

## HYPERMEDIAS ET OUTILS COGNITIFS

**Terry Mayes**

Institute for Computer-Based Learning  
Heriot-Watt University  
Edinburgh EH14 4AS (UK)

***Résumé :** Les hypermédias et multimédias ont été placés assez arbitrairement au centre des développements actuels des techniques d'éducation. Cette publication a pour but de poser quelques questions fondamentales sur l'optimisation de l'enseignement par les hypermédias et la conclusion en est que les aspects les plus positifs ne sont pas ceux sur lesquels on insiste habituellement. En particulier on peut observer que les créateurs de matériel d'enseignement par hypermédias en tirent une expérience didactique plus appréciée par eux que par les étudiants. Ceci est compréhensible d'un point de vue constructiviste de la pédagogie, dans lequel l'objectif clé est d'orienter celui qui apprend vers la réalisation d'un projet afin de le mener à une meilleure compréhension. L'étude en profondeur est un effet, une retombée de la compréhension. Cette publication analyse quelques approches à l'élaboration du "software" - outils de connaissance pour l'enseignement - illustrant cette démarche constructiviste.*

### INTRODUCTION

Le but essentiel de cette publication est de débattre des méthodes informatiques appliquées à des fins pédagogiques. En particulier on examinera quelques-unes des suppositions sous-jacentes au développement des hypermédias éducatifs et un autre point de vue sera proposé, celui qui est maintenant connu comme "constructivisme". Cette approche sera justifiée : 1) en se référant à quelques-uns de mes travaux antérieurs et actuels dans le domaine de l'enseignement par ordinateur ; 2) en présentant une approche du processus d'apprentissage basée sur la psychologie cognitive.

Nous chercherons des réponses aux questions suivantes :

- A quoi servent les hypermédias et les multimédias ?
- Pourquoi les créateurs de matériel d'enseignement par hypermédias apprennent-ils plus que les étudiants qui l'utilisent ?
- Quelles sont les bonnes conditions pour apprendre efficacement ?
- Que sont les outils cognitifs ?
- Où devrions-nous diriger, demain, nos efforts de développement ?

## **HYPERMEDIAS POUR L'ENSEIGNEMENT : LE CONTEXTE**

Les hypertextes ont représenté un progrès significatif dans le développement de l'utilisation des ordinateurs en pédagogie. Le CAL traditionnel, avec ses cadres programmés en un langage quelconque, personnalisé et maladroit, était encore regardé comme peinant sous le lourd contrôle de l'instruction programmée. On considérait généralement que la machine à enseigner des années soixante et début des années soixante-dix avait échoué, bien que les principes de l'instruction programmée eussent essuyé la partie du blâme qui aurait, au contraire, dû être adressée aux essais rudimentaires que l'on fit pour l'appliquer à l'éducation. Entre-temps, dans la psychologie de l'apprentissage, l'accent se détourna définitivement de l'étude de l'acquisition du savoir ou de la technique pour se porter sur la nature de la compétence et de l'expertise que l'apprentissage procure (Glaser, 1990). L'étude de la compétence en performance complexe a abouti à un progrès tangible : 1) dans notre compréhension de l'organisation de la mémoire ; 2) dans la nature du traitement de l'information pour résoudre les problèmes ; 3) dans les changements qualitatifs et quantitatifs résultant d'une pratique soutenue et 4) dans le développement de l'expertise. Ceci s'est alors reflété dans les tentatives de faire évoluer les approches basées sur le savoir vers le système de tutorat. Pendant toute cette période cependant, une espèce de sous-complot "piagétien" inspira beaucoup la réflexion pédagogique et persévéra à donner la priorité absolue au processus "apprendre". Cette influence est évidente dans le mouvement LOGO, et plus généralement dans l'importance donnée au concept de "résoudre le problème" comme étant le modèle essentiel de référence pour le développement du CAL (voir, par exemple, O'Shea & Self, 1982).

L'hypertexte et ses dérivés dans les multimédias semblent peu devoir à cet état d'esprit. L'hypertexte, à l'origine, n'a pas été vu par la plupart de ses promoteurs comme un outil approprié à l'enseignement. Il devint évident, néanmoins, que les possibilités d'accès à l'information fournies par de tels systèmes ouvraient un champ favorable pour modéliser des milieux pédagogiques actifs. Se félicitant de l'absence, dans ces systèmes, de modèle-type "étudiant", beaucoup considérèrent l'apprentissage au travers de l'exploration ou de la découverte non seulement comme allégeant les difficultés apparentes à construire des systèmes capables de vrais dialogues avec les étudiants, mais encore, plus important, comme le prototype très prometteur d'un enseignement actif. Dans les hypermédias, nous avons maintenant des systèmes assurant un contrôle total de l'apprenant, avec interactivité très dense, au moyen d'interfaces de manipulation directe, entre d'abondantes données de base en matériaux pédagogiques multimédias. Notons en passant que l'on a soutenu parfois que le paradigme "hypermédia" est particulièrement approprié à l'acquisition du savoir car il reflète peu ou prou la nature apparemment associative de la pensée humaine. Cet argument, comme certains autres qui ont été appelés à promouvoir le système d'enseignement par hypermédia, est probablement trompeur.

Dans quel but les systèmes pédagogiques hypermédias sont-ils élaborés ? Il y a essentiellement deux sortes de raisons : celles qui dépendent des critères "hyper" et celles qui sont dues à l'utilisation des multimédias.

## Débat sur l'idée "hyper"

Les arguments en faveur de l'idée "hyper" peuvent être présentés comme suit :

- L'idée de l'hypertexte elle-même, comme Conklin (1987) l'a fait remarquer, véhiculait la notion importante que les ordinateurs pouvaient contribuer à augmenter la connaissance humaine. L'hypertexte utilise l'ordinateur comme un outil soutenant différents types d'actions cognitives. Ainsi, à un niveau d'ensemble, cela contribue à nuancer l'opinion selon laquelle un ordinateur, parce qu'il apparaît surtout comme un écran, n'est purement et simplement qu'un appareillage à présenter de l'information.
- L'idée transmet également le concept d'accès à l'information improvisée, "juste-à-temps". C'est l'étudiant qui est dans la meilleure position pour juger de quelle information il a besoin en priorité. L'hypermédia donne à l'étudiant le contrôle sur l'accès à l'information la plus appropriée au besoin pédagogique particulier à un moment donné. Elle contraste donc avec les formes antérieures du CAL qui présentaient l'information suivant un système "d'étalement".
- L'hypermédia fournit aussi un intense degré d'interactivité. L'apprentissage interactif est largement reconnu comme efficace, parce qu'apprendre activement "sur le tas" se traduit par plus de résultats pédagogiques concrets.
- En développant l'idée du contrôle par l'étudiant, il devint très vite évident que les ordinateurs pouvaient aussi créer des milieux dans lesquels la connaissance pouvait s'acquérir à travers une découverte personnelle. "Apprendre-en-broutant"<sup>1</sup> souligna ce paradigme et "brouter", picorer de-ci de-là en quelque sorte, apparut comme la méthode naturelle pour naviguer à travers les hypermédiats.

Sans doute le système qui illustre le mieux le CAL, fondé sur la fourniture de moyens d'accompagnement spécifiques, fabriqués à partir d'un réseau d'hypertexte, est le "Hitch Hiker's Guide"<sup>2</sup> (Hammond & Allinson, 1988). Le principe qui y est adopté est d'étendre et d'adapter spécifiquement les facilités de l'hypertexte de base, avec l'aide non seulement des méthodes standard d'accès comme les "brouteurs", mais aussi avec des outils qui aident l'utilisateur à explorer le matériel d'une façon conceptuelle, par exemple des visites guidées, des index, des devinettes. Allinson & Hammond (1989) se sont référés à ce type de système comme LSE (Learning Support Environnement<sup>3</sup>).

Des problèmes subsistent dans chacun des arguments ci-dessus, ce qui soulève des questions sur la validité du cas en faveur des hypermédiats. Primo, le fait que l'hypertexte fournisse un outil cognitif n'implique pas forcément qu'il sera efficace quant au procédé d'apprentissage. Secundo, comme l'a fait remarquer Hammond (1992), l'étudiant n'ira pas toujours choisir dans les informations succes-

---

1. Browse (brouter) serait mieux exprimé par picorer, grapiller. Ce terme représente une image pour "exploration au hasard" ou "lecture déconnectée". Les mots "brouter" "broutages" qui sont la traduction littérale de "browse" "browsing" seront gardés. NdT.

2. "Guide de l'auto-stoppeur". NdT.

3. "Milieu propice à la pédagogie."

sives celles qui lui permettront d'aboutir à un apprentissage efficace. Un choix non guidé peut être aussi inefficace que pas de choix du tout. Tertio, une ambiguïté demeure sur l'idée simple que l'interactivité est un attribut nécessaire à l'efficacité de l'enseignement informatique. Qu'y-a-t-il au juste dans l'interactivité qui réussisse à mieux faire apprendre est une question rarement débattue. En effet, quelques logiciels pédagogiques sont décrits comme "interactifs" simplement parce que l'étudiant doit presser sur la touche d'espace pour accéder à l'écran d'information suivant. Il est évident qu'une analyse plus critique de l'interactivité est nécessaire avant de pouvoir identifier avec confiance le (ou les) critère essentiel permettant d'apprendre efficacement. Quelques auteurs pensent que "l'engagement" est le facteur nécessaire. Cependant, cela déplace le centre d'intérêt sur le niveau cognitif, ce qui ne contribue pas nécessairement à créer des milieux propices à l'engagement. Enfin, des questions peuvent se poser sur l'apprentissage par découverte en utilisant le "broutage". A moins que le "broutage" ne soit motivé par une recherche de réponses à des questions ou par un essai de résolution de problèmes, il ne peut alors être le support que d'une expérience pédagogique superficielle. Une recherche importante pourrait être dédiée à l'observation de la satisfaction que les lecteurs de magazine éprouvent en "broutant" (c'est-à-dire en feuilletant au hasard). Une grande industrie d'édition s'est basée sur ce critère presque universel de la lecture humaine. Les lecteurs semblent apprécier de "brouter" sur un champ qui leur est déjà familier. Ce n'est pas évident que "brouter" dans un domaine inconnu apparaisse comme une stratégie principale d'apprentissage. Des faits observables suggéreraient que le "broutage" ne donne satisfaction que lorsqu'un certain niveau de familiarité est atteint, ou pour le traduire en termes cognitifs, lorsque les "schémas" se sont suffisamment bien développés pour permettre au "broutage" de favoriser un processus de "mise au diapason" (Norman, 1982). Une importante question de recherche, restée encore sans réponse, concerne cet aspect : quelle sensation éprouve-t-on en apprenant ?

Il y a aussi les inconvénients de l'idée "hyper" selon la description de Conklin (1987), c'est-à-dire la sensation de désorientation créée en essayant de se déplacer dans un espace informatif non linéaire et la dépense cognitive d'être constamment obligé de faire des choix. Enfin, un désavantage sérieux des hypermédias est la complexité de leur élaboration.

### **Débat sur l'idée multimédia**

Nous tournant maintenant vers les caractéristiques qui ont conduit, en tout premier lieu, à utiliser avec enthousiasme les ordinateurs dans un but pédagogique, nous devons considérer le cas des multimédias. L'avantage tiré des capacités graphiques et sonores des appareils modernes de bureau, l'utilisation des possibilités du processing à créer des micro-mondes simulés et l'intégration d'une partie du potentiel de la vidéo digitale permettent maintenant de préparer et de livrer du matériel de cours vivant et interactif. "Palenque" (Wilson, 1988) en est un exemple bien connu. "Palenque" est un système d'acquisition par découverte dans lequel l'étudiant est capable d'explorer toutes les pistes d'un ancien site maya. Tandis que l'utilisateur voyage à travers le site, une banque de données multimédias sous forme de musée fournit des vidéos filmées, des arrêts sur image, de l'audio et du texte sur la forêt équatoriale et sur les Mayas, des cartes de la région et de l'écriture glyptique.

Ce qui caractérise Palenque est la variété de méthodes et de médias offerte à l'utilisateur dans un but didactique. Cela comprend panoramas vidéo, navigation fictive ou virtuelle, banque de données multimédia, experts et guides, outils simulés et jeux. L'interface de Palenque emploie des menus visuels et des images dynamiques, de la navigation spatiale et thématique et un simple système d'entrées. Le voyage virtuel à travers le site de Palenque peut être considéré comme un menu principal pour un mode d'exploration dans lequel différents choix et sous-programmes sont répartis dans l'espace à des points significatifs. Des images représentent ces options sous forme de branchements dans le voyage et, si on le désire, de panneaux et d'agrandissement ("zooms") informatifs, et des commentaires.

Il est naturellement évident que les multimédias aboutissent à une éducation plus effective, mais comme dans notre examen de l'idée "hyper", une analyse plus serrée des arguments et des preuves conduit à quelques doutes. La combinaison de médias en suites visuelles (en particulier la vidéo entièrement en mouvement, en couleurs et à haute résolution) avec la variété du langage porte en elle une "vividité" qui ne peut pas être mise en question. Et cependant, Taylor & Thomson (1982) tentèrent une analyse très fine sur ce sujet dans un travail exhaustif sur l'effet "vividité". Leurs conclusions furent surprenantes : "Chacun sait quel impact et quelle persuasion peuvent avoir des informations présentées d'une façon vivante... Il y a un problème avec cette proposition qui semble aller de soi. L'ensemble des faits observés suggère que ce n'est pas vrai".

La recherche ne réussit pas à montrer : 1) que les descriptions concrètes ont un impact plus fort que celles qui sont ternes ; 2) que l'information illustrée en image est plus rentable que celle qui ne l'est pas ou ; 3) que l'information par vidéo a plus d'impact que l'orale ou l'écrite. On peut réagir à ces conclusions négatives en rejetant la validité de cette étude. Les auteurs précisent cependant que la "vividité" ne peut jamais être simplement une fonction de la présentation. L'impact dépendra toujours d'une interaction avec les caractéristiques de l'utilisateur. Il n'est pas évident, par exemple, qu'une expérience plus vive sera plus mémorable, si par "vive" nous entendons quelque combinaison des caractéristiques de la présentation. La "vividité" est entièrement "dans l'oeil du spectateur".

Le point fondamental, ici, est que, en tant qu'apprenants, nous ne sommes pas aisément détournés par les aspects superficiels de l'information, et la tentative d'utiliser les ordinateurs pour rendre l'apprentissage quelque peu plus attirant ou plus savoureux, est condamnée d'avance. L'information qui est déversée dans la tête des étudiants par "L'entonnoir de Nuremberg" (Caroll, 1990) ne sera vraisemblablement mieux apprise (comme une conséquence d'avoir été présentée au travers des multimédias) que si elle est mieux comprise en utilisant cette méthode. Hypermédias et multimédias ne réussiront donc que dans la mesure où ils favoriseront une meilleure compréhension.

## **L'EXPÉRIENCE DU STRATHUTOR**

Depuis 1986, mes collègues et moi avons travaillé avec un système hypermédia que nous avons appelé "StrathTutor". Ceci a été déjà décrit en détail (Mayes et al, 1988) mais une courte description résumera ses caractéristiques principales.

StrathTutor consiste en cadres, en tableaux textuels et graphiques sur un sujet donné que l'étudiant explore. Dans StrathTutor les connexions entre ces cadres sont informatisées sur la base d'attribution de codes tirés d'un ensemble comprenant jusqu'à 60 attributs définis à l'avance par l'auteur pour un domaine particulier. Chaque "point-chaud" du texte et/ou des graphiques qui est sélectionné sera ainsi codé. Le système informatise la "relation" du reste des cadres non vus avec le cadre en utilisation (un "cadre" est arbitrairement adapté à la taille d'un seul écran) ou avec le point-chaud. L'étudiant peut choisir de naviguer en acceptant les cadres "connectés" offerts par le système, ou peut engager l'accès à des cadres qu'il désigne. Les détails sur la façon avec laquelle StrathTutor accomplit ces opérations informatiques sont donnés dans Kibby & Mayes (1989). Il existe un trait traditionnel d'hypertexte dans lequel quelques points-chauds sont reliés explicitement à des fenêtres présentant du matériel explicatif. Néanmoins, un trait beaucoup plus important de ce système est l'opportunité offerte aux élèves de tester des hypothèses sur le sens des attributs et leurs relations réciproques. Un élève peut "interroger" le système en désignant une combinaison d'attributs qui semblent commencer à paraître significatifs et le système réagira en donnant à l'élève un "tour accompagné" de tous les cadres qui sont codés avec ce sous-ensemble particulier d'attributs.

Les principales instructions d'approche incorporées dans "StrathTutor" sont d'apprendre par défi. Malgré son aspect traditionnel (il est basé sur des cadres élémentaires), il peut être regardé comme un système générateur de questions. Le "quiz" StrathTutor invite l'étudiant à pratiquer un genre de jeu dans lequel il ou elle essaye de reconnaître les aires recouvrant deux cadres et possédant le maximum d'attributs débordant sur ces deux cadres. A ce moment-là les apprentis sont aux prises avec l'auteur qui créa les étiquettes d'attribut pour chaque point-chaud. Dans chaque cas on attend des étudiants qu'ils créent d'eux-mêmes une vision de l'espace conceptuel sous-jacent.

Alors, comme prévu originellement, StrathTutor fournit les caractéristiques suivantes :

- apprentissage par "broutage" ;
- liens temporels ;
- exploration par diverses techniques de "broutage" ;
- facilité d'élaboration ;
- style ludique aux fins de motivation.

### **StrathTutor tel qu'il est compris en 1993**

A l'heure actuelle nous envisageons StrathTutor plutôt différemment. Le centre d'intérêt s'est déplacé surtout à cause de l'observation de l'utilisation de StrathTutor, et ce, en des contextes variés. Ceci nous a conduit à penser que les utilisateurs de StrathTutor qui en bénéficient le plus, ceux qui en tirent une expérience didactique approfondie, ne sont pas les élèves mais les auteurs. Cette observation n'a cessé d'être soulignée et nous avons fini par accepter l'évidence. L'obligation pour l'auteur d'analyser la matière du sujet au niveau des attributs nécessite un travail qu'il n'est pas possible d'accomplir d'une manière satisfaisante sans atteindre une profonde connaissance du matériau. Nous avons créé un outil pédagogique efficace, mais il était le plus rentable non quand il était utilisé pour deviner les codes que quelqu'un d'autre avait mis sur le matériau, mais en le faisant directement soi-

même. En intervertissant simplement les rôles - en plaçant l'élève à la place de l'auteur - nous réalisons que nous avons inventé un outil cognitif pour apprendre.

## **OUTILS COGNITIFS EN PÉDAGOGIE**

Un outil cognitif pédagogique est simplement un appareil, ou technique, qui souligne les processus analytiques de celui qui apprend. Dans le contexte utilisé ici, un outil cognitif fournit une assistance informatique pour une tâche, dont le but explicite est de faire apprendre activement et durablement l'information qui est manipulée ou organisée d'une façon ou d'une autre par cette tâche. La tâche primordiale n'est pas l'apprentissage en soi. Apprendre serait plutôt une résultante, une retombée de la compréhension. La cible de l'outil cognitif est de faciliter à l'étudiant l'acquisition d'une plus profonde compréhension du matériau. Alors l'apprentissage prend soin de lui-même.

Mayes (1992) donne un aperçu des outils cognitifs dérivés de la psychologie cognitive. Le support expérimental en est donné par la recherche sur les niveaux de processing (Craik & Lockhart, 1975) et l'effet de l'établissement d'instructions (Cohen, 1981). Mais c'est un thème sempiternel dans l'étude de la connaissance humaine qu'apprendre dérive de comprendre, et comprendre dérive d'agir et de résoudre des problèmes (Bartlett, 1932).

Un ouvrage récent de Kommers, Jonassen et Mayes (1992) rassemble de nombreux exemples d'outils cognitifs pédagogiques. Ces techniques vont de la requête faite aux élèves de se lancer dans une cartographie de concepts basée sur la construction de réseaux sémantiques (par exemple SemNet) jusqu'à de simples essais de représentation du domaine comme une série de règles, en demandant aux étudiants d'utiliser un simple plan de système d'expertise (Trollip et al, 1992). Dans chacun de ces cas, les étudiants peuvent se retrouver en quelque sorte dans le rôle du professeur puisqu'on leur demande de structurer les étapes de leur compréhension de telle sorte qu'elles soient observées par quelqu'un d'autre. Ceci renforce l'observation souvent citée que le meilleur moyen d'apprendre quelque chose est de l'enseigner. Cela nous incite fortement à penser que la façon la plus prometteuse pour les ordinateurs d'aider l'apprentissage est que nous cessions de considérer l'élaboration de programmes informatiques comme une tâche réservée aux experts du sujet débattu et que nous commençons à mettre les outils cognitifs dans les mains des étudiants. Cette vue relève de la notion d'apprendre décrite comme constructiviste (Duffy et al, 1993). En simples mots, cette approche repose sur la théorie-clé que la compréhension doit être construite par celui même qui apprend. Il existe une forte tradition de constructivisme dans l'enseignement supérieur. C'est la base de la "composition" (travail personnel de l'étudiant) ou du rapport de laboratoire. Pendant un certain temps, les "ordinateurs-en-tant-que-machine-à-présenter" nous ont distrait de l'approche constructiviste. Il est temps de revenir aux choses essentielles.

## **APPRENDRE A PARTIR DES ORDINATEURS : UN MANIFESTE CONSTRUCTIVISTE**

En résumé, les arguments constructivistes sous-jacents à cette publication sont soulignés par les points suivants :

- L'efficacité des systèmes d'apprentissage par hypermédias et multimédias sera proportionnelle à l'aide apportée aux élèves par ces systèmes dans la réalisation de tâches constructives du savoir. L'influence des notions habituellement soulignées - contrôle de l'élève, interactivité, "brouillage", style vivant de la présentation - sera secondaire et n'aura probablement qu'un bénéfice didactique marginal ;
- "L'interactivité" en elle-même n'est pas suffisante. L'interaction doit se situer au niveau de la signification, en conséquence de quoi l'élève cherche des réponses à de nouvelles questions, dispose le matériel en de nouvelles structures ou accomplit d'autres manipulations qui réussiront à élever le niveau de compréhension. Il s'en suivra alors tout naturellement que l'élève apprendra vraiment en profondeur ;
- Nous avons déjà des outils informatiques qui peuvent servir à aider l'élève dans sa construction du savoir. Certains de ceux-ci sont des outils de création. Puisque nos observations nous conduisent à conclure que ce sont les auteurs qui apprennent le mieux, la démarche logique est de déplacer notre vision et de les envisager comme des outils cognitifs pédagogiques ;
- Il existe beaucoup d'autres outils cognitifs pédagogiques possibles utilisant l'ordinateur. Un genre qui n'a pas été discuté ici est basé sur la communication par ordinateur médiatisé. Les ordinateurs offrent actuellement de formidables possibilités aux étudiants de s'épauler mutuellement. Ceci s'accorde bien avec l'approche constructiviste de l'étudiant-en-tant-que-professeur. La communication étudiant-étudiant est devenue un thème important dans notre travail sur le projet ISLE (Intensely Supportive Learning Environnement <sup>4</sup>) à Hériot-Watt ;
- Une clé pour la mise au point d'outils cognitifs pédagogiques est de comprendre pourquoi certaines activités liées à l'apprentissage sont agréables tandis que d'autres sont répulsives. Ceci reste un défi fondamental pour la recherche à venir.

## RÉFÉRENCES

- Allinson, L.J. & Hammond, N.V. (1989). "Aleraning support environment : The hitch-hiker's guide". In R. McAleese (Ed.) *Hypertext : theory into practice*, Ablex : Norwood, NJ.
- Bartlett, F.C. (1932) *Remembering*, Cambridge : Cambridge University Press.
- Carroll, J.M. (1990) *The Nurnberg Funnel : Designing minimalist instruction for pratical computer skill*, Cambridge, MA : MIT Press.
- Cohen, R.L. (1981) "On the generality of some memory laws". *Scandinavian Journal of Psychology*, 22, 267-281.
- Conklin, J. (1987) "Hypertext : an introduction and survey". *IEEE Computer*, 20, 9, 17-41.

---

4. "Milieu pédagogique à assistance soutenue". NdT.

- Craik, F.I.M. & Lockhart, R.S. (1975) "Levels of processing : A framework for memory research". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 11, 671-684.
- Duffy, T. Jonassen, D. & Lowyck, J. -Eds (1993) *Designing constructivist learning environments*, Heidelberg, FRG : Springer-Verlag.
- Glaser, R. (1990) "The reemergence of learning theory within instructional research". *American Psychologist*, 45, 1, 29-39.
- Hammond, N.V. (1992) "Tailoring hypertext-for the learner". In P. Kommers, D. Jonassen & J.T. Mayes (Eds) *Cognitive tools for Learning*, Heidelberg, FRG : Springer-Verlag.
- Hammond, N.V. and Allinson, L.J. (1988) "Development and evaluation of a CAL system for non-formal domains : the hitch-hiker's guide to cognition". *Computers and Education*, 12, 215-220.
- Kibby M.R. and Mayes J.T. -1989) "Towards intelligent hypertext". In R. McAleese ed., *Hypertext : theory into practice*, Ablex, Norwood, New Jersey.
- Kommers, P., Jonassen, D. & Mayes J.T. (Eds) (1992) *Cognitive Tools for Learning*, Heidelberg, FRG : Springer-Verlag.
- Mayes J.T., Kibby M.R. and Watson H. (1988) "StrathTutor : the development and evaluation of a learning-by-browsing system on the Macintosh". *Computers and Education*, 12, 221-229.
- Mayes, J.T. (1992) "Cognitive Tools : a suitable case for learning". In P. Kommers, D. Jonassen & J.T. Mayes (Eds) *Cognitive Tools for Learning*, Heidelberg, FRG : Springer-Verlag.
- Norman, D.A. (1982) *Learning and memory*, San Francisco : Freeman.
- O'Shea, T. & Self, J.A. (1982) *Learning and teaching with computers*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Taylor, S.E. & Thomson, S.C. (1982) "Stalking the elusive 'vividness' effect". *Psychological Review*, 89, 2, 155-181.
- Trollip, S.H., Renate, C.L., Starfield, A.M. & Smith, K.A. (1992) "Building Knowledge Bases : An environment for making cognitive connections". In P. Kommers, D. Jonassen & J.T. Mayes (Eds) *Cognitive Tools for Learning*, Heidelberg, FRG : Springer-Verlag.
- Wilson, K.S. (1988) "Palenque : an interactive multimedia digital video interactive prototype for children". In *Proceedings of CHI'88*, ACM, NY., pp. 275-279.

**NDLR** : voir également les articles du bulletin de l'EPI (mot clé : MULTIMEDIA dans la consultation du répertoire informatisé de l'EPI).

## REMERCIEMENTS

Je suis gré à tous mes collègues à Heriot-Watt pour les nombreuses discussions qui ont permis à cette publication de prendre forme. J'aimerais aussi remercier spécialement Mike Kibby pour une fructueuse collaboration de plusieurs années.

**NDLR** : texte traduit par l'EPI.