances linguistiques. Celles-ci sont constituées des quatre unités fondamentales du système écrit : lettre, mot, phrase et texte (Cousteix, Cléder & Chambreuil, 2000).

- Les connaissances sur la lettre consistent, par exemple, à reconnaître les différentes formes d'une lettre, de distinguer une lettre majuscule d'une lettre minuscule ou de savoir que les lettres sont les composants d'un mot.
- Les connaissances sur le mot concernent, par exemple, la reconnaissance de mots ainsi que leur nature et leur signification.
- Les connaissances sur la phrase correspondent, par exemple, à la limite d'une phrase et aux ponctuations.
- Les connaissances sur le texte consistent, par exemple, à comprendre qu'un texte est un ensemble d'informations organisées d'une manière significative, d'appréhender la linéarité d'un texte, etc.

La lecture est aussi un processus de construction de sens. L'apprenant doit être capable de décoder des lettres et des combinaisons de lettres, de les transcrire en sons et de construire un sens (Meyer & Rose, 1999). Ces trois démarches correspondent aux trois facettes des quatre unités fondamentales du système écrit.

- La première facette se réfère à un objet écrit, c'est-à-dire que chacune des quatre unités a une forme écrite.
- La deuxième facette concerne une correspondance entre les systèmes oral et écrit.
- La dernière facette correspond à un sens. Chaque unité du système écrit, sauf les lettres, est liée à un sens.

Un autre type de connaissances sur la lecture concerne les stratégies de la lecture, par exemple, la stratégie logographique, la stratégie alphabétique, la stratégie contextuelle, etc.

Par rapport à ces connaissances sur la lecture, la conception d'une situation didactique devra s'appuyer sur la théorisation de l'organisation conceptuelle de la

lecture, de l'apprentissage de la lecture par un apprenant particulier et des méthodologies d'enseignement.

Connaissances sur les stratégies de résolution de problèmes

Le deuxième type de connaissances est indépendant du domaine d'apprentissage. Il s'agit des stratégies de résolution de problèmes susceptibles d'être mises en œuvre par l'apprenant. Une situation didactique peut être construite, par sa nature et son scénario de déroulement, afin de privilégier la mise en œuvre d'une stratégie particulière, par exemple, la stratégie par induction et déduction, par essais et erreurs ou encore par analogie et transfert (Richard, 1990). Elle peut aussi être construite pour permettre la mise en œuvre de stratégies multiples, donc pour permettre une observation des tendances propres à un apprenant. Par ailleurs, la prise en compte d'hypothèses sur la stratégie utilisée aura une influence sur les hypothèses introduites dans les représentations de l'élève.

Connaissances sur l'interface

Lorsque la résolution de problèmes se déroule dans un environnement informatique, l'apprenant doit avoir également des connaissances sur cet environnement, autrement dit l'espace d'interactions entre l'apprenant et le système. Les interactions se font par l'intermédiaire des constituants de cet espace. Ceux-ci jouent un rôle important sur les activités cognitives de l'apprenant car ils guident, contraignent voire déterminent ses comportements pendant le déroulement de l'activité (Zhang, 1997).



Figure 1. Interface d'une situation didactique AMICAL.

L'apprenant a besoin de connaissances sur les constituants tels qu'un texte, un bouton, un dialogue et de connaissances sur leurs différentes fonctionnalités. À titre d'exemple, l'apprenant doit être capable d'identifier un bouton de validation, de

savoir que ce bouton a pour but de valider la réponse proposée et de comprendre que sa fonction est de déclencher le processus d'évaluation. L'apprenant doit savoir également manipuler ces constituants. Par exemple, pour faire fonctionner un bouton de validation, l'apprenant doit cliquer sur celui-ci. Cet exemple semble évident mais parfois, il n'est pas facile de manipuler certains types de constituants tels qu'une étiquette à déplacer ou un mot à copier (figure 1). La manipulation dans cet espace d'interactions peut devenir ainsi un problème en lui-même.

La prise en compte de ce type de connaissances est importante, à la fois pour la conception des situations didactiques ainsi que pour l'interprétation des solutions proposées par l'apprenant. Il est à noter également que ces connaissances sont directement liées à une situation didactique en tant qu'espace d'interactions.

Il est important de souligner que ces trois types de connaissances mentionnés ci-dessus correspondent à des connaissances purement cognitives. Il existe encore un autre type de connaissances qui doit être mentionné ici, celui de *la métacognition*.

MÉTACOGNITION

Le terme de « métacognition » est en référence aux connaissances d'une personne sur ses propres connaissances cognitives. C'est la métacognition qui contrôle toutes les activités cognitives telles que le raisonnement, la planification, la prise de décision, ainsi que la résolution de problèmes (Flavell, 1979).

Métacognition et lecture

La lecture est une tâche cognitive complexe dans laquelle la métacognition est nécessairement présente. Il s'agit, avant la lecture, des connaissances que l'apprenant a sur lui-même, c'est-à-dire qu'il se juge capable ou non d'accomplir la tâche. La métacognition pendant la lecture concerne la prise en compte de la difficulté de la tâche et les stratégies nécessaires. Après la lecture, l'apprenant vérifie si cette tâche cognitive a été accomplie.

Métacognition et résolution de problèmes

Une activité de résolution de problèmes peut être divisée en trois étapes : étape préactive, étape interactive et étape postactive. Ces trois étapes correspondent aux trois processus métacognitifs intervenant dans la résolution de problèmes. Le premier est la planification de séquences d'opérations. Le deuxième est le contrôle et le réglage de ces séquences d'opérations. Le dernier est l'évaluation et la correction si nécessaire des séquences d'opérations (Schoenfeld, 1987).

Métacognition et interface

Les composants d'une situation didactique pourraient être utilisés comme moyens de susciter la métacognition. *La consigne*, par exemple, doit fournir à l'apprenant des informations sur la tâche ainsi que les objectifs à atteindre. Elle provoque indirectement la motivation d'apprendre. *Les données constitutives du*

problème à résoudre, quant à elles, doivent être explicitement présentées pour que l'apprenant puisse comprendre le problème. Elles sont également un des facteurs qui détermineront les séquences d'opérations. La métacognition peut être favorisée par *le dialogue*. Le commentaire est un moyen d'encourager la stratégie d'auto-évaluation de l'apprenant et d'assurer ainsi son succès. L'aide pourrait stimuler, si nécessaire, certaines stratégies passives de l'apprenant (Paris & Winograd, 1990).

La métacognition est une variable très importante de la réussite dans la résolution de problèmes. Le produit hypermédia devrait d'une part, fournir à l'apprenant une possibilité d'employer et d'améliorer sa métacognition pendant la résolution de problèmes et d'autre part, proposer une évolution de la métacognition en fonction de la variété d'activités didactiques et de la possibilité de matérialiser certaines démarches métacognitives.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Pour concevoir un produit hypermédia d'aide à l'apprentissage, le concepteur a donc besoin de comprendre non seulement l'organisation des connaissances du domaine d'apprentissage, les méthodologies d'enseignement et l'apprenant qui utilise ce produit mais aussi les caractéristiques des activités didactiques proposées à celui-ci.

L'analyse d'une activité didactique en tant que problème complexe à résoudre par l'apprenant doit donc nous permettre de mieux comprendre les différents types de connaissances auxquels l'apprenant fait appel pendant le déroulement d'une activité didactique.

Les quatre grands types de connaissances évoqués dans cet article sont, en retour, nécessairement sous-jacents à la conception du scénario de déroulement d'une activité didactique. Ce scénario met en œuvre l'ensemble des informations portées par les composants des interfaces multimédia (de la formulation du problème à résoudre à la validation de la réponse proposée). Il met aussi en œuvre la dynamique d'évolution de ces interfaces dans un dialogue pédagogique en fonction des interactions entre le système et l'apprenant. Ces types de connaissances, les formes de scénario, la dynamique de déroulement sont également des éléments fondamentaux à prendre en compte dans les recherches sur des outils de conception et de développement d'interfaces apprenant-machine.

Dans les perspectives actuelles du projet AMICAL, nos recherches visent ainsi à une explicitation et une théorisation de ces quatre grands types de connaissances. Cette explicitation et cette théorisation ont pour objectif immédiat la conception d'une bibliothèque de situations didactiques adaptées à l'apprentissage visé, un approfondissement de critères de choix d'une situation didactique pour une session de travail, un approfondissement de critères d'instanciations individualisées des paramètres d'une situation type et enfin un approfondissement de l'interprétation qualitative des comportements de l'apprenant. Ces différents éléments doivent contribuer à une individualisation forte de l'apprentissage. Leur théorisation ouvre aussi sur des possibilités de transfert vers d'autres domaines d'apprentissage.

BIBLIOGRAPHIE

- Chambreuil M., Bussapapach P. & Fynn J. (2000). « Didactic situations as multifaceted theoretical objects », in G. Gauthier, C. Frasson & K. VanLehn (éds), *Intelligent Tutoring Systems*, Springer-Verlag, p. 649.
- Cousteix N., Cléder C. & Chambreuil A. (2000). *Designing a tutoring environment as an instructional problem solver: How to construct the objective of a working session ; the knowledge involved and the reasoning process*, AMICAL internal report, Laboratoire de Recherche sur le Langage, Université Blaise Pascal – Clermont II.
- Flavell J. H. (1979). « Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry », *American Psychologist*, vol. 34, p. 906-911.
- Meyer A. & Rose D. (1999). *Learning to read in the computer age*, MA : Brookline Books.
- Paris S. G. & Winograd P. (1990). « How metacognition can promote academic learning and instruction », in B. F. Jones & L. Idol (éds), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, Lawrence Erlbaum Associates, p. 15-51.
- Richard J.-F. (1990). *Les activités mentales : comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Paris : Armand Colin.
- Schoenfeld A. (1987). « What's all the fuss about metacognition? », in A. Schoenfeld (éd.), *Cognitive science and mathematics education*, Lawrence Erlbaum Associates, p. 189-215.
- Zhang J. (1997). « The nature of external representations in problem solving », *Cognitive Science*, vol. 21, n° 2, p. 179-217.

L'HYPERMÉDIA : UN ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE POUR L'ÉCRITURE RÉÉCRITURE

Norbert FROGER

CREN - Université de Nantes.

Norbert.froger@etab.ac-caen.fr

Résumé : *Un hypermédia sur le monde des sorcières a été réalisé par une école élémentaire. Cet environnement a ensuite été utilisé comme un dispositif d'aide à la réécriture. La conception multimédia s'appuie sur une approche linguistique. Les apports de la psychologie indiquent qu'un système multimodal facilite la construction d'un modèle mental. Une démarche didactique de la réécriture articule ces approches pour travailler les représentations de la description. L'analyse d'une première expérimentation montre que la recherche dans l'hypermédia favorise le repérage et la construction de problèmes d'écriture dont la résolution intègre des éléments des documents et des connaissances antérieures de l'élève. L'utilisation de l'hypermédia aboutit à des réécritures plus importantes.*

Mots-clés : *production, réécriture, informations multimédias, modèle mental, didactique, problématisation.*

Abstract : *A hypermedia was realized on the sorcerers world by an elementary school. This environment was then used as a help for rewriting. The multimedia design leans on a linguistic approach. The psychological contribution indicates that a multimode system facilitates the construction of a mental model. A didactic method combines these approaches to work on the representations of the description. The analysis of a first experiment shows that the search in hypermedia supports the location and the construction of writing problems for which the resolution integrates multimedia information and previous knowledge. Using the hypermedia results in more important rewritings.*

Keywords : *production writing, rewriting, multimedia, mental model, didactic, problem*

INTRODUCTION

L'hypermédia intègre des textes, des images et des sons. Or l'image apparaît encore comme un élément secondaire et l'illustration d'un texte comme un simple ornement visuel. Mais le numérique en intégrant l'image et le texte dans un même environnement informatique crée des interactions entre de multiples modalités de construction du sens et peut devenir un nouvel outil pour l'écriture. Écrire un récit nécessite d'articuler la construction d'un univers figuratif avec l'élaboration d'une

trame narrative qui s'organise autour d'une intrigue. Un environnement multimédia présentant de manière multimodale cet univers figuratif ne peut-il alors constituer une base de ressources pour l'écriture et la réécriture de la description ? De ce premier questionnement émerge une problématique : comment peut-on aider l'élève à prendre conscience du manque d'informations sur le monde du récit dans son texte et en retour lui donner des outils pour ajouter des détails significatifs ?

Pour penser cette démarche d'enseignement-apprentissage, nous envisageons cette analyse d'un triple point de vue : linguistique, psychologique et didactique.

La structure figurative

La construction de l'univers figuratif dans le récit s'opère à travers des isotopies qui concernent le temps, l'espace et les personnages. Le concept d'isotopie introduit par Greimas (1966) désigne une cohérence sémantique d'ensemble qui apparaît tout au long du texte par la redondance d'éléments signifiants. Par exemple, l'isotopie du monde des sorcières se construit par la répétition d'unités de sens, appelées sèmes, évoquant des éléments liés à ce monde (chaudron, balai, sorts, crapauds..).

La tradition scolaire a fait de la description un élément secondaire alors que la construction d'un monde participe de la construction du récit. Écrire, c'est mettre un monde debout (Adam & Revaz, 1996, p. 27). Si meubler le monde aide à construire le récit, la construction des images du monde ne peut-elle contribuer à structurer le récit ? C'est l'hypothèse que nous avançons en nous appuyant sur les travaux anthropologiques de Durand (1992) pour qui les images s'associent, s'arrangent d'une certaine façon et tendent à créer des histoires. Cette constellation d'images forme un bassin sémantique, une structure figurative qui nourrit l'imaginaire. En parcourant les liens qui unissent textes et images, le lecteur tisse un sens contextuel qui va l'aider à insérer le figuratif dans le narratif pour construire la description.

De la compréhension à la production du récit

Pour Fayol (1996), comprendre un texte ou un discours, c'est construire progressivement un « modèle mental » ou un « modèle de situation » de ce qui est décrit ou relaté. Cette construction s'effectue toujours par le biais d'une interaction entre :

- d'une part, un texte composé d'informations explicites agencées selon les règles inhérentes à une langue donnée ;
- d'autre part, un lecteur disposant de bases de connaissances conceptuelles et linguistiques sur lesquelles interviennent un certain nombre de mécanismes (procédures).

Denis considère que l'activité d'imagerie facilite le traitement de la micro-structure (1989). Les représentations imagées peuvent ainsi aider à construire le modèle mental.

À partir de ce point de vue, produire un texte signifie construire une intrigue et insérer des éléments de description du monde afin que le lecteur puisse construire

une représentation de la situation évoquée. Mais il faut pour cela que le scripteur dispose de connaissances antérieures sur le monde de référence. La difficulté de la révision du texte produit tient, pour une part, au fait qu'en se relisant l'élève réactive le modèle mental qu'il a construit en production plus qu'il n'en construit un nouveau correspondant au texte produit. Il faut donc donner à l'élève la possibilité de saisir la tension entre intention et formulation en mettant à disposition de nouvelles connaissances. La mise à disposition d'une base de données décrivant le monde évoqué apparaît alors comme une facilitation procédurale. De plus, de nombreuses recherches indiquent que la présentation multimodale favorise le traitement de l'information et la compréhension de ces documents (Crinon *et al.*, 2000).

Démarche didactique de la réécriture avec un hypermédia

La réécriture est ici considérée comme un travail du texte et un moyen pour construire une compétence scripturale. L'objectif est de réécrire un texte de fiction pour renforcer l'effet de réel en ajoutant des éléments signifiants caractéristiques du monde évoqué. Réécrire signifie de ce point de vue analyser son texte pour repérer des problèmes, les construire et les résoudre.

L'approche didactique a souligné l'importance de la prise en compte des représentations et des obstacles qu'elles pouvaient receler. Pour réécrire la description du monde raconté la difficulté tient au fait que l'enfant ne voit pas pourquoi il faudrait dire ce qui semble évident (Reuter, 2000). C'est un obstacle à la réécriture. En production, cette conception se traduit par un faible travail de la description et une difficulté à repérer les manques par rapport au texte attendu.

La prise de conscience de l'obstacle implique une triangulation pour référer l'activité du sujet à une norme extérieure, à un tiers exclu de sa conscience (Fabre, 1995). Notre hypothèse est ici que le monde représenté par l'hypermédia se constitue comme un tiers entre l'élève et le monde raconté dans son texte qui peut faciliter la prise de conscience d'un problème d'écriture. Ce dispositif didactique constitue une ressource pour aider l'élève à problématiser son texte et fournit en même temps des données pour élaborer une solution. C'est dans un processus de problématisation qui articule construction du problème et résolution que l'enseignant favorise la problématisation privée de l'élève et donne sens au travail de réécriture (Fabre, 1999).

L'HYPERMÉDIA POUR APPRENDRE À ÉCRIRE ET RÉÉCRIRE

Un hypermédia sur le monde des sorcières a été réalisé de manière coopérative par les classes d'une école élémentaire. Ce projet de lecture écriture finalisé s'est poursuivi par l'écriture d'un récit pour une classe de CM1/CM2 (Froger, 2000). Nous étudions ici les traces de réécriture de la description dans les récits des neuf élèves de CM2.

Analyse des opérations de réécriture

La typologie établie par Barthes (1981) paraît appropriée pour analyser les traces de réécriture. L'auteur distingue dans les unités narratives deux grandes

classes : les fonctions et les indices. Une fonction renvoie à un événement ultérieur dans le récit. L'indice, au contraire, ne nécessite pas une action complémentaire mais construit en lui-même une signification. Dans cette seconde classe, il distingue les indices eux-mêmes et les informants :

- l'indice proprement dit renvoie à un caractère, un sentiment, une atmosphère. Son signifié est implicite et nécessite une interprétation du lecteur ;
- l'informant est une information qui sert à identifier, à situer dans le temps et dans l'espace. Il enraine la fiction dans le réel.

L'ajout de descriptions prend de ce point de vue une importance non seulement pour créer un effet de réel mais pour créer un effet de sens.

Hypothèses de la recherche

Nous centrerons ici la réflexion sur deux hypothèses. La première est que les traces de réécriture varient selon les ressources mobilisées, les informations contenant des éléments iconiques devraient susciter davantage d'ajouts si l'image aide à construire un modèle mental. La seconde est que la construction d'une représentation intermodale, intégrant texte et image, devrait entraîner des ajouts plus riches de significations en facilitant la distanciation.

Nous devrions donc pouvoir observer :

- sur un plan quantitatif, un nombre variable d'ajouts selon les modalités sollicitées (texte, image, mot-image) et des ajouts indiciels plus nombreux avec une ressource intermodale ;
- sur un plan qualitatif, des modifications plus riches de signification dans une représentation intermodale.

ANALYSE QUANTITATIVE

Méthodologie

Les élèves ont écrit un premier texte qu'ils ont enrichi par un travail sur les personnages puis sur l'intrigue avec l'aide de l'enseignant. La troisième intervention porte sur l'enrichissement sémantique du texte et se caractérise par un travail individuel sur ordinateur visant la construction d'une problématisation personnalisée. Chaque élève disposait de sa dernière version imprimée sur laquelle il écrivait les ajouts descriptifs avec comme consigne de chercher des idées dans l'hypermédia sans recopier les textes supports.

Sur les 9 textes, nous comptons 18 ajouts. Un entretien individuel d'explicitation a été mené afin que chaque élève indique quel document il avait utilisé et quelle ressource il avait mobilisé. Cette verbalisation était aussitôt analysée avec lui afin de déterminer si l'ajout correspondait bien à un élément d'un texte, d'une image ou des deux à la fois. Ces ajouts ont ensuite été analysés par nous pour déterminer si l'ajout était de type informant ou indiciel avec une catégorie intermédiaire lorsque l'ajout donnait à la fois un élément qui informe et un élément lié à la suite du texte.

Enfin le nombre de mots ajoutés a été comptabilisé. Ce sont ces données qui sont étudiés dans le tableau 1.

	Informations	Informations et indices	Indices	Total
Textes	24	25	28	77
Images	5	22	63	90
Textes et images	15	21	70	106
Total	44	68	161	273

Tableau 1 : Synthèse des analyses selon la ressource et le type d'ajout.

Analyse des résultats

Les ajouts n'apparaissent pas dans la même proportion selon la modalité utilisée. Ils sont plus nombreux lorsque l'élève mobilise les deux modalités textuelle et iconique. L'application du test du Khi deux à l'ensemble du tableau puis à des comparaisons deux à deux indique que le nombre des ajouts varie de manière significative selon les ressources mobilisées (au seuil $p=.01$, χ^2 lu = 13,28, χ^2 calculé = 29,61). La différence entre les modalités textes et images est très significative ($\chi^2 = 25,24$, χ^2 lu = 9,21, à $p=.01$) mais ne l'est pas entre l'image et l'interaction texte-image ($\chi^2 = 4,11$).

Symétriquement, les différences entre les types d'ajouts sont très significatives. En les étudiant deux à deux, nous constatons que la différence entre les catégories 1 et 2 (informations vs informations et indices) n'est pas significative ($\chi^2 = 6,89$) et que la différence entre la catégorie 2 et 3 (indices) n'est que peu significative. C'est ici la différence entre les informants et les indices qui est la plus significative ($\chi^2 = 27,57$).

En conclusion, c'est la présence d'un support iconique dans un document qui apparaît comme un élément déterminant pour l'augmentation des ajouts lexicaux. Mais nous observons des représentations intermodales nombreuses qui indiquent que les élèves prélèvent des éléments signifiants dans le texte et l'image et non pas seulement dans l'image. En outre, c'est la présence d'indices qui entraîne le plus d'ajouts. Cela paraît plausible si l'on considère que l'informant est précis et nécessite peu de mots alors que l'indice marque l'intention du scripteur de signifier et se traduit par l'ajout de plusieurs éléments renvoyant à l'atmosphère, au caractère. L'échantillon étant restreint, ces résultats ont simplement valeur indicative. Nous retenons que dans l'hypermédia les interactions texte-image facilitent la réécriture.

ANALYSE QUALITATIVE

Une analyse qualitative peut contribuer à construire un modèle d'intelligibilité des pratiques dans l'utilisation du multimédia. Cette matrice d'analyse considère deux axes : la prise de distance associée au type d'indices et le type de ressource. Nous étudions ici si l'emprunt est important et la part créative limitée ou au contraire si l'emprunt est faible et la création forte. Une prise de distance faible se caractérise par une reprise du signifié explicite d'un texte ou d'un élément dénotatif d'une image. Une distance moyenne indique que le scripteur ajoute quelques éléments personnels. Enfin une distance forte signifie que l'ajout est une création.

Interprétation

Des ajouts indiciels apparaissent dans toutes les modalités. Cela montre que l'hypermédia peut s'adapter aux caractéristiques individuelles et permettre à l'élève d'activer des connaissances antérieures selon la modalité qui lui convient, un même sujet pouvant changer de modalité selon le problème (Juline). Les ajouts apparaissent plus importants et plus chargés de significations dans les exemples 6, 8 et 9 dans lesquels l'image facilite l'émergence d'une signification. Nous avançons que la construction d'une représentation intermodale intégrant deux éléments sémiotiques différents est le signe d'une prise de distance qui se retrouve dans la capacité à problématiser. Les sèmes ajoutés construisent un univers de signification et renforcent la cohérence sémantique du récit. Nous pensons qu'il s'agit là d'un effet d'une problématisation bien construite amenant à poser un but initial, à le préciser en construisant le problème par la recherche d'informations dans l'hypermédia et à le résoudre en prenant des indices dans le texte et l'image, à partir des sèmes de la structure figurative constituée par l'hypermédia. La construction d'une problématique articule ainsi la construction du problème d'écriture et sa résolution.

Distance par rapport à la ressource et type	Texte	Image	Texte et image
Faible Ajouts du type : informationnel	1 Frédéric : Elle faisait des séminaires et le sabbat. Contenu littéral du texte.	2 Julie : Elle a une verrue bleue. Contenu visible de l'image : portrait (ce qu'elle dénote).	3 Frédéric : Elle portait des chaussures tordues et pointues. Synthèse à partir du contenu littéral du texte et de la dénotation de l'image.
Moyenne Ajouts du type : informationnel et indiciel	4 Teddy : <i>Elle avait les yeux marron, les cheveux gris (Supp) une verrue rouge sur le nez. Elle a de grands yeux, on dirait des calots, elle a une grande bouche (Ajout).</i> Il reprend un élément de la description et ajoute une comparaison.	5 Juline : Elle a une longue robe. Elle est allergique aux animaux. Elle a un balai. Elle garde des informations de l'image (ce qu'elle dénote) et ajoute une interprétation (ce que l'image connote pour elle).	6 Julie <i>Elle se sentait triste au milieu de sa petite maison sombre, avec juste quatre meubles et un chaudron, au milieu de sa grande campagne remplie d'arbre.</i> Image de la maison (petite) et inférence (sombre). Ajout d'indice (chaudron).
Forte Ajouts du type : indiciel	7 Juline « Jamais ! dit son chaudron, c'est lui le chou-chou et pourquoi pas moi ? » Ce détail ajoute du sens car il explique ensuite la révolte du chaudron jaloux du grimoire. Il s'agit donc d'un ajout qui renforce la cohérence sémantique.	8 Camille : À ce propos l'année précédente, elle n'avait pas pu y aller car elle n'avait pas de grimoire. Alors, comme les chats sont des messagers, elle envoya le sien dire qu'elle était malade. Image : Le chat L'image sert de déclencheur.	9 Camille : Et dans la chambre d'Envéra qui elle aussi était obscure car elle avait été obstruée par des planches clouées sur les fenêtres, la petite araignée tissait une belle robe en toile d'araignée pour le concours. Texte et image : l'araignée La prise en compte des deux modalités amène à créer une nouvelle signification.

Tableau 2. Matrice d'analyse qualitative des ajouts.

CONCLUSION

Cette étude indique que les élèves sollicitent différents modes sémiotiques dans l'hypermédia qui joue le rôle de déclencheur de réécriture. Crinon *et al.* indiquent que la mise à disposition de textes ne provoque pas une imitation mais permet de trouver des ressources qui correspondent au modèle mental et constituent des relances d'écriture (1996). Cette recherche va dans le même sens en montrant que les images peuvent avoir le même effet en tant que constructions sémiotiques intégrées dans le modèle mental et que les emprunts conduisent à l'expression d'une pensée singulière. L'utilisation d'un environnement informatique n'est pas neutre car les instruments contiennent une conception du monde qui s'impose peu ou prou à ses utilisateurs et influencent le développement de leurs compétences (Rabardel, 1995, p. 213). En rendant la conception de l'hypermédia compatible avec un modèle linguistique sous-jacent et en mettant en œuvre une démarche didactique plaçant l'élève en situation de construire et de résoudre par lui-même les problèmes d'écriture, l'environnement multimédia devient un dispositif d'aide à l'apprentissage de l'écriture. Une approche plurielle mettant en interactions différentes disciplines peut ainsi permettre de mieux penser l'hypermédia comme un environnement d'aide à l'apprentissage. C'est cette réflexion que nous avons ébauchée, elle nécessite d'autres études.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam J.-M. & Revaz F. (1996). *L'analyse des récits*. Paris : éditions du Seuil.
- Barthes R., (1981). « Introduction à l'analyse structurale des récits », *L'analyse structurale du récit, Communications*, n° 8, Paris : éditions du Seuil, p. 7-33.
- Crinon J., Legros D., Pachet S. & Vigne H. (1996). « Étude des effets de deux modes de navigation dans un logiciel d'aide à la réécriture », in É. Bruillard, J.-M. Balbner, G.-L. Baron (éds), *Hypermédiats et apprentissages 3*, Actes du troisième colloque Hypermédiats et Apprentissages, Paris : INRP/EPI, p. 73-84.
- Crinon J., Legros D., Pudélko B. & Tricot A. (2000). « Les effets des systèmes et des outils multimédias sur la cognition et l'apprentissage », *Éducatons et formations*, n° 56, p. 161-166.
- Denis M. (1989), *Image et cognition*, Paris : PUF.
- Durand G. (1992). *Les structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris : Dunod.
- Fabre M. (1995). *Bachelard éducateur*, Paris : PUF.
- Fabre M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*, Paris : PUF.
- Fayol M. (1996). *Des idées au texte*, Paris : PUF.
- Froger N. (2000). *50 activités pour créer des productions multimédias*, Caen : CRDP de Caen, CRDP des Midi-Pyrénées.
- Greimas A. J. (1966). *Sémantique structurale*, Paris : Larousse.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Paris : Armand Colin.
- Reuter Y. (2000). *La description*, Paris : ESF.

CONSTRUCTION ET FONCTIONNEMENT D'UNE FAMILLE DE DIDACTICIELS HYPER ET MULTIMÉDIA PROFESSIONNELS

Nicole BOUTROS et Bertrand DAVID

Laboratoire ICTT, École Centrale de Lyon, BP 163, 69131 Écully Cedex, France,

Nicole.Boutros@ec-lyon.fr, Bertrand.David@ec-lyon.fr

Résumé : *La formation des techniciens chargés du démontage et de la réparation des produits industriels peut être en partie assurée par un didacticiel hypermédia professionnel. Ce dernier se caractérise par différents modes d'utilisation : apprentissage global et renforcement, ou explicitation et aide sélective. Ce didacticiel doit être adapté à un produit précis sans pour autant être bâti spécifiquement. Nous proposons une approche qui pour une famille de produits, génère automatiquement le didacticiel contextualisé. Pour cela, nous proposons une architecture générique et nous exploitons le concept de pattern.*

Mots-clés : *renforcement, information ponctuelle, famille de didacticiels, geste technique, générateur de didacticiels spécialisés, approche techno-ergonomique.*

Abstract : *The training of workers in charge of the repair and disassembly processes of industrialized products can be, at least partially, provided by hypermedia courseware. This system is characterized by the availability of different learning modes : global learning and reinforcement, or detailed information and selective help. This courseware should be specialized for each product, however without manual construction. We propose an approach which, for a family of products, automatically generates a contextualized courseware. To do thus, we use a generic architecture and the pattern concept.*

Keywords : *reinforcement, located information, courseware family, technical moves, generator of specialized coursewares, ergo-technical approach.*

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet régional « RESTER PROPRE » (David *et al.*, 1999), qui étudie la problématique du recyclage « noble » des produits électroménagers en fin de vie, nous avons été confrontés au problème de formation des « recycleurs ». Ainsi quelque soit le mode de recyclage : entièrement automatique, entièrement manuel ou semi-automatisée, la formation du personnel est indispensable.

L'une des préoccupations lors de la définition de la plate-forme de recyclage était la mise à disposition d'un contexte informationnel complet aux acteurs du

processus de recyclage. Selon le mode de l'activité (manuel ou automatique), le contenu informationnel à fournir varie à la fois dans la granularité de l'information à utiliser et dans la forme de présentation. En effet, le démontage automatique nécessite des renseignements précis sur la position, les dimensions et la géométrie des pièces et les outils à utiliser par un robot (gamme de démontage) (Blondel, 2000). Dans le cas du désassemblage manuel, la description peut être beaucoup plus symbolique, l'opérateur complétant par lui-même les informations spatiales et technologiques (angle d'attaque, force, voire type d'outil). Toutefois, il peut apparaître utile de fournir aux opérateurs des informations sur des outils à utiliser et leur manipulation (gestes techniques), et d'autres plus globales concernant certaines séquences d'activités de démontage.

Une première étude des processus du désassemblage manuel a été menée chez l'un des partenaires du projet, l'entreprise « ENVIE Dauphiné ». Des travaux ayant porté sur l'analyse et la description des processus de démontage manuels (Pyronnet, 1998 ; Konan, 1998), nous ont permis de repérer les informations utiles pour l'apprentissage.

Dans les ateliers d'ENVIE, l'apprentissage est en général assuré de façon préalable au travail dans une série de séances de formation organisées. C'est le chef d'atelier qui assure cette formation. Pour pérenniser les acquis des formateurs, des supports vidéo ont été réalisés montrant un démontage type d'un produit type. Le recours à un formateur expert est une approche traditionnelle de l'apprentissage, qui souffre cependant de certaines lacunes dans le cas du travail en atelier. En effet, former les opérateurs novices nécessite un grand investissement de la part du formateur. De plus, ce dernier ne peut se consacrer pleinement à chacun des apprenants, ni personnaliser son apprentissage (par exemple en terme de rythme). Quant au support vidéo, bien que présentant l'intérêt de montrer le déroulement global des opérations, il reste trop sommaire et global, peu flexible et est plus utile en tant qu'auxiliaire d'un module d'apprentissage plus performant.

Dans le but d'améliorer la formation et de fournir aux apprenants un support informationnel efficace et accessible pendant leur travail, nous avons élaboré un didacticiel hypermédia dédié à l'apprentissage du démontage d'un appareil englobant des connaissances sur le fonctionnement et la structure de ce dernier, ainsi que sur l'outillage et les gestes techniques nécessaires.

DIDACTICIEL PROFESSIONNEL POUR LE DÉSASSEMBLAGE

Apport de l'hypermédia et du multimédia à l'apprentissage

Les études sur l'apport de l'hypermédia, de l'interactivité et de la multimodalité tendent à prouver leur utilité pour l'apprentissage (Najjar, 1996). La participation active de l'apprenant et son implication dans le processus de formation permettent d'augmenter son intérêt pour le sujet et par la suite, sa compréhension. De plus, l'interpellation de plusieurs récepteurs, via les différents médias, permet d'augmenter la perception du message (Weidenfeld, 1997). L'utilisation du multimédia permet donc de combiner différents modes complémentaires pour la présentation d'une information (Mousavi *et al.*, 1995). Le multimédia est de plus

particulièrement intéressant pour les formations dédiées aux professions dites « manuelles », où il est très important de retranscrire les « gestes du métier » aux novices.

La multimodalité seule n'est toutefois pas une garantie d'efficacité. Il est ainsi nécessaire de structurer les documents multimédias en y intégrant des concepts pédagogiques et cognitifs (Dufresne, 1992). En effet, pour alléger l'effort d'apprentissage et augmenter l'assimilation de l'information, il convient de décomposer la formation en blocs de connaissances utiles et assimilables. Les hyperliens permettent de relier ces blocs en une structure logique, qui permettra à l'apprenant de naviguer à son gré (selon les possibilités qui lui sont offertes) au fil du sujet, avec la garantie d'accéder à l'ensemble de l'information. Dans notre cas, nous distinguons deux objectifs liés à la conception d'un didacticiel hypermédia :

- fournir aux opérateurs novices un outil améliorant leur apprentissage grâce à l'apport de la multimodalité et de l'interactivité. Ce didacticiel devrait remplacer le formateur expert pour le plus gros du travail, ce qui permettrait à ce dernier de se concentrer sur les points problématiques ;
- fournir un support technique complet et détaillé, disponible en permanence pendant l'activité de démontage.

Fonctionnement du didacticiel

Nous avons développé un premier prototype du didacticiel DidaRex (Boutros *et al.*, 2000), s'appuyant sur les informations recueillies dans les ateliers de ENVIE. Ce prototype traite le désassemblage d'un lave-linge. Le but du didacticiel est de former les opérateurs au processus de démontage, en leur permettant d'acquérir les connaissances correspondantes. Le didacticiel est organisé de sorte à permettre plusieurs approches de l'apprentissage. Les constituants d'une démarche de démontage sont de quatre sortes :

- démarche : processus, activité, tâche,
- objet : produit, composant, pièce,
- moyens : outil,
- associations : opération, geste technique.

Une activité est un travail à réaliser par l'opérateur dont le résultat correspond à l'extraction d'un composant ou d'une pièce significative de l'appareil traité. Le processus de démontage est un ensemble partiellement ordonné d'activités. La précédence est définie par l'accessibilité des composants. Une activité est elle-même décomposée en tâches correspondant aux unités élémentaires de travail. Le produit se décompose en composants, eux mêmes comportant des pièces. Les outils participent au démontage soit de façon autonome (réalisation d'une opération automatisée d'une tâche), soit de façon assistée ou manuelle. Une opération correspond à la réalisation d'une tâche avec un outil. Un geste technique correspond à la façon de réaliser (éventuellement assistée par un outil) une opération. Par exemple « dévissage » et « décliçage » sont deux opérations nécessaires à l'extraction d'un composant et nécessitant des gestes techniques bien particuliers.

Unité d'apprentissage, unité d'information et unité de présentation

Ce sont les unités d'apprentissage qui structurent le fonctionnement du didacticiel. Elles peuvent être de granularité sensiblement différentes. En effet, les plus macroscopiques (1^{er} niveau) portent sur le processus de démontage d'un produit dans son ensemble. Au niveau intermédiaire (2^{ème} niveau), elles concernent des activités et des composants et au niveau le plus fin (3^{ème} niveau) des tâches, des pièces, des outils, des opérations et des gestes techniques. C'est dans la formation officielle et souvent initiale que l'on fait appel aux unités les plus macroscopiques, qui elles s'appuient sur celles plus fines. Dans le renforcement et dans l'usage sur « le tas » on peut être amené à consulter de façon plus fine. Selon le mode d'usage, l'accès par un de ces trois niveaux peut donc être donné.

À chaque unité d'apprentissage est associé un contexte informationnel sous forme d'unité d'information. Cette unité décrit de façon explicite le besoin informationnel de l'unité d'apprentissage : description du processus, activités, tâches et opérations associées, description du produit, du composant, de la pièce de façon plus ou moins précise (structure logique, structure géométrique)...

Une troisième structure, l'unité de présentation, régit l'interaction homme-machine dans les deux directions présentation et interaction. Une unité de présentation donnée (« écran » ou « page WEB ») est une composition d'un certain nombre de constituants élémentaires d'interaction comme le fond, des zones d'interaction et d'affichage, d'orientation, de navigation, d'aide...

Principes et modes de fonctionnement

Chaque unité de présentation est composée de différents objets hypermédias, appelés conteneurs. Les unités d'information, liées aux unités d'apprentissage, sont associées à un ou plusieurs de ces objets qu'elles garnissent en alimentant le média associé. L'apprentissage du processus se fait à partir des unités d'apprentissage du 1^{er} niveau ou du 2^{ème} niveau. L'entrée par un niveau global conduit à enchaîner automatiquement les niveaux inférieurs dans une démarche structurée. L'entrée par le 3^{ème} niveau peut être utilisée pour le renforcement ou le travail sur le terrain. La navigation entre ces différents éléments est assurée par un réseau d'hyperliens, dont le parcours permet de revisiter à sa manière l'ensemble des unités d'apprentissage.

Pour supporter ses deux stratégies d'utilisation adaptées aux opérateurs novices et expérimentés, le didacticiel autorise deux modes de consultation : le mode « formation » et le mode « renforcement » ou « information contextualisée ».

Le **mode formation** est dédié à l'apprentissage des techniques de démontage par des utilisateurs généralement novices. La navigation dans le didacticiel est organisée pour impliquer l'apprenant en lui laissant l'initiative de la découverte des connaissances, mais dans une logique d'apprentissage structuré respectant le « fil conducteur » de l'apprentissage. Pour ce faire, la présentation des informations dans le mode novice est réalisée de façon quasi séquentielle, étape par étape. L'apprenant n'a donc que la possibilité de suivre le déroulement du démontage mais peut toutefois revenir sur les étapes précédentes pour les approfondir. Il peut, bien entendu, accéder à l'ensemble des connaissances connexes (outils, pièces), grâce au lexique, et aux activités qu'il a déjà assimilées de façon libre, grâce aux hyperliens.

Enfin, l'apprenant peut se créer un profil afin de sauvegarder son niveau courant, pour un apprentissage réparti dans le temps.

Le **mode renforcement** propose, quant à lui, une manipulation beaucoup plus flexible du didacticiel. Son usage est orienté vers l'efficacité du travail plutôt que vers l'apprentissage proprement dit. C'est plus un véritable support d'informations détaillées qu'un mode d'apprentissage. L'utilisateur a donc la possibilité de consulter librement l'ensemble des étapes du processus et bénéficie d'un accès direct à l'ensemble des données techniques autour du produit (sous-ensembles, pièces, outils, opérations, gestes techniques).

Sans rentrer dans le détail de l'architecture de DidaRex, il convient de noter l'existence d'une séparation entre le module gérant l'interface et le moteur du didacticiel. Cette séparation permet de prendre en compte de façon plus souple la volonté d'exploiter le didacticiel sur des plates-formes matérielles différentes.

Générateur de didacticiels

Le nombre élevé de types d'appareils devant être traité par la plate-forme REX et la diversité de leurs marques et des variantes font qu'il est nécessaire de pouvoir généraliser notre didacticiel à n produits. Il est évidemment inconcevable d'élaborer un didacticiel spécialisé pour chacun des produits à démonter. Par ailleurs, on ne peut non plus se contenter d'avoir seulement un didacticiel par type d'appareil et de négliger les spécificités propres à chaque variante puisque par définition, notre didacticiel se veut être un support informationnel complet et efficace.

Dans REX, l'ensemble des données techniques concernant les appareils usagés est géré par un Système de Gestion de Données Techniques (SGDT) qui joue le rôle de fédérateur des différentes informations relatives à un produit au sein d'un modèle commun du produit (Randoing, 1995 ; Maurino, 1995).

Pour résoudre le problème de la construction des didacticiels tenant compte de la diversité des produits, nous avons couplé les fonctionnalités du SGDT à notre plate-forme, pour générer automatiquement des didacticiels spécifiques à chaque appareil référencé par le SGDT. Pour ce faire, nous avons conçu et développé un générateur de didacticiels dont le principe de fonctionnement est le suivant. Le générateur extrait du SGDT (au moyen de requêtes) les informations contextuelles au type de produit et les utilise pour générer le didacticiel correspondant en fonction d'une architecture prédéfinie (fig. 1).

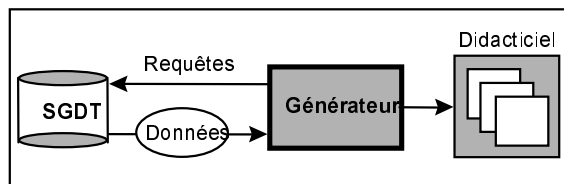


Figure 1. Principe de fonctionnement du générateur.

PATTERNS DE PRÉSENTATION

Le générateur permet la production automatique de didacticiels spécifiques. Il résout le problème lié à la diversité des appareils à étudier grâce au couplage avec le SGDT. Néanmoins, un autre problème d'importance reste à traiter : celui de l'adéquation entre la présentation de l'information et niveau (qualification) de l'apprenant. Cette contrainte est en partie traitée dans le didacticiel par la possibilité de choisir un profil qui définit la stratégie d'utilisation de l'outil : restreinte et séquentielle dans le cas novice, libre lors du renforcement et d'utilisation pendant le travail de démontage. Ce choix d'un profil ne permet cependant pas d'afficher l'information de manière différente, selon que l'apprenant est un débutant ou un professionnel confirmé. Or, il nous semble que c'est justement un aspect fondamental du didacticiel. La présentation de l'information doit donc être fonction du niveau de l'élève. Pour résoudre ce problème et pour conserver les bénéfices du générateur de didacticiels, nous avons exploré la notion de « patterns de présentation ».

Un pattern (patron) se définit comme une façon générale, éprouvée et performante de résoudre un problème récurrent dans un contexte donné, en lui proposant des solutions types (Alexander *et al.*, 1977 ; Eckel, 1999 et Riehle & Züllighoven, 1996). Les patterns sont largement utilisés dans le développement de logiciels mais leur application au domaine de l'hypermédia n'a pas encore été bien exploré, notamment au niveau de la conception des interfaces utilisateurs (Rossi *et al.*, 1997). Ce n'est que depuis quelques années que la recherche s'est intéressée à la définition de patterns de conception pour l'hypermédia et à leur classification (Nanard *et al.*, 1999).

Rossi *et al.* (1997) définissent deux familles de patterns de conception pour l'hypermédia : les patterns pour les **systèmes** hypermédias (systèmes auteurs) et les patterns pour les **applications** hypermédias (exemple : les didacticiels). Dans cette dernière famille, Garrido *et al.* (1997) distinguent les **patterns de navigation** qui décrivent des stratégies de navigations, et les **patterns d'interface** dont le but est de proposer la bonne combinaison d'éléments multimédias pour une présentation efficace de l'information, en tenant compte des aspects cognitifs et esthétiques (Van Welie *et al.*, 2000). Les patterns d'interface ne prennent cependant pas en compte la notion de « niveau » de l'utilisateur. Nous introduisons donc la notion de pattern de présentation qui décrit, en tenant compte du niveau de l'utilisateur, la façon dont des informations relatives à un domaine donné doivent être présentées afin d'obtenir une meilleure assimilation. Dans notre cas précis du désassemblage, nous pouvons par exemple considérer deux patterns de présentation : « apprentissage du démontage pour un novice » et « renforcement de l'apprentissage du démontage ». Ces deux patterns tiennent compte de la différence de comportement cognitif des acteurs (Vial, 2000).

Afin de capitaliser ces patterns, nous proposons de les stocker dans un catalogue, dans lequel ils sont classés et accessibles selon différents critères. Les intérêts d'un tel catalogue est de faciliter la recherche d'une solution à un problème de présentation des données dans un cadre d'apprentissage et de permettre la réutilisation des patterns et leur spécialisation.

Nous voulons exploiter le contenu des patterns dans la génération des didacticiels. Pour cela nous associons à chaque pattern de présentation un document de référence qui sera utilisé lors de l'élaboration automatique des didacticiels par le générateur.

Ce document de référence est élaboré à l'aide d'un éditeur contextuel. Ce document est composé d'éléments invariants et d'autres éléments génériques qui peuvent être instanciés pour créer des documents spécialisés. Un document de référence est composé de différents objets de présentation (texte, image, son, film) que nous appelons « conteneurs ». Chaque conteneur est muni de comportements qui déterminent la façon dont ils seront affichés à l'écran. Par exemple, on pourra décider qu'un texte s'affichera ligne par ligne, qu'il pourra s'estomper après l'affichage et qu'il devra être affiché après n autres conteneurs (chronologie). Les documents de référence sont utilisés par le générateur lors de la construction du didacticiel spécialisé. Ces documents sont générés sous un format indépendant, ce qui permet de les adapter aux différents contextes logiciels et matériels.

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons montré notre approche de la construction et du fonctionnement d'une famille de didacticiels industriels. Différents modes de formation ont été identifiés, ainsi que différentes situations, y compris matérielles (dispositif pouvant accompagner le « recycleur » pendant son travail). L'approche générateur a été choisie pour satisfaire le souhait de disposer d'informations précises (sur des appareils à démonter) et non seulement des principes de démontage. Le travail s'est effectué dans un contexte pluridisciplinaire à la fois au niveau du projet global, dans lequel le recyclage a été abordé selon trois sensibilités différentes (automatique, informatique et comportement de l'homme au travail), et au niveau de la conception et de la réalisation de DidaRex, qui a permis de confronter notamment des informaticiens aux psychologues. Nous avons pu ainsi étudier des formes de présentations les plus appropriées. Le premier prototype de DidaRex a été réalisé à l'aide de ToolBook Instructor II. Il sert à la validation auprès des utilisateurs potentiels des choix de présentation et d'interaction. La migration vers un format « Web » ainsi que la transposition vers des dispositifs miniaturisés sont en cours.

BIBLIOGRAPHIE

- Alexander C. *et al.* (1977). *A pattern language*, New-York : Oxford University Press.
- Blondel F. (2000). *Gestion industrielle, Aide-mémoire de l'ingénieur*, Dunod.
- Boutros N. *et al.* (2000). *Conception et mise en œuvre d'un didacticiel professionnel*, RJC-IHM Ile de Berder.
- David B., Boutros N. & Saïkali K. (1999), « Conception orientée recyclage des produits manufacturiers », 3^{ème} *Congrès International de Génie Industriel*, Montréal, Canada.

- Dufresne A. (1992). « Ergonomie cognitive, Hypermédias et Apprentissage », in B. de La Passardière et G.-L. Baron (éds), *Hypermédias et apprentissages*, Actes des premières journées scientifiques Hypermédias et Apprentissages, Chatenay-Malabry, Paris : INRP/EPI, p. 121-132.
- Eckel B. (1999). *Thinking in patterns with Java*.
- Garrido A., Rossi G. & Schwabe D. (1997). « Patterns Systems for Hypermedia », *Proceedings of PloP'97*, Atlanta, USA.
- Konan L. (1998). *Analyse de travail dans une entreprise d'insertion : Essai de conception d'une méthodologie de recueil et d'analyse de procédures de travail implicites lors du démontage d'appareils électroménagers*, Mémoire de Maîtrise en psychologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble, 56 p.
- Maurino M. (1995). *La gestion des données techniques*, Paris : Masson.
- Mousavi S. Y., Low R. & Sweller J. (1995). « Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes », *Journal of Educational Psychology*, vol. 87, n° 2, p. 319-334.
- Najjar L. J. (1996). « Multimedia information and learning », *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 5, p. 129-150.
- Nanard J. & Nanard M. (1999). « Toward an Hypermedia Design Patterns Space », *Proceedings of the HT99 Workshop on Hypermedia Development Design Patterns in Hypermedia*, Darmstadt, Germany.
- Pyronnet J. (1998). *Analyse de travail dans une entreprise d'insertion : Identification des stratégies de désassemblage*, Mémoire de maîtrise en psychologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble, 65 p.
- Randoing J. M. (1995). *Les SGDT*, Paris : Hermès.
- Riehle D. & Züllighoven H. (1997). *Understanding and Using Patterns in Software Development. Theory and Practice of Object Systems 2*.
- Rossi G., Schwabe D. & Garrido A. (1997). « Design Reuse in Hypermedia Applications Development », *Communication of the ACM, Hypertext 97*, Southampton UK.
- Van Welie M., Van der Veer G. C. & Eliëns A. (2000). « Patterns tools for user interface design », in J. Vanderdonck & C. Farenc, *Tools for working With Guidelines (TFWWG'2000)*, Springer, p. 314-324.
- Vial I. & Dubois M. (2000). « Cognitive effects of multimedia presentation of technical information », *2nd Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL)*, MCPL' 2000, Grenoble.
- Weidenfeld G. (1997). *Techniques de base pour le multimédia*, Masson.

APPORTS D'UNE MODALITÉ DE TUTORAT PROACTIVE OU RÉACTIVE SUR L'UTILISATION DES AIDES DANS UN HYPERMÉDIA DE FORMATION À DISTANCE

Bruno DE LIÈVRE et Christian DEPOVER

Unité de Technologie de l'Éducation,
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation - Université de Mons-
Hainaut, Place du Parc, 18 - B-7000 Mons - Belgique

bruno.delievre@umh.ac.be, christian.depover@umh.ac.be

Résumé : *Ce travail met en évidence les apports de deux modalités de tutorat dont bénéficient des apprenants dans le cadre d'un hypermédia d'apprentissage. À côté du recours possible à un tuteur, les apprenants ont à leur disposition des outils cognitifs, des outils métacognitifs ainsi que des outils d'aide à la navigation. Les interventions du tuteur s'effectuent selon deux approches : d'une part, une modalité réactive, et d'autre part, une modalité proactive. Nos résultats mettent en évidence que le fait de recourir à un tutorat proactif a une influence significative sur l'usage de l'ensemble des outils et que ces effets se différencient selon les fonctions remplies par les outils d'aide implémentés.*

Mots-clés : *tutorat, hypermédia d'apprentissage, outils d'aide, enseignement à distance.*

Abstract : *This work shows the effects of two tutoring methods in a hypermedia learning environment. In this hypermedia the learners have access to a tutor but also to cognitive tools, metacognitive tools and navigation tools. The tutor's interventions were either proactive or reactive. Our results show that proactive tutoring improves the use of the learning tools. It is important to note that the effects of the tutoring are different depending on the functions of the learning tools.*

Keywords : *tutoring, hypermedia, learning tools, distance learning.*

INTRODUCTION

Dans un système de formation à distance, les fonctions associées au tutorat sont nombreuses : support à la planification des activités, apport d'informations contextualisées, soutien à l'autoquestionnement et aux pratiques réflexives. Certains auteurs mettent également en évidence le fait que le tuteur a un rôle de soutien motivationnel ainsi qu'une fonction sociale en favorisant le sentiment d'appartenance à une communauté (Stelzer & Vogelzangs, 1995).

Dans le cadre des fonctions que nous venons d'évoquer, il est possible de distinguer différentes stratégies d'intervention du tuteur auprès de l'apprenant : d'une part, en réaction à une demande de l'apprenant, nous parlerons, dans ce cas, de modalité réactive ; d'autre part, en décidant d'intervenir spontanément auprès de l'apprenant, il s'agit dans ce cas d'une modalité que nous qualifierons de proactive. Par rapport à cet aspect, nous nous interrogerons à l'instar de Young (1993) et Choi et Hannafin (1995) sur l'opportunité et l'efficacité d'un tutorat proactif ainsi que sur les conditions justifiant, aux yeux de l'apprenant, qu'il sollicite le tuteur à sa propre initiative.

Pour observer l'impact d'une modalité réactive ou proactive du tuteur, nous allons focaliser nos observations sur la manière dont les outils d'aide sont exploités en fonction des deux modalités de tutorat envisagées. Des recherches menées par Crook (1994) font le constat que les outils mis à la disposition de l'apprenant dans un contexte d'apprentissage sont généralement peu utilisés. C'est également ce que soulignent plusieurs études antérieures réalisées au sein de notre unité de recherche (Deschryver, Depover & De Lièvre, 1994). Ces recherches, tout comme les travaux de Dijkstra, Collis et Eseryel (1999), montrent que c'est essentiellement parce que les apprenants ne savent pas que ces outils existent ou encore parce que le traitement de la situation n'exige pas leur mise en œuvre que ces outils sont généralement peu utilisés. En effet, on constate que les apprenants les exploitent davantage quand ils ont pu se rendre compte de leur apport mais qu'ils ne découvrent le plus souvent cet apport que s'ils sont dans l'obligation d'utiliser ces outils pour pouvoir poursuivre leur apprentissage ou si le système les leur fait découvrir.

Si nous posons comme hypothèse que la modalité d'intervention proactive stimule l'usage des outils d'aide par rapport à une modalité d'intervention réactive, c'est en faisant référence au concept de « scaffolding » qui est décrit par Wood, Bruner & Ross (1976), dans le contexte de l'apprentissage en situation, comme le contrôle des « aspects de la tâche qui sont initialement inaccessibles aux compétences des apprenants pour leur permettre de se concentrer sur ceux qui relèvent de leur niveau de compétence » (p. 9). Des auteurs comme Collins (1993) et Salomon, Globerson et Guterman (1989) soulignent qu'une intervention adaptée qui est de l'ordre du « scaffolding » est susceptible d'améliorer l'usage des outils par des sollicitations spécifiques intervenant tout au long de la tâche.

LE CONTEXTE D'APPRENTISSAGE : UN ENVIRONNEMENT HYPERMÉDIA

Cette recherche analyse les processus d'apprentissage mis en œuvre par des apprenants dans le cadre d'un hypermédia présentant la particularité de proposer à certains d'entre eux un accès à un tuteur à distance. À côté du recours possible au tuteur, les apprenants ont à leur disposition une large panoplie d'outils (voir figure 1) tels que des outils cognitifs prenant la forme de rappels ou d'illustrations, des outils métacognitifs permettant aux apprenants de se situer par rapport à la tâche et d'analyser leur propre démarche de résolution ainsi que des outils d'aide à la navigation leur expliquant comment mettre en œuvre certaines fonctionnalités mises à disposition dans l'environnement hypermédia. Les interventions du tuteur s'effectuent selon deux modalités : d'une part, une modalité réactive à l'occasion de

laquelle les apprenants sollicitent l'aide du tuteur en lui adressant une demande à travers l'outil de communication mis à sa disposition et d'autre part, une modalité proactive consistant à intervenir lorsque les apprenants semblent être en difficulté ou lors de certains moments bien définis considérés comme des moments critiques de leur apprentissage, comme c'est souvent le cas lors du passage d'une phase de travail à une autre.

Comme le met en évidence la figure 1, l'hypermédia utilisé dans notre expérience propose aux apprenants une tâche structurée en trois phases de traitement. La phase d'analyse de la situation au cours de laquelle les apprenants sont amenés à prendre connaissance des difficultés d'apprentissage qui leur sont décrites. Il leur est demandé de s'informer sur la manière dont ces difficultés se manifestent au quotidien en consultant les fiches qui reprennent de façon détaillée les différents effets ou symptômes qui permettent de comprendre en quoi peut consister cette difficulté. La phase d'identification exige des apprenants qu'ils identifient précisément les difficultés d'apprentissage qu'ils ont découvertes lors de la phase précédente en les associant à un ou à plusieurs principes théoriques susceptibles d'en expliquer l'origine. Pour effectuer cette tâche, les apprenants sélectionnent une fiche correspondant à une catégorie de principes (motivation scolaire, connaissances, stratégies, etc.). Ils doivent ensuite cocher parmi les principes présents sur la fiche sélectionnée ceux qui leur semblent correspondre à une des origines possibles du problème constaté. La troisième phase permet aux apprenants de découvrir des propositions de solution susceptibles de remédier aux difficultés d'apprentissage qu'ils ont identifiées, en les illustrant à partir du problème décrit et en les reliant aux fondements théoriques qui peuvent en justifier l'origine. La tâche proposée aux apprenants consiste à traiter sept cas concrets. Chacun de ces cas décrit la situation d'un élève en difficulté d'apprentissage. Durant ces trois phases, sont disponibles, en permanence, différents outils d'aide à l'apprentissage destinés à répondre aux questions que l'apprenant pourrait se poser. Ces outils se répartissent en quatre catégories : des outils cognitifs, des outils de navigation, des outils métacognitifs et des outils de communication.

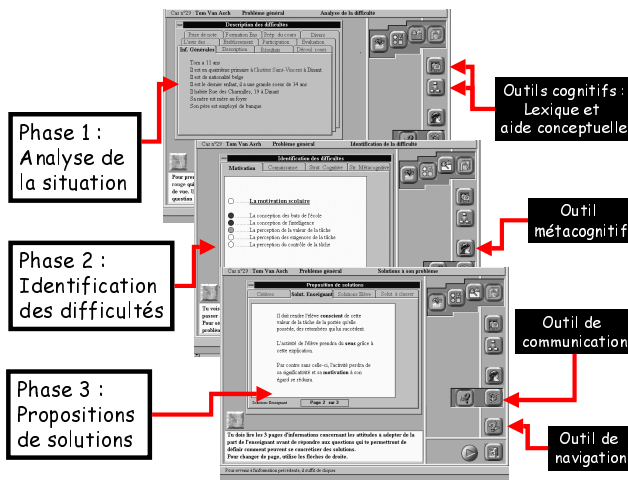


Figure 1. Les trois phases de la tâche et les outils proposés par l'environnement.

- Les outils cognitifs sont destinés à fournir aux apprenants les informations théoriques dont ils pourraient avoir besoin pour comprendre les concepts abordés au sein du logiciel. Le lexique propose essentiellement la définition de ces concepts. Il coexiste avec l'aide conceptuelle qui propose des informations détaillées relatives à ces concepts (liens qui les unissent, exemples qui les illustrent, exercices...).
- Les outils métacognitifs permettent aux apprenants d'obtenir des informations relatives à leur propre cheminement afin d'analyser leur progression et de se rappeler les manières de procéder, des étapes par lesquelles ils sont passés, des conseils et des commentaires qu'ils auraient obtenus pour les exploiter dans la tâche qu'ils sont occupés à traiter.
- Les outils de communication prennent la forme d'une interface de dialogue qui permet aux apprenants et au tuteur de discuter en direct.
- Les outils de navigation donnent la possibilité aux apprenants d'obtenir une série d'informations sur la manipulation du logiciel mais aussi sur les tâches qu'ils auront à accomplir.

LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Les groupes expérimentaux sont décrits (tableau 1) par le croisement des deux variables indépendantes à l'étude dans le dispositif, à savoir l'accès (ou pas) à un tuteur humain et la modalité d'intervention (réactive ou proactive) du tuteur.

	Intervention réactive du tuteur	Intervention proactive du tuteur
Pas d'accès à un tuteur humain	29 sujets accèdent aux outils d'aide	30 sujets accèdent aux outils d'aide
	n'ont pas accès au tuteur humain	n'ont pas accès au tuteur humain
	n'ont pas accès aux messages proactifs	ont accès aux messages proactifs
Accès à un tuteur humain	31 sujets accèdent aux outils d'aide	30 sujets accèdent aux outils d'aide
	ont accès au tuteur humain	ont accès au tuteur humain
	n'ont pas accès aux messages proactifs	ont accès aux messages proactifs

Tableau 1. *Variables indépendantes et composition des groupes expérimentaux.*

L'échantillon utilisé dans l'expérience est constitué de 120 étudiants de la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'université de Mons-Hainaut participant à un cours sur les modèles et les processus d'apprentissage. Chacun des apprenants a traité sept cas décrivant la situation d'un élève en difficulté. Chacune des sept situations a été présentée dans un ordre identique pour tous les apprenants. Les apprenants ont participé à trois ou quatre séances d'une heure trente réparties sur trois ou quatre semaines consécutives.

HYPOTHÈSES ET RÉSULTATS

L'objectif de cette recherche est d'éprouver les hypothèses suivantes à savoir :

- le fait de bénéficier d'un tutorat proactif conduit à un usage plus important des outils d'aide que le fait de bénéficier d'un tutorat réactif (hypothèse 1) ;

- l'accès à un tuteur humain conduit à un usage plus important des outils d'aide que l'absence d'accès à un tuteur humain (hypothèse 2).

Le tableau 2 présente les moyennes (colonnes 2 à 5) d'usage de chacun des outils d'aide pour les apprenants d'un groupe donné (réactif - pas d'accès au tuteur humain, proactif - pas d'accès au tuteur humain, réactif - accès au tuteur humain et proactif - accès au tuteur humain). Les informations figurant dans les deux colonnes de droite nous donnent les niveaux de signification et les niveaux de probabilité associés aux résultats des analyses de variance réalisées en vue d'éprouver chacune des deux hypothèses exprimées ci-dessus.

	Réactif- Pas d'accès au tuteur humain	Proactif- Pas d'accès au tuteur humain	Réactif- Accès au tuteur humain	Proactif- Accès au tuteur humain	Hypothèse 1 Proactif- Réactif	Hypothèse 2 Accès - Pas d'accès au tuteur humain
Tous les outils	3,25	5,39	3,42	5,27	TTS 0,000	NS 0,931
Lexique	0,70	1,35	0,85	1,09	TTS 0,001	NS 0,655
Aide métacognitive	1,55	3,05	1,71	3,42	TTS 0,000	NS 0,111
Aide conceptuelle	0,56	0,50	0,51	0,55	NS 0,905	NS 0,988
Aide à la navigation	0,44	0,49	0,35	0,21	NS 0,472	TS 0,011

Tableau 2. *Moyennes d'usage des outils d'aide et résultats aux analyses de variance.*

En ce qui concerne l'hypothèse 1, elle est confirmée pour l'usage de l'ensemble des outils d'aide (TTS à 0,000), du lexique (TTS à 0,001) et de l'aide métacognitive (TTS à 0,000). Cela signifie que la proactivité permet un usage plus important de ces outils comme en témoignent les moyennes plus élevées qu'obtiennent les apprenants de ces groupes comparativement à ceux des groupes dont le tuteur est réactif. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence à cet égard pour l'aide conceptuelle et l'aide à la navigation.

En ce qui concerne l'hypothèse 2, une seule différence significative est observée : elle concerne l'usage de l'aide à la navigation. Il est essentiel de noter que cette différence va à l'encontre de notre hypothèse de départ étant donné que ce sont les moyennes des groupes qui n'ont pas accès à un tuteur humain qui sont les plus élevées (0,44 et 0,49) alors que les moyennes d'usage de l'aide à la navigation sont les moins élevées pour les groupes qui ont accès à un tuteur humain (0,35 et 0,21).

DISCUSSION

Un des premiers points que nous voudrions mettre en évidence est le fait qu'il nous paraît indispensable de discriminer les aides selon leur rôle. En effet, les résultats que nous avons observés ne sont pas homogènes pour les différentes fonctions que peuvent prendre en charge les outils d'aide. Il s'avère donc nécessaire de ne pas considérer l'aide comme un concept unique et absolu mais bien comme un ensemble de fonctions distinctes.

L'analyse des effets des traitements sur les différents outils d'aide à l'apprentissage met en évidence un effet de la proactivité qui a pour conséquence d'augmenter l'usage des outils d'aide. Le tutorat proactif stimule l'apprenant à exploiter davantage les outils d'aide mis à sa disposition. Ceci nous paraît en accord

avec les observations de Mason (1992) lorsqu'il estime que la manière dont les tuteurs interviennent a plus d'impact que la fréquence de leurs interventions. De plus, notre étude montre que la modalité d'intervention du tuteur (proactive versus réactive) a plus d'effet que l'origine de l'intervention (accès à un tuteur humain versus pas d'accès à un tuteur humain). La proactivité donnerait à l'apprenant le sentiment d'être suivi en le stimulant à rester en état de veille cognitive et à exploiter les aides mises à disposition. Il semblerait que le tuteur proactif permette à l'apprenant de prendre plus rapidement conscience du moment auquel ces outils d'aide sont indispensables à utiliser.

Un des effets de la proactivité est de stimuler l'apprenant à exploiter les outils d'aide : mais l'apprenant est-il simplement docile ou reprend-il rapidement l'initiative ? La réponse à cette question doit être nuancée selon la nature de l'aide. En effet, si l'apprenant suit les injonctions du tuteur pour le lexique et pour l'aide métacognitive, son comportement est différent pour l'aide à la navigation. Par rapport à ces formes d'aide, les apprenants paraissent effectuer un usage spontané des outils qui nous semble ne pas dépendre uniquement du comportement du tuteur mais aussi des caractéristiques intrinsèques des outils. Ces caractéristiques sont, selon nous, au nombre de trois : la pertinence de l'outil, l'accessibilité et la contextualisation des informations.

La pertinence est associée au fait que l'outil répond à un besoin de l'apprenant. Cette pertinence a été éprouvée à travers un questionnaire d'opinions proposé aux apprenants à l'issue de l'apprentissage.

La contextualisation de l'information dispensée correspond au fait que, lorsqu'une aide est nécessaire, son contenu est sensible au problème particulier rencontré par l'apprenant. Par exemple, lorsque l'apprenant active l'aide métacognitive, celle-ci délivre une information mise à jour par rapport à l'évolution de l'apprenant dans son apprentissage, en lui indiquant quelles sont les réponses qu'il a données depuis le début du traitement du cas problème. Cette contextualisation est intégrée pour l'aide métacognitive mais pas pour les autres outils d'aide. Pour ces derniers, l'apprenant doit, par exemple, sélectionner parmi une liste de lettres (pour le lexique) ou de rubriques (pour l'aide conceptuelle et l'aide à la navigation) celle qui correspond le mieux à ses besoins. Il doit les identifier lui-même sans obtenir nécessairement l'information qui s'avérerait la plus pertinente par rapport à sa difficulté. Quand on sait que tous les apprenants n'ont pas la même capacité à identifier leurs carences ou leurs difficultés en fonction de leur niveau de compétences cognitives et métacognitives (Person *et al.*, 1994), il n'est pas surprenant que ces outils d'aide soient peu employés sans incitation explicite par le tuteur à le faire. Si le lexique est malgré tout plus exploité que l'aide conceptuelle et l'aide à la navigation, c'est probablement parce que l'accès à l'information contenue dans le lexique est plus aisé.

Cette facilité d'accès à l'information nous paraît susceptible d'être caractérisée par deux paramètres : la manière d'atteindre l'information et la forme sous laquelle se présente l'information fournie. Un accès qui demande de multiples manipulations ou une recherche longue des informations n'incite pas à utiliser une aide alors qu'un accès par mots-clés conduisant directement à une information pertinente facilite l'usage de l'aide pour autant que la procédure d'accès soit formulée en

termes explicites et succincts. Nous parlerons d'accessibilité cognitive pour ce qui a trait à la forme sous laquelle l'information est présentée et d'accessibilité manipulative pour ce qui concerne la procédure qui permet d'obtenir l'information. D'une manière générale, nous avons pu constater que les apprenants favorisent l'usage d'une aide en fonction de la qualité de l'information et de la facilité d'accès à celle-ci. Cette interprétation nous semble être consistante avec les qualités habituellement attribuées au feed-back, à savoir la pertinence de l'information qu'il procure et le délai qui le sépare de la réponse donnée. Dans notre expérience, le lexique est davantage utilisé parce que son accessibilité cognitive et manipulative compense en partie son manque de contextualisation. Ce n'est pas le cas pour l'aide à la navigation et l'aide conceptuelle qui sont peu utilisées et pour lesquelles l'accessibilité cognitive et manipulative est nettement moins satisfaisante.

Ces constats nous amènent à avancer l'idée que la proactivité a essentiellement un effet amplificateur sur les qualités intrinsèques des outils d'aide. L'important est de bénéficier d'une aide pertinente, accessible et contextualisée. Lorsque ces qualités sont réunies au sein d'un outil d'aide, la proactivité conduit à en faire un usage plus important. Par contre, si certaines de celles-ci font défaut, la proactivité perd beaucoup de son efficacité. Et même quand ces qualités existent, elles ne suffisent pas toujours à persuader les apprenants à exploiter les outils d'aide. Une des raisons de leur faible utilisation peut être attribuée au fait que les apprenants ont des difficultés à anticiper le type d'information que certaines formes d'aide vont leur apporter et que, en raison de ces difficultés, ils hésitent à les utiliser (Deschryver, Depover & De Lièvre, 1994 ; Dijkstra, Collis & Eseryel, 1999). Le comportement proactif du tuteur peut, à ce niveau, stimuler les apprenants à découvrir en contexte ce que contiennent ces outils d'aide.

En ce qui concerne l'apport du tuteur humain, nous n'en observons aucun effet sur l'usage des outils d'aide implémentés si ce n'est un effet inhibiteur sur l'usage de l'aide à la navigation. Le sentiment de présence sociale que peut apporter l'intervention d'un tuteur humain n'a aucun effet positif sur l'usage des aides. L'utilisation plus importante des outils d'aide est favorisée davantage par la modalité d'intervention, proactive dans ce cas-ci, que par la présence ou l'absence d'un tuteur humain. Nous expliquons cette absence d'effet par le fait qu'une des modalités de réaction du tuteur parmi les plus fréquemment utilisées, qui est de renvoyer à l'utilisation d'outils d'aide, peut aisément être mise en œuvre par un tuteur informatisé. Il n'est dès lors pas surprenant de ne pas constater de différence liée à la présence d'un tuteur humain. D'un point de vue plus général, nous pouvons affirmer que si un être humain est indispensable dans certains contextes d'enseignement à distance, ce n'est pas l'influence qu'il peut avoir pour stimuler l'usage des aides implémentées qui justifie sa présence : un système informatique fait tout aussi bien et permet de libérer le tuteur humain pour le réserver en vue d'autres tâches pour lesquelles il se révèle plus indispensable.

Pour conclure, nous soulignerons combien il est essentiel, en termes d'efficacité, de mettre en évidence les conditions qui permettent de faire le meilleur usage du tuteur humain et, dans cette perspective, de circonscrire les variables pédagogiques, cognitives, psychologiques et contextuelles sur lesquelles il est le plus pertinent d'agir.

BIBLIOGRAPHIE

- Choi J.-I. & Hannafin M. (1995). « Situated cognition and learning environments: roles, structures and implications for design », *Educational Technology Research & Development*, vol. 43, n° 2, p. 53-69.
- Collins A. (1993). « Design issues for learning environments », in S. Vosniadou (éd.), *Psychological and Educational Foundations of Technology-Based Education*, New-York : Springer-Verlag.
- Crook C. K. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*, London : Routledge.
- Deschryver N. & Depover C., de Lièvre B. (1994). *Analyse comparative des démarches d'apprenants novices et experts dans une situation de résolution de problèmes assistée par ordinateur*, Publication interne, Université de Mons-Hainaut, 112 p.
- Dijkstra S., Collis B. & Eseryel D. (1999). « Instructional Design for Tele-learning », *Journal of Computing in Higher Education*, vol. 10, n° 2, p. 3-28.
- Mason R. (1992). *Application of electronic communication for distance education in the third world*, Bangkok Project, Bangkok, Thailand, BANCMC, University of Calgary.
- Person N. K., Graesser A. C., Magliano J. P. & Kreuz R. J. (1994). « Inferring what the student knows in one-to-one tutoring: The role of student questions and answers », *Learning and Individual Differences*, vol. 6, p. 205-29.
- Salomon G., Globerson T. & Guterman E. (1989). « The computer as a zone of proximal development: Internalizing reading-related metacognitions from a reading partner », *Journal of Educational Psychology*, vol. 89, p. 620-627.
- Stelzer M. & Vogelzangs I. (1995). *Isolation and Motivation in On-line and Distance Learning Courses*.
<http://www.to.utwente.nl/ism/online95/campus/library/online94/chap8/chap8.htm>.
- Wood D., Bruner J. S. & Ross G. (1976). « The role of tutoring in problem solving », *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, n° 17, p. 89-100.
- Young M. F. (1993). « Instructional design for situated learning », *Educational Technology Research & Development*, vol. 41, n° 1, p. 43-58.

LA RÉALITÉ VIRTUELLE : UN MÉDIA POUR APPRENDRE

Daniel MELLET D'HUART

AFPA – DEAT, 13, place du Général de Gaulle - 93 100 MONTREUIL
dmellet@club-internet.fr

Résumé : *Plus qu'un nouveau concept, la réalité virtuelle tend à émerger comme un nouveau média doté de caractéristiques propres. Elle constitue une nouvelle composante des multimédias. Ces caractéristiques, combinées ou non à d'autres technologies, offrent de nouvelles opportunités d'usage pour apprendre. Elles permettent en particulier de montrer des aspects non visibles de la réalité et/ou de représenter de façon concrète des savoirs abstraits.*

Mots-clés : *environnement virtuel, formation, média, réalité virtuelle.*

Abstract : *Virtual reality is more than a new concept : it is emerging as a new medium with its own characteristics. It is a new component of multimedia applications. Whether in combination with other technologies or on its own, it offers new opportunities for assisting learning. In particular, it enables non-visible aspects of reality to be shown and makes possible the tangible representation of abstract knowledge.*

Keywords : *virtual environment, training, media, virtual reality.*

La famille des médias numériques poursuit sa croissance et prend de l'étoffe. Alors que les technologies hypertextuelles et hypermédiatiques se développent grâce à la forte poussée de l'Internet et des supports inscriptibles de type cédérom et DVD, d'autres technologies, telles que la réalité virtuelle, avancent de façon plus discrète. Cependant, avec la rencontre entre environnements virtuels, agents virtuels et intelligence artificielle, c'est une véritable révolution qui se prépare au service de l'éducation et de la formation. Des nouvelles possibilités d'usage particulièrement intéressantes pour les systèmes d'apprentissage sont en émergence. Moins conceptuels que les hypertextes, et plus intuitifs que les systèmes informatiques classiques, les environnements virtuels développent une interactivité proche de l'activité sensori-motrice qui fait l'essence du quotidien de l'être humain.

QU'EST-CE QUE LA RÉALITÉ VIRTUELLE ?

Le terme de réalité virtuelle rassemble les technologies informatiques et électroniques permettant de développer des environnements virtuels en trois dimensions. Nous définissons la réalité virtuelle comme un dispositif informatique permettant la *virtualisation* puis l'*actualisation* d'un monde tridimensionnel et

multisensoriel construit au sein d'un espace-temps particulier et inspiré par la réalité, par des savoirs ou par l'imaginaire.

La *virtualisation* correspond à la mise en forme informatique des possibles, c'est à dire à leur modélisation et à leur programmation. Ce processus se fonde sur un modèle du monde construit selon les règles de la perception humaine et ses contraintes psychophysiques.

L'*actualisation* permet à l'utilisateur de faire l'expérience singulière d'un de ces possibles, calculé pour lui par l'ordinateur. Elle s'élabore en suivant des règles de communication sensori-motrice naturelles à l'homme (*schèmes sensori-moteurs*). Il en découle ainsi pour l'utilisateur un sentiment familier de *réalité* communément appelé sentiment d'immersion.

La réalité virtuelle repose donc sur un ensemble de technologies numériques – *informatiques et électroniques* – qui permettent de créer cet environnement artificiel et d'y placer un utilisateur en interaction sensori-motrice. L'utilisateur est immergé plus ou moins intensément au sein cet environnement qui se substitue à l'environnement réel. Le coté artificiel de cet environnement est alors oublié. La qualité de l'immersion est fonction de la richesse perceptive, émotionnelle et narrative qu'offre le système à l'utilisateur, de la capacité donnée à l'utilisateur d'agir dans cet environnement et de sa crédibilité globale.

CARACTÉRISTIQUES D'UN SYSTÈME DE RÉALITÉ VIRTUELLE

S'il n'est pas facile de tracer des contours stricts à la notion de réalité virtuelle, un certain nombre de critères permettent toutefois de décider s'il s'agit ou non d'un système de réalité virtuelle ou d'un *produit multimédia* au sens plus restreint du terme. La réalité virtuelle, c'est la communication entre les organes sensori-moteurs de l'utilisateur et le système informatique (Fuchs, 1996 ; Chambard, Crimetz & Ferran, 1998).

Entrant dans un environnement virtuel, l'utilisateur n'a normalement rien à apprendre pour communiquer avec le système informatique. C'est ce dernier qui a appris à écouter l'utilisateur et à communiquer avec lui sur un *mode sensori-moteur inversé* – inversé parce que l'ordinateur est organisé autour du système perceptif et moteur de l'utilisateur. En donnant à sentir et à percevoir et en se mettant à l'écoute des actes de l'utilisateur, il se positionne en creux par rapport à l'utilisateur.

Parce que la vision est le sens dominant de la perception humaine, il n'y a pratiquement pas de système de réalité virtuelle qui n'offre une dimension visuelle importante. Les caractéristiques sont alors les suivantes. L'univers visuel est construit en trois dimensions. L'utilisateur peut s'y promener et observer les objets, les choses ou les personnes en trois dimensions et selon différents points de vue. L'utilisateur y possède une certaine liberté lui permettant de se déplacer et de percevoir l'effet de ses déplacements. Au plan auditif, le système offre une relation directe entre le son perçu et les événements survenant dans l'univers virtuel. Ainsi, l'intensité avec laquelle une source sonore est perçue, dépend de sa distance par rapport à l'utilisateur. Le goût et l'odorat demeurent les parents pauvres des environnements virtuels. Trop complexe, le goût n'est pas supporté par la technologie

actuelle. S'il arrive que l'odorat soit pris en compte, c'est par l'usage de gaz odorifères qui n'ont rien de virtuel !

Enfin, il y a le domaine complexe de l'ensemble sensation tactile, kinesthésie, proprioception que désigne le terme *haptique*. Ce secteur est à la fois le point fort de l'utilisation de systèmes de réalité virtuelle pour la formation professionnelle et le maillon faible de ces technologies. La complexité physiologique de ces systèmes perceptifs et les limitations technologiques font face à des enjeux et des perspectives d'usages considérables qui justifient de nombreuses recherches dans ce domaine (Burdea, 1996 ; England, 1995 ; Tzafestas, 1998). Les informations sensorielles, au-delà de la vue et de l'audition, permettent véritablement de piloter le geste et de guider l'action. Les solutions le plus souvent retenues aujourd'hui, consistent à stimuler les organes sensoriels impliqués en mêlant interfaces réelles et numériques. Ainsi la plupart des simulateurs mêlent éléments tirés des situations réelles de travail à des interfaces numériques. Il en est ainsi du simulateur de conduite de camion TRUST qui est constitué d'une vraie cabine de poids lourd. Les équipements embarqués y sont reliés au calculateur (Mellet d'Huart, 1998a). Des moteurs placés sur différents organes tels que le volant génèrent des retours d'effort. Ceux-ci sont alors fonction de la route, de la charge embarquée et de la vitesse du véhicule. Il s'agit, en l'occurrence, de variables paramétrables. Ce principe est repris par de nombreux multimédias de jeu.

RÉALITÉ VIRTUELLE, HYPERTEXTE, HYPER ET MULTIMÉDIA

La logique des liens hypertextes et hypermédias est née de la volonté de mettre en relation des éléments (*texte, images...*) qui jusqu'alors avaient une existence indépendante afin de les rendre accessibles autour d'une thématique ou une problématique de recherche particulière. Ils permettent à l'utilisateur de cheminer en allant de document en document ou de support en support. Si au départ ces liens ont rassemblé des contenus développés indépendamment les uns des autres, il en découle aujourd'hui une nouvelle forme d'écriture dans laquelle des unités sémantiques sont reliées entre elles par des hyperliens.

Les technologies de la réalité virtuelle et celles des hypertextes et hypermédias présentent des différences et des complémentarités d'usage.

Les systèmes utilisant la réalité virtuelle sont différents dans leurs modes d'écriture. La vocation première de la réalité virtuelle n'est donc pas d'être hypermédiatique. La navigation y est progressive et continue. Elle cherche à rester proche des *mécanismes naturels* d'appréhension du monde.

Fondée sur l'analogie au monde perçu, la réalité virtuelle est multisensorielle et *multi-motrice*. Elle repose sur une logique de continuité spatio-temporelle. Certes, le temps et l'espace peuvent y être distendus ou condensés mais ils s'y déroulent sans rupture.

C'est donc d'abord dans sa cohérence interne de *monomédia multimodal* que la réalité virtuelle a souvent été abordée. En tant que média, elle se suffit à elle-même et s'organise autour d'un nombre plus ou moins grand de canaux sensorimoteurs. Toutefois, des produits récents tels que la *Maison de demain* ou les visites

virtuelles de centrales nucléaires d'EDF, montrent comment un environnement virtuel être peut enrichi par des séquences vidéo ou complétées par des séquences audio par l'activation d'hyperliens au sein même de l'environnement virtuel.

L'introduction de rupture peut être souhaitée, elle requiert alors de faire appel soit à la scénarisation soit à l'hypermédia. Des langages tels que le VRML¹ contribue à des développements légers, faciles à transporter et à mettre en hyperliens. Elle peut alors intégrer des épisodes nodaux en liant certaines instances de l'environnement virtuel à d'autres médias et devenant un hypermédia à part entière.

DES HYPERMÉDIAS AUX ENVIRONNEMENTS VIRTUELS ÉDUCATIFS : MISE EN PERSPECTIVE

La réalité virtuelle est d'ores et déjà utilisée en éducation en formation (Bevan, 1997 ; Loftin & Kenney, 1994 ; Psotka, 1995 ; Mellet d'Huart, 1998b). En éducation on note des produits dans les domaines de l'histoire (Grove, 1996) permettant la reconstitution de la vie dans des époques passées, de la biologie (Nikoulou, Mikropoulos & Katsikis, 1997).

Dans le domaine de la formation, l'usage de la simulation a déjà une longue histoire (Paquelin, 1997). Les applicatifs de type simulateurs de vol ont fait partie des premiers développements. Le simulateur de conduite de camion TRUST, évoqué précédemment et développé par THALES TRAINING & SIMULATION à l'occasion d'un partenariat européen, intègre de réelles fonctionnalités pédagogiques de gestion de parcours, de génération d'exercice, d'évaluation en temps réelle de la conduite... Aux États-Unis, la Navy et l'armée américaine s'intéressent aux environnements de formation intégrant des agents pédagogiques et permettant une immersion des apprenants proches des situations réelles de travail. Les travaux engagés par Institute for Creative Technology (*University of Southern California*) visent à créer des environnements de formation émotionnellement impliquant et mêlant les utilisateurs à des agents virtuels (Rickel *et al.*, 2001). Des professionnels venant de l'industrie cinématographique d'Hollywood y collaborent avec des informaticiens. Enfin des équipes comme celle d'EDF (Mellet d'Huart, 1999) développent des environnements de formation qui, à la fois, prennent en compte les spécificités techniques de la réalité virtuelle et intègrent les acquis du multimédia éducatif en insérant des données conceptuelles, des schémas ainsi que des représentations des parties non visibles des systèmes étudiés. Elle y a, en particulier, développé un produit de formation à une méthode de diagnostic illustrée par les dysfonctionnements d'un robinet industriel. Ce sont des hyperliens qui permettent d'accéder à certaines fonctionnalités pédagogiques et qui permettent, en particulier, de « déshabiller », pièce par pièce, la machinerie de sa carrosserie.

¹ *Virtual reality modeling language*

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE POUR APPRENDRE

Si l'on approche la réalité virtuelle comme un nouveau média, il faut alors considérer ce qu'il permet de faire, non pas en terme de transfert de support comme on pourrait passer d'un support papier à un support HTML, mais en considérant les nouvelles possibilités d'action propres à ce média. Elle offre, en formation notamment, des opportunités particulières pour faire des choses qui sont irréalisables d'autres médias. Les avantages de la réalité virtuelle sont multiples (Pantelidis, 1997 ; Seidel & Chatelier, 1997 ; Mellet d'Huart, 1998b). Dans le cadre de ce document, nous nous limiterons essentiellement à deux aspects de ces avantages. L'un est assez trivial, bien que nécessitant toutefois d'être énoncé. Le second, bien moins visible que le premier, est probablement porteur d'enjeux plus *révolutionnaires* à long terme.

Les avantages

Sans être forcément l'avantage le plus important, le premier avantage qui vient à l'esprit est que la réalité virtuelle permet de former dans conditions très proches de la réalité en éliminant un certain nombre d'inconvénients. Elle permet d'avoir toujours sous la main l'environnement choisi dans l'état où il est souhaité. Ainsi, si l'on forme à la navigation², l'environnement virtuel permet de contrôler l'état de la mer, le trafic, le type de bâtiment utilisé et jouer sur son état de marche sans crainte d'entraîner des risques matériels ou humains. Cet avantage vient de ses capacités d'analogies avec des situations réelles.

Les contextes professionnels deviennent de plus en plus abstraits et distants de l'acte de transformation. Des systèmes informatiques font de plus en plus *écran* entre l'opérateur et sont activité finale. Certains autres processus sont traditionnellement abstraits, tels que des processus de transformation chimiques. Il en découle une difficulté pour les apprenants à se construire des représentations mentales, voire des modèles mentaux pertinents des processus en cours. Ce média a la particularité de permettre de représenter des phénomènes qui ne sont pas visibles dans le monde réel. Cela permet d'enrichir les représentations de la réalité en offrant à l'apprenant des supports inégalés.

Les systèmes d'apprentissage utilisant les réalités virtuelles peuvent alors à la fois :

- proposer des représentations des processus impliqués ;
- permettre aux utilisateurs d'aller s'immerger au niveau où ces transformations se produisent et d'y vivre une expérience sensori-motrice *multi-modal*, rendant leur apprentissage proche d'un apprentissage concret dans un environnement réel.

Comment passer d'un niveau de réalité tout en préservant la capacité à distinguer ce qui relève du monde réel visible et ce qui relève du *monde caché* ? L'utilisation d'agents virtuels pédagogiques (Rickel & Johnson, 1999) dont le rôle

2 Cf. simulateur de navigation de la Marine Nationale à l'École Navale.

est de guider et d'accompagner les processus d'apprentissage, peut servir de guide et de repère lors de changement de registre dans la complexité du réel. Une solution plus classique consistera à concevoir des hyperliens entre médias différents. Chaque média permet alors de tenir un discours spécifique sur un niveau de réalité donné, les uns étant reliés aux autres par des liens hypermédiatiques.

Les inconvénients

Les limites de la réalité virtuelle tiennent essentiellement aux facteurs suivants. Les aspects haptiques sont techniquement difficiles à développer. L'étude du transfert des acquis faits en environnement virtuel aux situations réelles doit être approfondie. Le retour au réel doit être préparé et accompagné pour que les risques y soient effectivement pris en compte. Dans les situations réelles, la capacité à se concentrer et à faire bien sa tâche peut être induite par l'existence de risque, de la conscience de la présence des autres et du savoir que tous les actes entrepris ont un effet sur le réel. L'apprentissage en environnement virtuel de formation doit reposer sur un savoir identique différé et intégrer les éléments sociaux spécifiques. Par ailleurs, ce serait une erreur de penser que ces systèmes permettent de se passer d'accompagnement humain. Celui-ci doit évoluer en fonction de la nature de l'outil, de ce qu'il permet et ne permet pas.

L'utilisation des systèmes de réalité virtuelle n'est pas exempte de tout risque sanitaire. Certaines interfaces peuvent être à l'origine de conflits sensoriels et de malaises. Ainsi, par exemple, la vision donne des informations de déplacement et d'accélération alors que l'oreille interne constate l'immobilité du corps. L'utilisation prolongée d'interfaces de mauvaise qualité telles que certains casques de vision, peut être à l'origine de désagréments (Bernatchez, 1995).

Quand l'utiliser ?

Différents travaux proposent des repères quant à l'utilisation de la réalité virtuelle en éducation ou en formation (Pantelidis, 1996 ; Kalawsky, 1996 ; Regan, 1997). L'usage de systèmes de réalité virtuelle doit donc être réfléchi en fonction des objectifs, de la nature des apprentissages à réaliser et du contexte de son utilisation. L'accompagnement humain doit être pensé en prenant en compte les limites des environnements virtuels (Tzafestas, 1998).

CONCLUSION

Plus qu'une simple évolution, la réalité virtuelle appartient à la famille des médias numériques mais se démarque par des caractéristiques propres. Intuitif et facile d'usage, il est en interaction sensori-motrice avec son utilisateur. Immersif, il permet de couvrir différents canaux sensori-moteurs. Axé sur l'expérience, il permet des apprentissages de savoir d'action et rend plus concret des champs traditionnellement présentés comme abstraits.

Malgré quelques limitations, la réalité virtuelle ouvre une porte de taille, celle de la représentation et de l'accès possible à des aspects non visibles du réel. La réalité virtuelle s'offre comme un nouveau média au sens plein du terme propice à la création d'environnements virtuels de formation.

BIBLIOGRAPHIE

- Bernatchez M., (1995). *Virtual Reality Introduction to infographic technologies*.
En ligne à l'adresse : <http://www.gel.ulaval.ca/~mbernat/rapporta/rapang11.html>.
- Bevan M. (éd.) (1997). *Proceedings VRET'97 Virtual reality in Education & Training*, AGOCC.
- Burdea G. (1996). *Force and Touch Feedback for Virtual Reality*, John Wiley & Sons (Sd).
- Chambard N., Crimetz C. & Ferran J. (1998). *Toucher, odorat, goût : nouveaux médias ?*, Université d'Évry, Val d'Essonne, DESS Ingénierie documentaire et multimédia.
- England R. (1995). « Sensori-motor systems in virtual manipulation », in K. Carr, R. England (éds), *Simulated and virtual realities*, Taylor and Francis, p 131-177.
- Fuchs P. (1996). *Les interfaces de la réalité virtuelle*, Informatique Montpellier.
- Grove J. (1996). « VR and History - Some Findings and Thoughts », *Virtual Reality in the Schools*, vol. 2, n° 1.
- Kalawsky R. S. (1996). « Exploiting virtual Reality Techniques », *Education and training: Technical Issues*, AGOCC.
- Lofin R. B. & Kenney P. J. (1994). « Virtual Environments in Training: NASA's Hubble Space Telescope Mission », *16th Interservice/Industry Training Systems & Education Conference*.
- Mellet d'Huart D. (1998a). *TRUST 800 un simulateur de conduite de camion*, Université Paris 8, DESS MEI.
- Mellet d'Huart D. (1998b). *La réalité virtuelle pour apprendre – Actualité et avenir de la réalité virtuelle en formation professionnelle et à l'AFPA*, Université Paris 8 - Saint-Denis, mémoire de DESS sous la direction de M. Gérard Loiseau, DESS MEI.
- Mellet d'Huart D. (1999). « Former au-delà de la réalité », *Acte des Journées ReViCo*, Paris : ENST.
- Nikoulou E., Mikropoulos T. A. & Katsikis A. (1997). « Virtual Realities in Biology Teaching », in M. Bevan (éd.), *Proceedings VRET'97 Virtual reality in Education & Training*, AGOCC, p. 59-63.
- Pantelidis V. S. (1996). « Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality », *Education Virtual Reality in the Schools*.
- Pantelidis V. S. (1997). « Keynote Speech », in M. Bevan (éd.), *Proceedings VRET'97 Virtual reality in Education & Training*, AGOCC, p 7-12.
- Paquelin D. (éd.) (1997). *3^{ème} forum de l'innovation pédagogique en sciences agronomiques*, Montpellier.
- Psocka J. (1995). *Immersive training systems: Virtual reality and education and training Instructional science*, Instructional Science.
- Regan C. (1997). « Some effects of using virtual reality technology – data and suggestions », in R. J. Seidel & P. R. Chatelier (éds), *Virtual reality, Training's future?*, Plenum press.
- Rickel J. et al. (2001). « Steve Goes to Bosnia: Towards a New Generation of Virtual Humans for Interactive Experiences », *AAAI Spring Symposium on Artificial Intelligence and Interactive Entertainment*, Stanford University, March 2001.

- Rickel J. & Johnson W. L. (1999). « Virtual Humans for Team Training », *Virtual Reality Proceedings of the Ninth World conference on AI in Education*, IOS Press, p. 578-585.
- Seidel R. J. & Chatelier P. R. (éds) (1997). *Virtual reality, Training's future? Lessons learned or lessons not yet learned (but often revisited) about the design, application, and management of learning technologies*, Plenum press.
- Tzafestas C. (1998). *Synthèse de retour kinesthésique et perception haptique lors de tâches de manipulation virtuelle*, Thèse de l'université Pierre et Marie Curie (Paris 6).