

Comparaison de l'efficacité et du mode d'utilisation d'un hypertexte autonome ou intégré dans une activité pédagogique exploratoire

Daniel Scherly, Laurent Roux, Pierre Dillenbourg

▶ **To cite this version:**

Daniel Scherly, Laurent Roux, Pierre Dillenbourg. Comparaison de l'efficacité et du mode d'utilisation d'un hypertexte autonome ou intégré dans une activité pédagogique exploratoire. Quatrième colloque "Hypermédias et Apprentissages", Oct 1998, Poitiers, France. pp.163-171. edutice-00000499

HAL Id: edutice-00000499
https://edutice.hal.science/edutice-00000499

Submitted on 30 Jun 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMPARAISON DE L'EFFICACITÉ ET DU MODE D'UTILISATION D'UN HYPERTEXTE AUTONOME OU INTÉGRÉ DANS UNE ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE EXPLORATOIRE

Daniel SCHERLY[1], Laurent ROUX[2] et Pierre DILLENBOURG[3]

[1] Université de Genève, Centre Médical Universitaire
1, rue Michel-Servet - CH-1211 Genève 4, Suisse
Daniel.Scherly@medecine.unige.ch

[2] Université de Genève, Centre Médical Universitaire

[3] Université de Genève, TECFA, FPSE

Résumé : *Cette étude compare l'efficacité et le mode d'utilisation de deux outils informatiques destinés à l'apprentissage de notions de base en virologie. Le premier outil, VIROLAB, est un laboratoire de biologie simulé dans lequel l'apprenant doit aider des virus défectueux à se multiplier. La connaissance du domaine est introduite formellement dans un hypertexte intégré. L'apprentissage se fait par résolution de problèmes et, éventuellement, par la lecture de l'hypertexte. Le deuxième outil est l'hypertexte qui se trouve dans VIROLAB mais considéré, cette fois-ci, comme un environnement d'apprentissage indépendant. Afin de guider sa lecture, cet hypertexte contient une série de questions à choix multiples et ouvertes. L'apprentissage se fait par la lecture.*

Dans ce travail nous nous sommes penchés sur deux questions : 1) lequel des deux outils est le plus efficace en terme d'acquisition de connaissances et 2) comment les hypertextes sont-ils utilisés. La comparaison des scores aux pré- et post-tests a montré qu'aucun des deux outils d'apprentissage ne semble supérieur à l'autre. Par contre VIROLAB semble favoriser l'acquisition d'un type particulier de connaissances. À notre grand étonnement, l'analyse des traces de navigation a montré que les utilisateurs de VIROLAB lisent l'hypertexte en dehors du processus de résolution de problèmes.

Mots clés : *environnement hypermédia, hypertexte, micromonde, logiciel éducatif, évaluation, navigation, enseignement universitaire, virologie.*

Abstract : *This paper presents a study which evaluates the use and efficiency of two computer learning tools for basic virology. The first, VIROLAB, is a simulation of a biology laboratory. The learner uses the virtual lab facilities to help defective viruses to multiply. The knowledge of the field has been formally deposited in an integrated hypertext. The learning occurs through resolution of problems and,*

possibly, through reading the hypertext. The second tool is the hypertext which has been extracted from VIROLAB and which is now considered as an independent learning environment. A series of multiple choice and open questions has been integrated in the hypertext in order to help structure its reading. In this case, the learning occurs only through reading.

This study addressed two specific questions : 1) which of the two tools is the most efficient for knowledge acquisition and 2) are there some differences in the use of the two hypertexts. Comparison of pre- and post-test scores showed that neither of the two learning tools is better than the other. However, VIROLAB facilitates the acquisition of a certain type of knowledge. To our surprise, analysis of the navigation paths showed that VIROLAB users dissociate the reading of the integrated hypertext from the problem resolution activities.

Key words : *hypertext, navigation, learning environment, microworlds, evaluation, higher school level teaching, virology*

INTRODUCTION

À l'heure où l'on produit des hypertextes avec la même facilité qu'un texte avec un logiciel de traitement de texte, les établissements scolaires se tournent vers les hypertextes pour fournir leur matériel d'apprentissage aux élèves. On voit facilement tous les avantages que procure ce mode de diffusion, mais si on en restait là, l'ordinateur ne serait utilisé que comme un véhicule d'information. Ce serait passer à côté des formidables possibilités de créer des environnements d'apprentissage riches où l'apprenant n'est pas un simple lecteur/récepteur comme il l'a presque toujours été, mais un apprenant actif ou, du moins, dont l'activité est incitée par tous les artifices techniques réalisables avec les ordinateurs d'aujourd'hui.

La recherche dans le domaine des hypertextes a mis en évidence l'importance des connaissances préalables (Rouet, 1992), de la charge cognitive (Schroeder et Grabowski, 1995), des croyances épistémiques (Jacobson, 1995), des caractéristiques de l'interface (Rouet, 1992) et de la tâche (Zeller et Dillenbourg, 1998). Malgré le regain d'intérêt pour les hypertextes, ces derniers sont de moins en moins considérés comme de purs outils d'apprentissage. L' hypertexte est plutôt considéré comme une source d'information associée à une tâche ou intégré dans un outil plus complexe (Schneider et al., 1993 ; Forte et al., 1993). Ce point de vue s'appuie sur le développement des théories en sciences cognitives, et plus particulièrement celles de l'apprentissage en contexte. Ces dernières considèrent que l'apprentissage nécessite le traitement de l'information au travers d'une activité authentique (Collins et al., 1987). C'est dans cette perspective que cette étude s'inscrit.

Ce travail compare l'efficacité et le mode d'utilisation de deux outils informatiques destinés à l'apprentissage de notions de base en virologie. Le premier est un environnement d'apprentissage proche des micromondes (VIROLAB) et dans lequel un hypertexte été intégré alors que le deuxième est un hypertexte autonome.

VIROLAB simule un laboratoire de biologie dans lequel l'apprenant doit aider des virus défectueux à se multiplier. Pour ce faire, il devra obtenir des

informations sur la structure du virus choisi et déterminer quelle lignée cellulaire infecter. Nous appelons cette activité une *enquête*. Afin d'induire une réflexion, le processus de multiplication est interrompu plusieurs fois par des questions ou actions auxquelles l'apprenant doit répondre pour poursuivre le processus. Lorsque la multiplication du virus est menée à terme, l'étudiant peut choisir un nouveau virus. Pour mener à bien sa tâche, l'étudiant dispose de plusieurs salles équipées d'instruments d'analyse, d'un journal de laboratoire où toute nouvelle information glanée y est consignée automatiquement et d'une bibliothèque qui est un hypertexte dans lequel la connaissance du domaine a été déposée.

Le deuxième outil d'apprentissage est une adaptation de l'hypertexte contenu dans VIROLAB. La lecture de cet hypertexte est structurée par une série de douze questions intégrées dans le logiciel. Ces questions sont une formulation explicite de certains problèmes que les utilisateurs de VIROLAB doivent résoudre, mais ne limitent pas la lecture de l'hypertexte.

Cette recherche examine deux questions :

1) *Efficacité :* en terme d'acquisition de connaissances, lequel des deux outils d'apprentissage est le plus efficace ? Cette question nous amène aussi à examiner si certains objets d'apprentissage sont mieux compris lorsqu'ils sont présentés avec l'un ou l'autre des deux outils.
2) *Mode de lecture :* en fonction des problèmes et questions rencontrés, comment les utilisateurs de VIROLAB ou de l'hypertexte consultent-ils la documentation disponible ?

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Dispositif expérimental

Vingt-huit étudiant(e)s en médecine de troisième année ainsi qu'une infirmière diplômée ont participé à l'expérience. Ils ont été répartis en deux groupes équilibrés (sexe), un groupe utilisant VIROLAB et l'autre l'hypertexte. L'expérience s'est déroulée sur deux séances, chacune étant constituée des quatre phases suivantes :

1) 30 min pour le pré-test.
2) 10 min de démonstration des deux logiciels.
3) 1h45 à 2h00 pour travailler avec VIROLAB ou l'hypertexte.
4) 30 min pour le post-test.

Pour la phase de travail avec les logiciels, les étudiants recevaient une feuille contenant les consignes de travail. Les sujets du groupe hypertexte devaient noter par écrit sur la feuille de la consigne leurs réponses aux 12 questions du logiciel.

Pour répondre à la première question, celle de l'efficacité, nous avons comparé le score des étudiants au pré- et post-test. Ces deux tests, identiques, sont composés d'une série de 15 questions à réponses courtes. Afin de ne pas favoriser

l'un ou l'autre groupe (VIROLAB ou Hypertexte), nous avons établi 3 types de questions :

- type VIROLAB (Viro) : 6 questions auxquelles le groupe VIROLAB devrait être le mieux à même de répondre. Ce sont des questions liées à la compréhension d'un mécanisme et s'apparentant à la résolution de problèmes.
- type Hypertexte (Htxt) : 6 questions auxquelles le groupe Hypertexte devrait être le mieux à même de répondre. Ce sont des questions purement factuelles, de reproduction.
- type indifférent (V-H) : 3 questions dont la probabilité de donner une réponse correcte est égale pour chacun des deux groupes.

Afin de pouvoir analyser le mode de lecture des étudiants, et ainsi répondre à la deuxième question, les deux logiciels ont été pourvus d'un système d'enregistrement automatique des nœuds parcourus. Ce système était totalement transparent aux étudiants et générait un fichier texte analysable par la suite avec un tableur.

Ainsi les données suivantes ont été recueillies :

variable 1 : nom du nœud visité

variable 2 : temps passé dans le nœud

variable 3 : bouton utilisé pour quitter le nœud (avant, arrière, hypermot, récent, rechercher, index, bibliothèque)

variable 4 : nombre total d'écrans affichés. (c.à.d, pour VIROLAB, l'addition des nœuds de l'hypertexte qui ont été visités et des écrans affichés lors des déplacements dans le laboratoire).

Ces quatre variables nous ont permis de dériver 18 variables supplémentaires que nous ne présenterons pas ici.

Analyses statistiques

Chaque réponse aux pré- et post-tests a été évaluée sur une échelle à 3 niveaux, accordant respectivement 2, 1 et 0 points pour une réponse correcte, partielle et insuffisante ou fausse. Hésitant à traiter ces données comme métriques, nous avons comparé les seuils de probabilité obtenus en utilisant des méthodes pour données métriques et pour données ordinales, respectivement d'une part le test T de Student et une analyse de variance, et d'autre part, les tests de W de Wilcoxon (valeurs appareillées) ou U de Mann-Whitney (valeurs non appareillées). En réalité, ces deux méthodes ont produit les mêmes seuils de signification. Aussi, seuls les résultats du test T de Student sont présentés ci-après. Le seuil de signification considéré est .05. Le logiciel SPSS a été utilisé pour ces calculs.

RÉSULTATS

Efficacité de VIROLAB versus l'hypertexte

Analyse globale

Avec un total de 15 questions, le score maximal est de 30 points. Après deux heures de travail avec l'un ou l'autre des logiciels, les membres de chacun des deux groupes passent d'un score moyen de 11.6 au pré-test à un score moyen de 19.6 au post-test. Le gain moyen est de 8.14 pour le groupe VIROLAB et de 7.93 pour le groupe hypertexte. VIROLAB est donc légèrement plus efficace, mais la différence n'est pas significative. Dans les conditions expérimentales utilisées, on ne peut donc pas conclure à une différence d'efficacité entre les deux logiciels.

Analyse par catégories

Dans cette section, nous nous posons la question de savoir si l'utilisation d'un des deux outils est plus favorable pour l'apprentissage d'un type particulier de connaissances. Autrement dit, est-ce qu'il y a une différence significative entre les deux groupes quant à la moyenne de leurs gains aux questions de type VIRO et celles de type Htxt ? L'effet d'interaction entre le type de question et le logiciel utilisé, perceptible visuellement dans la figure 1, n'est pas confirmé par l'analyse de variance (F=2.87, p=0.102, plan mixte – indépendant sur la dimension « groupes », appareillé sur la dimension « type de question »). Par contre, si l'on considère uniquement les réponses aux questions de type « VIROLAB », le groupe VIROLAB répond significativement mieux (t=2.07, p=0.049) que le groupe hypertexte.

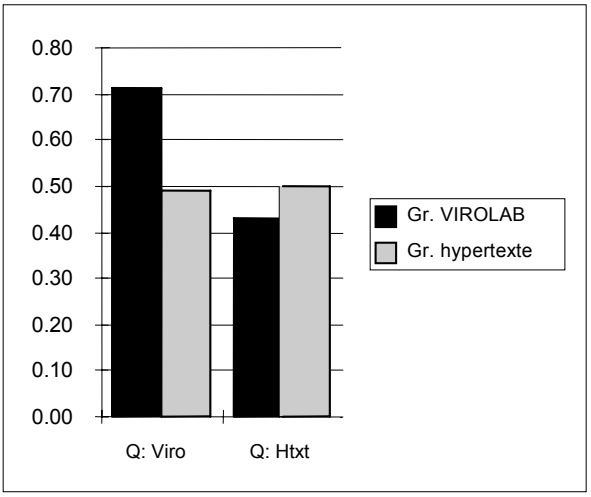


Figure 1. *Gain moyen des deux groupes selon le type de question.*

Mode d'utilisation de l'hypertexte

L'analyse des traces de navigation montre que le temps de lecture moyen du groupe VIROLAB est de 49 minutes alors que celui du groupe hypertexte est de 96

minutes (Tableau 1). Autrement dit, le groupe VIROLAB lit deux fois moins que le groupe hypertexte mais obtient des scores au post-test équivalents. Étant donné que le groupe VIROLAB répond significativement mieux aux questions type VIROLAB et que les informations relatives à celles-ci sont acquises dans une activité d'enquête, on peut conclure qu'une activité exploratoire comme VIROLAB remplace avantageusement la simple lecture.

	VIROLAB	Hypertexte
lecture totale	49 min.	96 min
lecture pendant l'enquête	17%	61%
lecture hors enquête	83%	39%
appels des index	0.57/min. de lecture	0.55/min. de lecture
recherche active	0.11/min. de lecture	0.06/min. de lecture

Tableau 1. *Comparaison de variables extraites des traces de navigation dans VIROLAB ou l'hypertexte.*

Si la différence en temps de lecture entre les deux groupes était attendue (le groupe hypertexte n'a pas d'autres choix que de lire), le mode de lecture nous a surpris. En effet le tableau 1 montre que le groupe VIROLAB ne lit pas la documentation pendant qu'il résoud les problèmes, mais en-dehors des enquêtes, c'est-à-dire avant de commencer l'étude d'un virus ou après, un peu en guise de révision.

L'hypertexte conçu pour VIROLAB (et par extension l'hypertexte tout seul) est un hypertexte court (92 pages) et sa structure est hiérarchique ou en arbre. Cette architecture ainsi que le petit nombre d'hypermots rendent sa lecture linéaire et passive. Cependant on peut considérer que les fréquences d'utilisation des index, des hypermots, du glossaire et du moteur de recherche sont des indicateurs d'une lecture plus active. Ces données ont été extraites des traces de navigation et condensées dans le Tableau 1 ci-dessus.

On constate que, pour les deux groupes, toutes les deux minutes les sujets consultent un index. Les éléments regroupés dans le paramètre *recherche active* (hypermots, appel du glossaire, moteur de recherche) sont assez peu utilisés, cependant ils le sont deux fois plus souvent par le groupe VIROLAB. Cette dernière observation n'est cependant pas statistiquement significative. On pourrait penser que le groupe VIROLAB utilise les outils de recherche active plus fréquemment parce qu'il est concentré sur son activité et veut obtenir rapidement une information, sans perdre de temps à feuilleter la documentation. Mais ce n'est pas le cas puisque la documentation est essentiellement consultée en-dehors des enquêtes. Il est plus probable que c'est l'activité interactive même de VIROLAB qui induit ce comportement, qu'elle désinhibe l'utilisateur face au logiciel, le pousse à essayer toutes les fonctionnalités du logiciel.

DISCUSSION

Bien que l'analyse des données que nous avons recueillies conduise à certains résultats significatifs, il faut rester très prudent. Premièrement, l'échantillon était petit (n=29) et assez hétérogène quant à ses résultats. D'autre part, le temps d'utilisation (environ 2 heures) était court. De tels outils sont pensés pour une utilisation répétée. Il est fort possible que les valeurs et les différences de gains soient modifiées par une utilisation prolongée des outils. Il ne nous a également pas été possible de juger de l'effet à long terme de chaque outil : des différences pourraient apparaître. Ceci étant dit, nous allons tenter de discuter ces résultats.

Efficacité

D'une manière générale on ne peut pas dire qu'un des deux outils est meilleur que l'autre en terme d'efficacité d'apprentissage. Il est dès lors légitime de se demander s'il vaut la peine d'investir le temps et l'argent nécessaire au développement d'un logiciel comme VIROLAB. Plusieurs éléments doivent être pris en compte. En sa défaveur, l'élément le plus important est celui du coût de développement. En sa faveur il y a toutes les données des recherches de la psychologie cognitive et constructiviste dont un thème récurrent est la participation active des apprenants dans le processus d'apprentissage. Ces écoles ont clairement montré que des étudiants qui ont une activité de production (et pas seulement une activité de reproduction comme cela est trop souvent le cas), comprennent plus profondément et mémorisent mieux les informations traitées. Même si VIROLAB n'est qu'une simulation très primitive d'un laboratoire de biologie, son utilisation se rapproche des conditions utilisées dans les apprentissages en contexte (Goldman et al., 1996).

L'importance de l'activité de l'apprenant est corroborée par le fait que les questions de type résolution de problèmes semblent être mieux traitées par le groupe VIROLAB que par le groupe hypertexte. Par processus de résolution de problème nous entendons que les questions qui, dans VIROLAB, impliquaient une interactivité entre l'étudiant et le système (choix, déplacement d'objet, feed-back sur le choix, résultat d'un choix) ont favorisé la mémorisation des informations. Ceci est en parfaite concordance avec les idées propagées par les courants constructivistes. Le cadre de développement de VIROLAB est celui d'une faculté de médecine qui a récemment opté pour un curriculum de format apprentissage par problèmes (APP), un format où l'on tente d'intégrer les sciences de base et cliniques. Même si VIROLAB ne marie pas (encore) clinique et sciences de base, il est un outil d'apprentissage qui s'accorde bien avec l'esprit de l'APP.

Navigation

L'analyse des traces de navigation permet de juger l'utilisation et l'efficacité d'environnements multimédias contrôlés par l'utilisateur.

Cette analyse a révélé un fait étonnant : les utilisateurs de VIROLAB ne consultent que très peu l'hypertexte en cours d'enquête ; ils le consultent avant ou après avoir vu un virus. Il y a dissociation entre résolution de problème et consultation de l'hypertexte. Cela nous donne l'impression que ces utilisateurs sont pris dans le cours de leur enquête, qu'ils se concentrent d'abord sur la tâche à accomplir

(multiplication du virus choisi) avant de « perdre » du temps à lire. Est-ce qu'ils n'aiment pas réaliser deux tâches en parallèle (surcharge cognitive) ? On peut d'ailleurs mentionner que ce comportement est celui que l'on trouve dans un laboratoire réel. L'expérimentateur ne s'arrête pas en cours de manipulation pour aller consulter des articles à la bibliothèque, les lectures se font avant ou après l'expérimentation. On pourrait aussi émettre l'hypothèse que les problèmes sont suffisamment structurés pour que l'étudiant trouve la solution sans consulter l'hypertexte.

Cette observation a une incidence sur la conception du logiciel. Faut-il incorporer plus de connaissances déclaratives autour de la tâche (dans les feed-back, « bulles » dans la fenêtre des actions) et non hors de la tâche (comme c'est le cas actuellement avec l'hypertexte) ? Comment le faire sans alourdir l'activité ? Faut-il créer des liens directs et impératifs avec la documentation de l'hypertexte ou bien des liens mentionnés mais dont l'activation est laissée au libre choix de l'utilisateur ? Une façon de faire pour créer des liens entre les activités dans le laboratoire et l'hypertexte, serait de « solidariser » les actions de navigation dans les deux parties du logiciel : un déplacement dans le laboratoire déplace le sujet dans l'hypertexte et vice-versa. L'utilisation d'un hypertexte pédagogique à parcours orienté comme celui développé par l'équipe de Forte (Forte et al., 1993) serait aussi une piste à explorer.

Passant en revue plusieurs articles traitant de l'analyse de traces de navigation dans les hypertextes, Lawless (Lawless et Brown, 1997 ; Lawless et Kulikowich, 1996) conclut qu'il existe trois grands profils de navigateurs : 1) les *chercheurs d'informations* (knowledge seekers), 2) les *chercheurs d'effets techniques* (feature explorers) et 3) les *utilisateurs apathiques*.

Dans notre expérience, nous n'avons pas rencontré ces trois types d'utilisateurs. Les conditions mêmes de l'expérience (sujets volontaires, lecture stimulée par des activités de recherche) font que tous appartiennent au profil de chercheurs d'informations. Tout au plus nous avons rencontré deux sujets extrêmes : une personne très peu à l'aise avec l'hypertexte (sujet A) et une autre très intéressée par les outils informatiques (sujet B). Leur mode de navigation confirme leur sentiment avec l'informatique : le sujet A lit un document en entier en utilisant uniquement les boutons avant et arrière, et lorsqu'il s'agit de répondre aux questions lit plus que nécessaire ou ne sait pas exploiter les informations vues. Le sujet B, familier avec l'informatique, utilise toutes les possibilités offertes par la barre de navigation et notamment l'outil de recherche par mot : il ne semble pas effrayé de sortir de la linéarité du texte. L'effet de familiarité avec l'outil informatique a déjà été observé à plusieurs reprises et notamment dans l'étude de Zeller (Zeller et Dillenbourg, 1998).

CONCLUSION

Quatre éléments ressortent de cette étude :

1) Aucun des deux outils d'apprentissage ne semble supérieur à l'autre en terme d'efficacité globale d'apprentissage.
2) Par contre VIROLAB semble favoriser la compréhension d'informations plus complexes.

3) L'activité de résolution de problèmes de VIROLAB remplace avantageusement la lecture, puisque ce groupe obtient un score similaire au groupe hypertexte tout en lisant deux fois moins.
4) Les utilisateurs de VIROLAB dissocient l'activité de résolution de problème de celle de lecture.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Grégoire Métral pour son apport intellectuel et pratique décisif dans la construction de la maquette de VIROLAB.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Collins A., Brown J. S. et Newman S. E (1987). « Cognitive apprenticeship : teaching the crafts of reading, writing, and mathematics », in L. Resnick (Ed), *Knowing, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Forte E. N., Herzog J.-M. et Wentland M. C. (1993). « Identification de concepts et parcours orienté dans un hypertexte pédagogique », in *Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur*, Paris : Eyrolle, 169-180.

Goldman S. R., Petrosino A. J., Sherwood R. D., Garrison S., Hickey D., Brandsford J. D. and Pellegrino J. W. (1996). « Anchoring science instruction in multimedia learning environments », in Vosniadou et al. editors, *International Perspectives on the Design of Technology-Supported Learning Environments*, Lawrence Erlbaum associates, publishers., 257-284.

Jacobson M. J., Maouri C., Mishra P. et Kolar C. (1995). « Learning with hypertext learning environments : theory, design and research », *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 4*, 321-364.

Lawless K. A. et Kulikowich J. M. (1996). « Understanding hypertext navigation through cluster analysis », *Journal of educational computing research, 14*, 385-399.

Lawless K. A. and Brown S. W. (1997). « Multimedia learning environments : issues of learner control and navigation », *Instructional Science, 25*, 117-131.

Rouet J-F. (1992). « Cognitive processing of hyperdocuments : when does nonlinearity help ? », in D. Lucarelli, J. Nanard, M. Nanard, et P. Paolini (eds), *Proceedings of the ACM Conference on Hypertext*, Milano, Italy, 131-140.

Schneider D., Borcic B., Dillenbourg P., Hilario Mélanie et Mendelsohn P. (1993). « Intégration d'un hypertexte dans un environnement d'apprentissage à initiative mixte », Papier présenté à *Hypermédia et apprentissage, 2ème Journées Francophones,* 24 et 25 mars 1993, Lille, France.

Schroeder E. E. et Grabowski B. L. (1995). « Patterns of exploring and learning with hypermedia », *Journal of Educational Computing Research, 13*, 313-335.

Zeller P. et Dillenbourg P. (1998). « Effets du type d'activité sur les stratégies d'exploration d'un hyperdocument », *Sciences et Technologies Éducatives* (sous presse).