

Tricot, A. (1993). Ergonomie cognitive des systèmes hypermédia. *Actes du Colloque de prospective "Recherches pour l'Ergonomie"*, CNRS PIR Cognisciences, Toulouse, 18-19 Novembre (pp. 115-122). communication orale.

Ergonomie cognitive des systèmes hypermédia

Introduction

Les hypermédiats se développent amplement depuis la fin des années 80. Ce succès doit beaucoup au marketing (diffusion gratuite d'HyperCard sur Macintosh), et à l'ergonomie : les outils hypermédia sont faciles à concevoir et à utiliser. Bien évidemment, ces facilités ne garantissent ni la qualité du système, ni la réalisation de la tâche envisagée par l'utilisateur.

D'autre part, ces avantages n'expliquent en rien la naissance d'un courant de recherche important (avec ses congrès internationaux, sa revue, la création du SIGLINK au sein de l'ACM). L'intérêt des chercheurs pour les hypermédiats s'explique mieux par l'introduction de la non-linéarité dans des supports textuels ou multi-média (d'où l'accroissement du rôle de l'utilisateur), et parce que ces outils constituent un nouveau moyen, très souple et sans contrainte logique, de représenter des connaissances ; ils permettent notamment de présenter des contextes différents pour une même connaissance.

On peut donc sommairement distinguer trois terrains d'application des hypermédiats :

- des produits qui sont conçus selon une "logique hypermédia" : bases de données, systèmes d'EAO, musées électroniques,
- d'autres produits, qui incluent l'hypermédia localement, notamment au niveau de l'interface ; dans l'avenir on devrait voir de la non-linéarité localement dans n'importe quelle sorte de système informatique, chaque fois que l'on estimera cela pertinent,
- en représentation des connaissances, dans la lignée des modèles objets.

Or, dès les premières réalisations hypermédia, on a noté que les utilisateurs avaient des difficultés avec ce type de système. Conklin (1987) a identifié le principal problème comme celui de la "désorientation de l'utilisateur". Et, peu à peu, un champ d'étude s'est constitué au sein de la recherche sur les hypermédiats : l'étude des problèmes de "navigation" des utilisateurs. Cette problématique devrait entrer de façon assez évidente dans le cadre de l'ergonomie cognitive, autant pour les aspects "conception", que pour les aspects "interfaces". Pourtant les travaux actuels sur la navigation dans les hypermédiats ont de sérieuses lacunes méthodologiques, que ce soit au niveau de la définition d'une problématique, d'un paradigme expérimental ou de méthodes d'analyse des protocoles. Le but de cette communication est de dresser un état de l'art de la recherche sur la navigation dans les hypermédiats, et d'identifier les différents problèmes ergonomiques à étudier. Puis, j'essaie d'évoquer succinctement les relations fructueuses qu'il peut y avoir entre cette recherche, la psychologie cognitive et l'I.A.

Définition

Un hypermédia est un (grand) ensemble de données multi-média, généralement facile d'accès, et structuré en réseau : un ensemble de noeuds connectés par des liens. Chaque lien part d'un ancrage (mot, zone d'écran, icône) dans le noeud d'origine, cet ancrage étant manifesté par un bouton (mot en gras, surligné, partie encadrée, icône). Ce type de système constitue un ensemble de configurations virtuelles : chaque utilisateur choisit son trajet parmi les données. Les avantages "reconnus" de la non-linéarité sont la multiplicité des accès, la liberté de choix, l'adaptation à des "styles de navigation" différents.

Par exemple, pour les bases de données, ce type de système facilite une démarche de "browsing", (to browse = explorer, butiner, en quelque sorte "flâner parmi les données"), dans laquelle (Thomson & Croft, 1989) :

- il n'est pas besoin de formuler précisément par avance une recherche,
- la procédure d'interrogation est plus facile,
- il y a un "feed-back" direct de l'interrogateur sur ses sélections (selon la pertinence ou non des sélections).

Problèmes des hypermédi

Il n'est pas rare qu'un utilisateur se perde dans un hypermédia, par rapport à ses buts et à la façon de les atteindre. Ce problème a deux dimensions principales : la localisation (phénomène de "noyade en digressions") et le traitement ("phénomène du musée d'art" : quand on voit trop de données, sans outil pour les traiter, on ne retient rien). Quand on navigue dans un hypermédia, on doit à chaque étape prendre des décisions, ce qui, normalement, doit être supporté par un bon contrôle de l'activité et de la compréhension. Autrement dit, le problème concerne la mise en place de traitements et de localisations en fonction d'un but à atteindre, les deux types d'activité étant contrôlés localement (sous-buts non définis à l'avance) et globalement (but).

L'ensemble de la littérature sur le sujet converge vers cette façon de poser le problème : "il faut rendre clairs à l'utilisateur la taille, la structure et la logique globale de l'hypermédia, ainsi que la signification des relations entre noeuds". Une tendance, dont les modalités restent à préciser, se dégage : il faut accroître le rôle de l'utilisateur (dans la conception et/ou dans la navigation).

Le cadre de travail proposé par l'ergonomie cognitive

On sait que l'ergonomie cognitive se préoccupe de différents niveaux de problématique, des méthodologies de conception d'interfaces à des travaux généraux (par exemple sur la psychologie de la conception de texte). On peut schématiquement isoler cinq champs d'étude : le domaine de connaissance, l'activité de conception, l'interface, le système cognitif de l'utilisateur et la tâche à réaliser par l'utilisateur. Chacun de ces cinq champs peut faire l'objet de travaux particuliers à un système ou de travaux très généraux. Voici, point par point, le bilan de la recherche dans le domaine des hypermédi

- il y a beaucoup de travaux généraux de grande qualité sur des modèles du domaine (aux Etats-Unis, en France et en Allemagne) effectués en I.A.,
- d'une manière générale, l'activité de conception est relativement aisée ; mais l'aide à la conception de "bons systèmes", notamment basée sur les modèles du domaine, n'a pas encore fait la preuve de toute son efficacité (-au contraire- selon un bilan des travaux au Xerox PARC),

- il y a beaucoup de techniques, voire de gadgets, disponibles pour l'interface, dont on ne connaît ni l'efficacité, ni les défauts,
- quelques travaux sur la modélisation des connaissances de l'utilisateur sont réalisés par des psychologues,
- aucun travail (à ma connaissance) n'est consacré à la modélisation de la tâche,
- il n'y a que très peu d'approches globales ou de collaborations prenant en compte l'ensemble des cinq champs d'études.

Les modèles du domaine

Brièvement, la démarche consiste à modéliser les connaissances comme un ensemble cohérent de noeuds et de relations entre noeuds (chaque noeud et chaque lien sont "typés" -i.e. ont une valeur sémantique). Cette démarche serait un bon moyen de lutter contre la désorientation de l'utilisateur, désorientation qui serait notamment due à une structure de relation non claire. Ce courant se développe en même temps qu'un certain nombre de travaux en I.A. et en ergonomie cognitive sur l'extraction automatique des connaissances, qui prend de plus en plus en compte la sémantique des relations entre concepts. L'évolution de cette recherche rappelle étrangement l'évolution des travaux de la psychologie cognitive sur les réseaux sémantiques avec l'étiquetage des arcs introduit par Woods (1975), tandis que les modèles d'hypertextes basés sur le "poids" des relations entre noeuds, sont assez proches du modèle de Collins & Loftus (1975).

L'interface

Des "solutions" techniques (ergonomie de surface) ont été proposées : retours en arrière, visites guidées, historique, bookmarks, cartes-sommaires, fish-eye views (sommaire avec niveau de détail variable), repères dans le sommaire, etc.

A un niveau plus profond, l'ergonomie de l'interface est définie par son architecture et sa fonctionnalité. Les aspects pratiques de l'interface sont "dérivés" du niveau profond (Bastien, 1992). Quelques travaux "cognitifs" et expérimentaux sont consacrés au rôle de l'information sur le contenu et la structure, et à l'étude des qualités de différentes structures des systèmes hypermédia. Edwards & Hardman (1989), Foss (1989), Nielsen (1990), Simpson & Mc Knight (1990), Mohageg (1992), Silva (1992) ont conduit des expériences pour lesquelles il semble y avoir une convergence de résultats sur les points suivants :

- la structure "hiérarchique" permettrait aux utilisateurs de se faire une meilleure représentation de l'architecture du système, les satisferait plus, structurerait les connaissances de façon plus exacte et faciliterait la navigation (par rapport à la condition "index alphabétique"). En revanche c'est ce type de structure c'est qui entraînerait le plus d'ouvertures non pertinentes.
- l'index permet une plus grande exhaustivité dans la consultation.
- la condition "linéaire" entraîne de faibles performances, mais peut être améliorée : par exemple avec une table des matières et un index "actifs" -i.e. sur lesquels on peut cliquer-, ou avec un "plan interactif" ; le nombre de mots lus est plus important qu'avec la condition "réseau" d'un même texte (la condition "réseau" correspond à un hypertexte "normal"). Cette solution semble particulièrement bien adaptée à une première utilisation (Oren & al., 1990).
- les structures véritablement hypertextuelles (réseau) favoriseraient le phénomène de "looping" : l'utilisateur passe plus de trois fois au même endroit. Un véritable hypertexte

est certes très difficile mais des améliorations sont possibles, dans la définition même des "mots clés", dans l'élaboration de bons mécanismes d'interrogation ; ce type de structure serait spécifiquement inadéquat aux utilisateurs "novices" (du système, du domaine).

- la condition "combinée" (hiérarchique / réseau) paraît particulièrement pertinente. On trouve par exemple chez Girill & Luk (1992) la description d'une base de données hypertextuelle à structure mixte : la structure est globalement hypertextuelle, mais quand l'utilisateur découvre une information importante pour lui, une structure arborescente se "fige" autour de la fenêtre concernée. On ne dispose pas vraiment de résultats sur cette structure, simplement des "encouragements".

D'autres travaux, souvent tout juste esquissés, sont basés sur des analogies (avec d'autres navigation, avec la rhétorique textuelle ou cinématographique). Enfin, tout un courant est consacré à l'évolution / adaptation des systèmes (entre autres, selon une approche connexionniste).

Les modèles de l'utilisateur

Quatre niveaux sont à aborder : (a) la localisation, (b) les traitements, (c) les stratégies de navigation et (d) les connaissances préalables (sur le thème abordé, sur le système particulier, sur les hypertextes, et sur les ordinateurs). Une piste de recherche est largement développée : celle basée sur les travaux sur la compréhension de texte, où l'on étudie les problèmes de localisation et de traitement en environnement linéaire et non-linéaire (travaux en Angleterre et en France). Par exemple, Dillon (1991) pense qu'il faut utiliser les outils habituels des textes linéaires, pour leur efficacité et pour la familiarité des utilisateurs. L'auteur insiste notamment sur cet aspect lorsque le but est de transformer un texte linéaire en hypertexte. Cet argument prend pour légitimité théorique les travaux de Kintsch et van Dijk sur les "superstructures". Dillon souligne le fait que ce type d'activation de schéma est performant pour des informations globales et non pour retrouver des détails (Kintsch & Yarborough, 1982). Il montre que les lecteurs familiers de revues scientifiques sont plus performants dans la lecture d'un article de ce type sous hypertexte que les lecteurs novices. Ces lecteurs "experts" maîtriseraient une logique inhérente à la "lecture d'articles scientifiques" leur permettant d'anticiper ou de retrouver la place des divers arguments de ces textes (introduction, méthode, résultats et discussion). Ainsi, Dillon marque la distinction entre la "rhétorique" du texte et sa structure, la structure pouvant être modifiée quand la rhétorique est maîtrisée par le lecteur.

La localisation : l'étude des cartes cognitives

Dans le domaine des hypermédias il est intéressant d'étudier la "carte cognitive" que l'utilisateur se fait du réseau en fonction de la forme du réseau (cela a déjà été fait). Mais ce qui reste à faire, c'est l'étude des cartes cognitives en fonction des types de relations entre noeuds, de la "continuité référentielle" du réseau (pour reprendre un descripteur des textes linéaires). Il semble en effet que l'on puisse observer localement une bonne continuité référentielle ; mais sur l'ensemble d'un réseau il n'est pas rare que des relations "douteuses" apparaissent et viennent troubler le traitement. Ces travaux sur les cartes cognitives pourraient faire écho aux travaux actuels sur les discours descriptifs et la linéarisation (Denis & Denhière, 1990 ; Denis, 1991 ; Bissret, 1993).

D'un autre côté, Dillon & al. (1993) montrent qu'il ne faut pas tomber dans le piège d'une analogie trop forte avec la localisation dans un espace physique. Les auteurs disent simplement qu'on ne navigue pas à travers un espace sémantique. La navigation n'est qu'une métaphore, une représentation, du traitement du niveau sémantique. Au mieux, le lecteur peut

se représenter pourquoi l'auteur a physiquement représenté comme ceci ou comme cela tel aspect sémantique.

Il faut aussi étudier quelles présentations graphiques du contenu d'un hypermédia sont les plus efficaces : plan global, fish eyes view, comment représenter les liens typés ?

Les traitements : l'étude de la charge cognitive

Aborder les problèmes de traitement à travers l'étude de la charge cognitive est une direction de recherche souvent citée, sans qu'aucune proposition concrète ne soit faite. On sait en psychologie, depuis les travaux sur l'empan mnésique, combien des "capacités de traitement" sont difficiles à étudier, pour des résultats peu exploitables. Des travaux plus récents sur la charge cognitive (notamment dans l'acquisition de schéma chez John Sweller) nous engagent à prendre en compte quatre niveaux interdépendants : la problématique du sujet, son expertise (qui concerne aussi bien les aspects déclaratifs que procéduraux), le "problème à résoudre" (ou, plus généralement, la situation à traiter), et la présentation du problème à résoudre.

Ces travaux convergent vers le point suivant : pour faire baisser le coût dû au traitement de plusieurs éléments, il faut présenter clairement les relations entre ces éléments (il faut que les relations ne soient pas un problème à traiter).

D'autre part, nous travaillons à Aix sur l'hypothèse de l'"empan structurel", qui porte sur un autre aspect du problème : cette hypothèse est consacrée aux caractéristiques d'une structure à l'intérieur de laquelle le sujet n'aurait pas de problème de traitement des relations entre contenus (sans se préoccuper de la sémantique des relations). La structure est définie selon deux dimensions :

- le nombre de noeuds ouvrables "à la suite" : le niveau de profondeur, {A' spécifie A, A" spécifie A' qui spécifie A, etc.}. Au bout d'un certain moment (niveau 3), le sujet ne sait plus "remonter la chaîne de spécification" : il ne sait plus exactement sur quel élément porte la spécification A_i ,
- le nombre d'ancrages partant d'un noeud d'origine, qui, selon Oren (1987), serait un problème de capacité de la mémoire de travail,
- une éventuelle relation entre ces deux facteurs.

Cet empan pourrait se modifier selon le type de stratégie du sujet. Nous pensons donc qu'il est pertinent dans ce domaine d'effectuer des travaux consacrés à une "compétence syntaxique", malgré les limites évidentes (sémantiques, pragmatiques). Des résultats clairs dans ce type de recherche pourraient constituer de bonnes aides à la conception.

L'étude des stratégies de navigation

Une stratégie de navigation est mise en place par un sujet en fonction de sa problématique, du système (contenu et structure) et de la représentation que le sujet se fait du système. Canter & al. (1985) ont proposé une description de cinq stratégies très générales (*scanning* : couvrir une aire large sans profondeur, *browsing* : suivre un chemin jusqu'à ce que le but soit atteint, *searching* : s'efforcer de trouver un but explicite, *exploring* : se rendre compte de l'étendue de l'information donnée, *wandering* : ballade sans intention ni structure). En fait, dès que la tâche et le système sont un peu complexes, chaque consultation d'un système requiert l'utilisation consécutive de plusieurs stratégies. Nous travaillons actuellement (collaboration avec l'équipe Hermès, Université de Provence) à la description formelle de six **déplacements** :

- *Orientation* : l'utilisateur parcourt une ou plusieurs piles de menus,
- *Parcours d'une thématique* : l'utilisateur reste dans une pile de contenus,

- *Réinitialisation de problématique* : l'utilisateur change de pile à partir des menus,
- *Plan de synthèse* (navigation en surface) : l'utilisateur change successivement de pile en n'ouvrant qu'une carte par pile et en passant par une ou deux piles de menus à chaque fois,
- *Focalisation* : l'utilisateur change de pile à l'intérieur d'un même thème général,
- *Bouclage* : l'utilisateur utilise les liens "transversaux" : changement de thématique sans passer par un menu.

Nous pourrions alors décrire des stratégies comme le choix d'un certain nombre de déplacements consécutifs en fonction de la tâche et de la structure du réseau.

Les connaissances préalables

De nombreux travaux ont mis en avant l'importance fondamentale du niveau d'expertise de l'utilisateur (que ce soit sur le domaine traité ou sur le système lui-même). Le temps joue un rôle primordial dans l'adaptation de l'utilisateur au système, et dans l'évolution des problématiques et des stratégies. A un autre niveau, il faut parfois prendre en compte l'évolution du système (apports externes, auto-évolution).

La description de la tâche

Les hypermédias ne sont pas adéquats à tout type de tâche. Or il n'existe actuellement pas de description avancée des tâches susceptibles d'être effectuées dans un environnement hypermédia ! Une telle description permettrait : de déterminer des variables dépendantes pour des expérimentations, de décrire des stratégies de navigation et des environnements particulièrement adéquats à tel ou tel type de tâche.

Par exemple, pour la recherche d'information, j'ai défini quatre tâches par deux critères croisés:

		Formulation de la question	
		précise	non-précise
Données censées répondre	ponctuelle	chercher un renseignement	explorer
	nombreuses	chercher	agréger

Il semble, par exemple, que "chercher un renseignement" ne soit pas favorisé dans un environnement hypermédia (un simple index alphabétique est bien plus efficace).

Plus généralement, on peut noter que l'"information retrieval", qui atteint des sommets de sophistication grâce à l'informatique et l'I.A., bute toujours sur deux écueils : la signification et la pertinence. Or, grâce aux hypermédias, ce domaine pourrait générer un nouveau champ de recherche pour la psychologie cognitive (je ne dis pas pour autant que la psychologie cognitive est mieux armée pour traiter les problèmes de signification et de pertinence). En effet, des auteurs comme Anderson (1990) parlent maintenant de la "recherche d'information" comme d'une situation plus fréquente ou plus "naturelle" que les situations de résolution de problème. Or la navigation dans les hypermédias est une situation de recherche d'information qui ressemble fort à une résolution de problème. Pour reprendre la distinction faite par Hoc

(1987) entre "exécution "et "résolution de problème", disons que dans les situations classiques de recherche d'information on effectuait une tâche d'exécution (quand on pouvait), alors qu'avec les supports non-linéaires on résoud un problème. Très schématiquement, le sujet a un but à atteindre, décomposable en une série non ordonnée de sous-buts... mais la formulation du problème n'est pas donnée, voire pas claire. Le but peut évoluer. Par rapport aux supports traditionnels pour la recherche d'information, le sujet opère un contrôle direct, immédiat, sur ses sélections, et effectue des choix à chaque étape de la "résolution". Une problématique psychologique impliquant la planification, le contrôle de l'activité et la notion de pertinence reste à définir, mais ne serait probablement pas sans intérêt. On peut représenter très généralement (Fig. 1) cette situation de résolution de problème (Tricot, 1993).

En retour, le domaine de la recherche d'information pourrait bénéficier des travaux des psychologues sur la catégorisation, voire, plus généralement, des travaux en sémantique cognitive.

Dans un même ordre d'idées, un auteur comme Patricia Wright souligne que la recherche sur la lecture se consacre surtout au niveau "traitement" mais pas assez au niveau "stratégies". Les hypertextes, par la souplesse de leur structure et les différents niveaux de contrôle qu'ils offrent à l'expérimentateur, sont de très bon outils pour l'étude des stratégies.

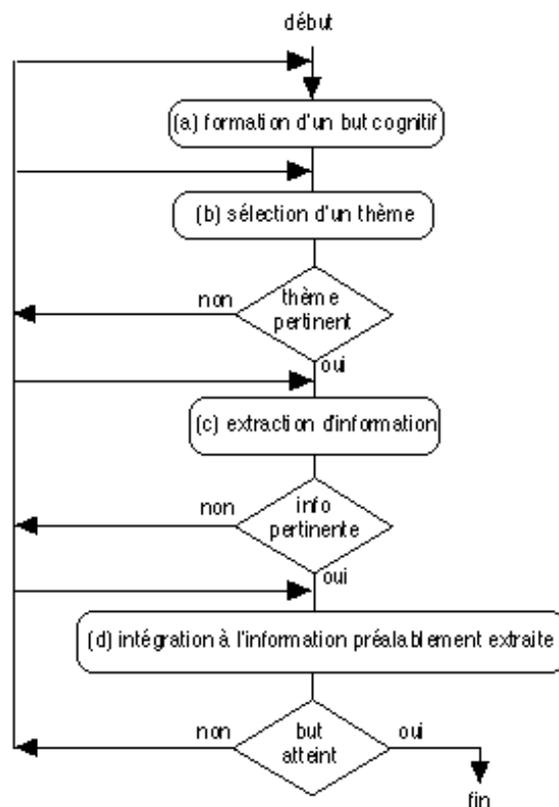


Figure 1. Une représentation de l'activité de recherche d'information (d'après Guthrie, 1988)

Conclusion

Les hypermédias sont susceptibles d'entrer dans la conception de systèmes informatiques dans lesquels il serait pertinent qu'une connaissance ait plusieurs contextes ou puisse être atteinte par différents trajets. Cela correspond à des tâches où le but peut être "mal défini" et où l'utilisateur doit effectuer des choix à chaque étape de la résolution.

Ce développement est conditionné par des travaux en ergonomie qui devront être consacrés :

- à la description de la tâche,
- à la modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation (traitements, localisations, stratégies),
- à la mise en relation des avancées des "modèles du domaine" avec les autres travaux, notamment l'aide à la conception.

Ces trois axes de travail requièrent la collaboration de psychologues et de spécialistes d'I.A. (travaux généraux), ainsi que des spécialistes du domaine de connaissance (applications).

Bibliographie

- Anderson J.R. (1990) *The adaptive character of thought*, Hillsdale (NJ) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bastien C. (1992) Ergonomics for hypermedia courseware, in A. Oliveira (Ed) *Hypermedia courseware : structures of communication and intelligent help*, Proceedings of the NATO ARW, Espinho, Portugal, 19-24/4/90, Berlin : Springer Verlag.
- Bisseret A. (1993) Stratégies de linéarisation lors de descriptions textuelles, Séminaire CREPCO, Université de Provence, 9/4/93.
- Canter D., Rivers R., & Storrs G. (1985) Characterizing user navigation through complex data structures, *Behaviour and Information Technology*, **4** (2) : 95-102.
- Collins A.M. & Loftus E.F. (1975) A spreading activation theory of semantic processing, *Psychological Review*, **82** : 407-428.
- Conklin J. (1987) Hypertext : an introduction and survey, *Computer*, **20** (9), 17-41.
- Denis M. (1990) Production de discours descriptifs et élaboration de cartes cognitives, in D.G.A (Ed) *Science et Défense 91* (Tome 2), Paris : Dunod.
- Denis M., & Denhiere G. (1990) Comprehension and recall of spatial descriptions, *CPC European Bulletin of Cognitive Psychology*, **10** (2) : 115-143.
- Dillon A. (1991) Reader's models of text structures : the cases of academic articles, *International Journal of Man-Machine Studies*, **35** : 913-925.
- Dillon A., Mc Knight C. & Richardson J. (1993) Space - the final chapter or Why physical representation are not semantic intentions, in C. Mc Knight, A. Dillon & J. Richardson (Eds) *Hypertext. A psychological perspective*, Chichester : Ellis Horwood.
- Edwards D.M., & Hardman L. (1989) 'Lost in hyperspace' : cognitive mapping and navigation in a hypertext environment, in R. Mc Aleese (Ed) *Hypertext : Theory into practice*, Oxford : Intellect Ltd.
- Foss C. L. (1989) Detecting lost users : Empirical studies on browsing hypertext, *Rapport de recherche INRIA*, n°972, Sophia Antipolis.
- Girill T.R., & Luk C.H. (1992) Hierarchical search support for hypertext on-line documentation, *International Journal of Man-Machine Studies*, **36** : 571-585.
- Guthrie J.T. (1988) Locating information in documents : examination of a cognitive model, *Reading Research Quarterly*, **23** (2) : 178-199.

- Hoc J.-M. (1987) *Psychologie cognitive de la planification*, Grenoble : PUG.
- Kintsch W. & Yarborough J. (1982) The role of rhetorical structure in text comprehension, *Journal of Educational Psychology*, **74** : 497-517.
- Mohageg M.H. (1992) The influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval, *Human Factors*, **34** (3) : 351-367.
- Nielsen J. (1990) *Hypertext and hypermedia*, Boston : Academic Press.
- Oren T. (1987) The architecture of static hypertexts, in foreword to *Hypertext'87 Proceedings*, ACM conference on hypertext, Chapel Hill (NC), New-York : ACM Press.
- Oren T., Salomon G., Kreitman K., & Don A. (1990) Guides : characterizing the interface, in B. Laurel (Ed) *The art of HCI design*, Reading (MA) : Addison Wesley
- Silva A.P. (1992) Hypermedia : influence of interactive freedom degree in learning processes, in A. Oliveira (Ed) *Hypermedia courseware : structures of communication and intelligent help*, Proceedings of the NATO ARW, Espinho, Portugal, 19-24/4/90, Berlin : Springer Verlag.
- Simpson A., & Mcknight C. (1990) Navigation in hypertext : structural cues and mental maps, in R. Mc Aleese & C. Green (Eds) *Proceedings of Hypertext II*, University of York, 1989, Oxford : Intellect Ltd.
- Thompson R.H., & Croft W.B. (1989) Support for browsing in an intelligent text retrieval system, *International Journal of Man-Machine Studies*, **30** : 639-668.
- Tricot A. (1993) Recherche d'information dans des documents non-linéaires et récupération volontaire en mémoire, soumis.
- Woods W.A. (1975) What in a link, foundations for semantic networks, in D. Bobrow & A. Collins (Eds) *Representation and understanding*, New-York : Academic Press.
- Wright P. (1993) To jump or not to jump : strategy selection while reading electronic texts, in C. Mc Knight, A. Dillon & J. Richardson (Eds) *Hypertext. A psychological perspective*, Chichester : Ellis Horwood.