HAL
open science

Un environnement générique de formation au diagnostic utilisant une base de connaissances, des représentations graphiques et des hypermédias

Aude Dufresne

To cite this version:

Aude Dufresne. Un environnement générique de formation au diagnostic utilisant une base de connaissances, des représentations graphiques et des hypermédias. Troisième colloque Hypermédias et Apprentissages, May 1996, Châtenay-Malabry, France. pp.119-127. edutice-00000514

HAL Id: edutice-00000514

https://edutice.hal.science/edutice-00000514

Submitted on 5 Jul 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.

UN ENVIRONNEMENT GÉNÉRIQUE DE FORMATION AU DIAGNOSTIC UTILISANT UNE BASE DE CONNAISSANCES, DES REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES ET DES HYPERMÉDIAS

Aude Dufresne

Département de Communication
Université de Montréal

Résumé : *La recherche s'intéresse à l'intégration de représentations graphiques, textuelles et multimédias pour favoriser la construction des connaissances dans un domaine complexe. Elle postule que l'apprentissage d'heuristiques ne peut se faire sans une mise en situation, où l'apprenant doit sur des cas concrets apprendre à appliquer des principes généraux. Au niveau de l'interface, elle cherche à reconstituer le schéma graphique de l'évolution contextuelle de la décision, soulignant par des textes les grandes lignes du raisonnement et laissant l'usager libre d'explorer davantage les éléments de connaissance qui l'intéressent.*

Un environnement générique de formation à la prise de décision a été développé, intégrant divers principes d'interfaces pouvant favoriser la compréhension et l'apprentissage des stratégies de prise de décision dans les domaines complexes. Le système est un environnement de simulation qui permet la présentation de cas types et l'entrée de nouveaux, de même que la définition d'une structure explicative pour guider l'apprenant. Les hypothèses à la base du système sont qu'une représentation graphique des dépendances entre les paramètres et des explications contextuelles, offrant une hiérarchie d'explications allant du niveau méta au niveau plus ponctuel peuvent aider l'apprenant à développer des stratégies de décision. Le système est un environnement générique à base de connaissances, lié à une base d'explications hypermédias. Il est utilisé pour l'apprentissage dans deux domaines de connaissances, où nous expérimenterons l'utilité des diverses fonctions d'explications et du niveau de contrôle laissé à l'apprenant.

CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Nous nous intéressons au développement d'environnements de formation à la prise de décision. La problématique puise à la fois dans les recherches sur la visualisation des systèmes de décision à base de connaissances et dans celles sur le support à la navigation dans les hypermédias dans un contexte d'apprentissage.

Environnements d'apprentissage pour les tâches complexes

Diverses formes d'échange ont été proposées pour supporter l'apprentissage, qu'on peut regrouper ainsi (Dufresne, 1988 ; Sleeman et Brown, 1982) :

- environnements de formation (EAO) - explications et tests ;
- environnements intelligents de formation (EIAO) - explications et tests, qui s'adaptent à la progression de l'apprenant ;
- environnements de simulation - simulation ou l'apprenant expérimente avec éventuellement des objectifs, une correction de ses erreurs, l'introduction graduelle des éléments ;
- environnements de planification - interaction utilisant une hiérarchie de plans, dans le but de favoriser l'abstraction pour l'apprenant et, pour le système, le diagnostic et le support à l'apprenant.

Pour l'apprentissage de la prise de décision, les systèmes doivent être intelligents pour pouvoir guider l'apprenant. Même les systèmes qui offrent un support direct sont difficilement adaptés, car ils réduisent trop la complexité par rapport aux problèmes. En fait pour les tâches complexes comme le diagnostic, les connaissances à développer sont en partie procédurales et heuristiques, aussi seuls les derniers types d'environnements peuvent être efficaces (de Jong, 1993).

Actuellement dans le domaine médical, où le problème se pose de façon cruciale, trois grands types de systèmes ont été proposés : les encyclopédies, les bases de connaissances et les bases de cas. Les contenus encyclopédiques sont excellents pour présenter la taxonomie des cas dans un domaine donné, en particulier si ceux-ci présentent des caractéristiques visuelles difficiles à identifier. Cependant, si le nombre de possibilités augmente ou si les critères de classification deviennent moins précis, la décision doit reposer sur un processus de recherche qui est mieux représenté par des règles. Ainsi les bases de connaissances peuvent d'une part servir d'aide à la tâche et, si on y associe des explications, elles fournissent d'autre part des environnements de simulation, qui peuvent servir à la formation. Cependant ces systèmes sont en général très complexes et les connaissances y apparaissent morcelées et difficiles à apprendre, car trop près des règles pour être compréhensibles et fournir une idée d'ensemble. Enfin les bases de cas ou schémas thérapeutiques sont souvent limités à un petit nombre de cas typiques ; ce type de système amène l'apprenant à prêter attention au résultat d'une décision plutôt qu'au processus de recherche, ceci développe chez lui une connaissance simplifiée de la réalité et ne le prépare pas vraiment à adapter ses connaissances à des cas plus rares.

Diverses recherches dans le domaine des interactions humain-ordinateur ont étudié l'influence du type d'environnement d'apprentissage sur le développement des connaissances. Ces recherches (de Jong, 1993) tendent à montrer, qu'une certaine forme de structure à l'interaction est importante, surtout pour les novices. Elles montrent aussi qu'un environnement moins explicite, qui favorise l'induction a cependant l'avantage d'aider la formation de connaissances de type déclaratif et la généralisation. Voici par exemple certains résultats de recherche :

- une présentation squelettique des informations semble préférable à un exposé détaillé pour l'apprentissage de la programmation ? (Black et Carroll, 1987) Même les experts semblent profiter de ce type de manuel ;
- les environnements de simulation permettent l'apprentissage de la programmation, mais par rapport à des exercices dirigés ils n'améliorent pas l'apprentissage et sont moins efficaces (plus de temps d'apprentissage) pour les novices. Dans le même sens (Shute, 1992) a montré que pour l'apprentissage de règles procédurales, il vaut mieux présenter directement l'application des règles, plutôt que de laisser l'usager les déduire. Par contre pour l'apprentissage des connaissances déclaratives, il est préférable de rappeler les éléments du problème en laissant l'usager induire lui-même les règles.

Le système proposé intègre une présentation squelettique des règles de décision et un accès contextuel aux connaissances détaillées, ce qui devrait faciliter l'apprentissage par les novices. Il correspond à un environnement de simulation structuré, c'est-à-dire que le raisonnement y est contraint à suivre une suite de contextes, au sein desquels des explications servent de guide général à l'entrée des paramètres et à la compréhension. Les connaissances plus déclaratives et détaillées ne sont pas données systématiquement, elles sont laissées à la déduction de l'apprenant ou sont accessibles à sa demande.

Problématique de la communication des connaissances

La problématique de la communication des connaissances et plus spécifiquement celui de la représentation des stratégies de décision a été investiguée dans le domaine des systèmes à base de connaissances, afin de faciliter d'une part la communication avec les experts lors du développement du système et d'autre part pour favoriser l'explication des décisions durant l'utilisation (Clancey, 1983 ; Dufresne, Muzard, Legault et Dufour, 1992). Plusieurs recherches soulignent l'intérêt d'utiliser des règles de production comme formalisme de représentation (Gowan, 1994) car elles favorisent la discussion et le consensus entre experts.

De plus en plus, cependant, les auteurs recommandent d'utiliser des graphes généraux pour donner accès aux bases de règles (Dufresne et al., 1992 ; Gowan, 1994 ; O'Neal, 1993). Les règles sont ainsi représentées par des graphes illustrant les dépendances séquentielles entre les éléments du problème et c'est en manipulant les éléments du graphe que l'usager a accès aux détails des relations telles que décrites dans les règles. Selon Clancey (1983) la capacité de passer du général au particulier est la base même des stratégies heuristiques, c'est en fait ce qui les distingue des procédures. Il soutient que toute explication doit donc se fonder sur une structure emboîtée de concepts.

L'interface de formation que nous avons développée suit ces principes, elle représente les connaissances de façon hiérarchique, tant au niveau des objets (classes et instances) que des règles (groupes contextuels). Une des hypothèses suggérées par ces recherches est qu'il est important d'exposer graduellement l'usager aux informations en passant de façon contextuelle du général au particulier. À l'opposé, un environnement de simulation, où la hiérarchie n'est pas mise en valeur, serait moins efficace.

Communication homme-machine et support à l'apprentissage

Si les interfaces directement manipulables sont intéressantes, les recherches dans le domaine de la communication humain-ordinateur soulignent la difficulté que peut avoir l'usager à se retrouver, à structurer ses activités dans un univers aussi complexe (Norman, 1986). Il existe de grands principes qui peuvent guider la conception d'interfaces (Schneiderman, 1980) : visibilité, cohérence, feedback immédiat, manipulation et feedback physique, flexibilité, contrôle, économie de la charge cognitive. Cependant, il n'existe pas de solution miracle, car les principes sont souvent concurrents (visibilité vs lisibilité, flexibilité vs charge cognitive, etc.). Il est donc intéressant de se demander de quelle façon ces éléments doivent être dosés dans le contexte d'un apprentissage complexe.

D'autre part, les recherches sur les hypermédias suggèrent des outils de support à la navigation dans un grand ensemble d'informations. Ainsi, afin de minimiser la charge cognitive de l'usager, il semble important de lui fournir des vues d'ensemble, des possibilités de grossissement, de la flexibilité dans l'accès, des cartes historiques de sa navigation, etc.

Nos recherches ont montré (de La Passardière et Dufresne, 1992 ; Dufresne, 1992 ; Dufresne, Jolin et Senteni, 1990) que les outils de support à la navigation peuvent être d'un grand secours dans le contexte des environnements d'apprentissage pour s'assurer que l'usager s'y retrouve et complète son apprentissage. Certaines recherches suggèrent l'importance de fournir des « vues d'ensemble » de l'information pour aider l'apprenant à s'y retrouver (de Jong, 1993), tout en soulignant que ces représentations sont souvent fort complexes (Murray, 1994). Pour être réellement une aide à l'apprentissage, cette représentation plus globale devrait faire ressortir les éléments plus abstraits, de même que les dimensions de méta-stratégie et de contrôle (Bennet, 1992 ; Psotka, 1988).

Nous nous sommes intéressées à la problématique du support direct et indirect dans les environnements d'apprentissage. Au niveau de l'apprentissage des applications complexes sur l'ordinateur, nous avons montré que des vues d'ensemble hiérarchiques et un feedback graphique indirect sur l'historique, pouvait favoriser l'exploration des informations et l'apprentissage (Dufresne 1992 ; Dufresne et al., 1990). Cependant l'addition d'un support plus direct, au niveau d'une prescription dans l'exploration était également important pour diminuer la complexité.

Nos recherches antérieures portaient sur l'apprentissage de « procédures » complexes ; le programme actuel s'intéresse maintenant à l'efficacité de certaines fonctions de support indirect pour aider l'usager dans l'apprentissage des « heuristiques ». Le système GUIDON-WATCH (Richer et Clancey, 1985) fournit un exemple intéressant en ce sens, en permettant de visualiser l'état des buts, des hypothèses, des informations entrées, etc. L'interface est cependant assez chargée et n'a pas l'avantage de la représentation graphique des règles que nous proposons. En utilisant les éléments graphiques et en rendant plus flexible l'accès à ses fonctions de support indirect, le système présente selon nous un meilleur équilibre entre lisibilité et support.

DESCRIPTION DU SYSTÈME

Principes de base pour favoriser l'apprentissage de processus de décisions complexes

Tout d'abord il était important de développer un environnement qui facilite le prototypage et la mise à jour. En effet le développement d'une base de connaissances et d'un environnement de formation peut difficilement se faire sans réajustements. Les experts du domaine n'étant pas ceux qui habituellement développent le système, il faut développer un environnement où la description du contenu est facilitée et indépendante de la programmation des fonctions informatiques. Ainsi la base d'explications et la base de connaissances ont-elles été développées indépendamment de l'interface et du moteur d'inférence génériques.

Au plan de l'interface usager, il était important de la rendre facile d'accès afin de minimiser le problème du double apprentissage, c'est-à-dire celui de l'interface et celui du contenu à apprendre. Les fonctions graphiques ont été utilisées afin de mettre en relief la structure du processus, tout en laissant à l'usager une relative flexibilité dans la recherche d'information et dans l'expérimentation. Différents contextes de décision ont été établis, par lesquels l'usager passe. Des explications au niveau de la méta-stratégie peuvent lui être fournies au fur et à mesure de sa progression. Il peut alors choisir d'explorer de façon hiérarchique les détails de la stratégie proposée.

Choix techniques et programmation de l'architecture du système

Les spécifications techniques du système ont été élaborées suite à cette description fonctionnelle et à l'analyse des besoins. Il était nécessaire d'avoir un environnement qui puisse

- afficher des hypermédias et QuickTime™ ;
- faciliter le développement d'interface et le prototypage, afin que le système puisse être ajusté suite aux commentaires recueillis ;
- rendre possible la représentation d'arbres de décision manipulables ;
- donner accès à une base de connaissances de façon flexible ;
- donner accès à une base d'explications et de cas types relativement facile à mettre à jour.

Le système a été développé en Hypercard, en utilisant divers environnements satellites pour le développement de la base d'explications, de la base de connaissances et de la base de cas. Les éléments développés dans les bases extérieures sont importées dans le moteur d'inférence, qui est ainsi un environnement générique, que nous avons utilisé pour développer deux environnements de formation, l'un sur le diagnostic et le traitement de l'insuffisance cardiaque et l'autre sur l'estimation dans le domaine de la réparation des toitures.

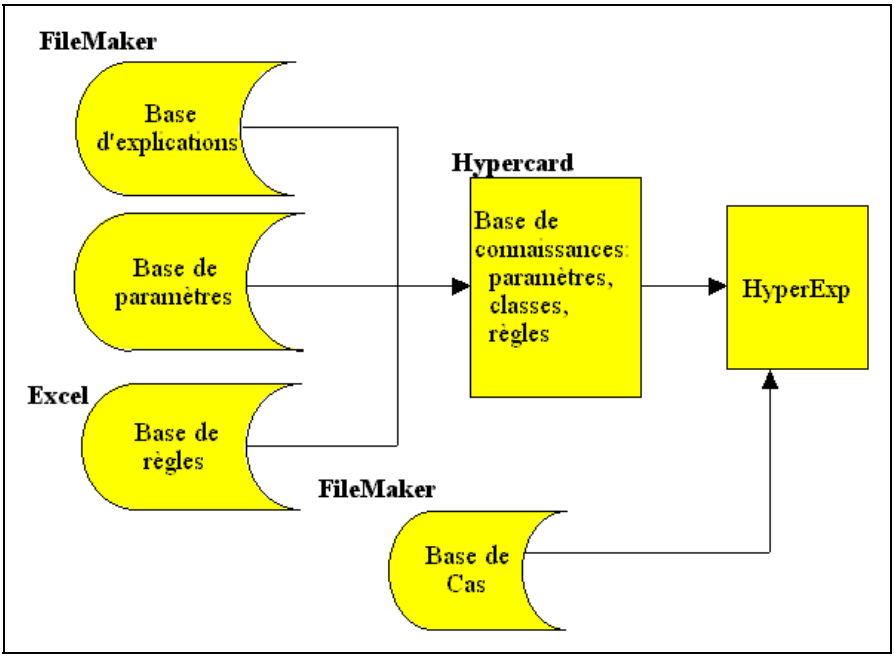

Figure 1 : Architecture du système

Interface d'utilisation

L'interface du système (figure 2) permet de voir l'arbre des dépendances séquentielles entre les connaissances. Holtzman (1989) suggère en effet de représenter simplement le graphe d'influence liant les paramètres plutôt que l'ensemble des valeurs possibles (comme dans Nexpert). En s'inspirant du principe des cartes générales et locales qui favorisent le repérage dans les hypertextes, cet arbre peut s'étirer ou être comprimé afin de mettre en relief certains aspects de la décision, en affichant alors le détail de certaines règles. L'entrée des paramètres peut se faire de façon libre par l'utilisateur, qui choisit les paramètres dont il veut spécifier la valeur. Au fur et à mesure de l'entrée des paramètres, il voit l'impact des connaissances ajoutées sur les décisions représentées dans l'arbre. Les explications sont structurées en respectant le format classique pour les bases de connaissances : Comment ? Pourquoi ? et Quoi ? L'usager peut ainsi interroger à tout moment le système sur un paramètre. Cependant les explications vont du général au particulier et cherchent à traduire la stratégie générale, des ensembles de règles, plutôt qu'une règle précise. Si l'usager le désire, des informations plus détaillées et multimédias sont également accessibles en suivant une structure de type hypermédia.

L'interface développée peut être utilisée pour étudier des cas typiques ou en mode simulation pour en entrer de nouveaux. Le support didactique est accessible soit en mode passif, en laissant l'initiative à l'usager, soit en mode tutoriel, en offrant systématiquement des explications au niveau de la méta-stratégie lors d'un changement de contexte, sur le « pourquoi » poursuivre telle investigation à tel moment et le « comment » en général en arriver à une décision. Les mêmes fonctions d'explications sont accessibles en mode actif et passif, seule la répartition

du contrôle entre l'usager et le système varie. En mode tutoriel et étude de cas, le système décide des explications à fournir et propose une séquence de contextes que l'usager peut traverser à son rythme.

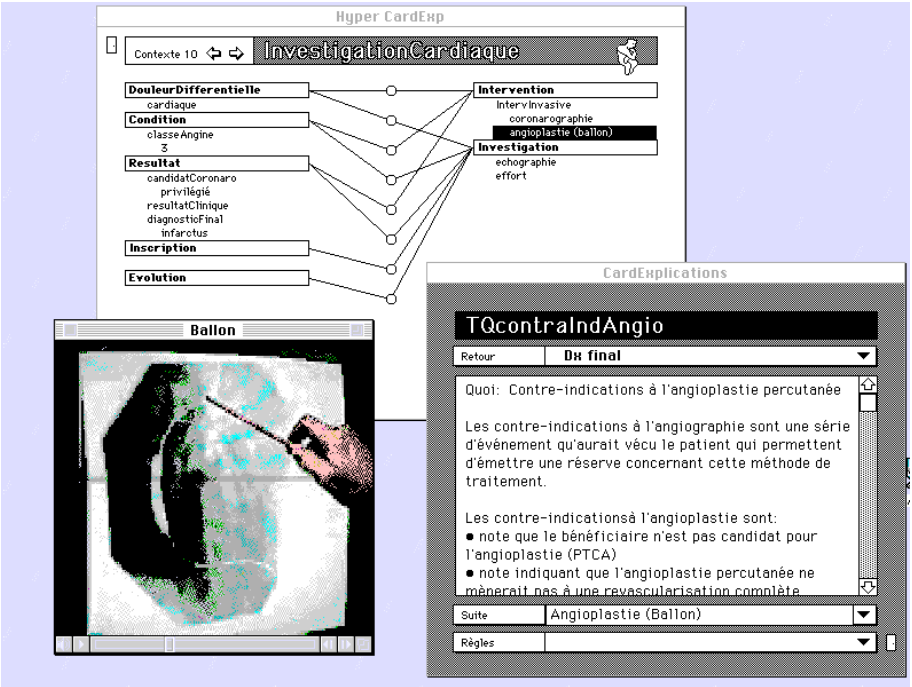

Figure 2 : Interface graphique représentant un des contextes de décision en cardiologie et l'accès à une explication.

Développement de la base de connaissances et des explications.

La base de connaissances et la base d'explication ont été développées en collaboration avec des spécialistes du domaine. Les entrevues ont permis notamment de préciser les principales méta-statégies, le contenu des explications. Nous avons également cherché à rassembler des contenus hypermédias pouvant compléter la formation : images fixes ou animées, témoignages parlés, enregistrements vidéos. Ces documents ont été numérisés et catalogués dans la base d'explication de façon à les rendre accessibles en temps opportun dans le système de formation. L'accès à des films et à des animations a également été défini. La structure des explications hypermédias est organisée autour des paramètres et des règles. Ainsi pour chaque paramètre on peut définir une explication : Quoi ? Pourquoi ? et Comment ? et à chacune de ces explications on peut associer une suite de sous-thèmes, qui sont d'autres explications pouvant elles-même mener à d'autres explications. La figure 3 donne un exemple de cette hiérarchie. Chaque explication est ainsi un nœud qui peut être atteint par divers chemins.

La structure explicative a été définie en FileMaker, chaque explication pouvant être définie par un nom, un texte et la description d'une suite de boutons pointant vers des sous-thèmes.

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Les principales fonctions de l'environnement générique ont été développées et devraient être expérimentés auprès d'usagers. Nous envisageons d'évaluer en parallèle l'interface générique au plan de l'ergonomie et du potentiel pour la formation ainsi que les contenus spécifiques de connaissance. En effet, bien que les connaissances aient été développées en collaboration avec les experts du domaine, il est pratiquement impossible de valider cette description des stratégies a priori. Les fonctions d'explication serviront donc dans un premier temps à la validation de la stratégie de décision et des textes explicatifs. Les experts pourront donc en contexte suivre la stratégie proposée et les textes d'explication pour en évaluer la justesse et la pertinence. Bien que le contenu soit au départ sujet à vérification, nous comptons profiter des premiers essais auprès d'utilisateurs novices et experts pour recueillir des commentaires sur divers aspects de l'interaction proposée afin de réajuster les fonctions de l'environnement générique. Nous étudierons en particulier l'utilisation par l'usager des fonctions d'aide passive, le degré de complétude de la tâche lors de l'utilisation en mode simulation, son appréciation de l'aide active, etc. Nous évaluerons également le système à l'aide de divers critères ergonomiques.

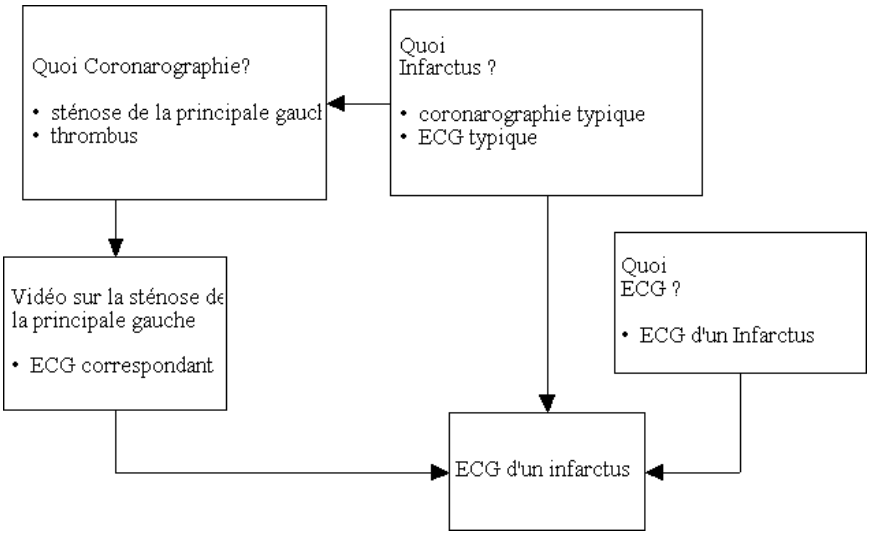

Figure 3. Exemple d'une structure hiérarchique d'explications organisée en thèmes et sous-thèmes.

Bibliographie

Bennet K. « The Use of On-Line Guidance, Representation Aiding, and Discovery Learning to Improve the Effectiveness of Simulation Training » in J. W. Regian et V. J. Shute (Ed.), *Cognitive Approaches to Automated Instruction*. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Ass, p. 217-244.

Black J. B. et Carroll J. M. (1987). *What kind of Minimal Instruction Manual is the Most Effective*, CHI+GI 1987, p. 159-162.

Clancey W. J. (1983). « The Epistemology of Rule Based System -A Framework for Explanation », *Artificial Intelligence*, 20, 215-251.

de Jong, T. de Hoog R. et de Vries F. (1993). « Coping with complex environments : the effects of providing overviews and a transparent interface on learning with a computer simulation », *Int. J.Human-Computer Studies*, 39.

De La Passardière Brigitte et Dufresne Aude (1992). « Adaptative Navigational Tools for Educational Hypermedia » in I. Tomek (Ed.), *Computer Assisted Learning*. Berlin, New York : Springer-Verlag, p. 555-567

Dufresne Aude (1988). « Aspects intelligents des interfaces de communication et utilisation en éducation » in Sogides (éd.), *Éducation, Apprentissage et Ordinateur*. Montréal, p. 111-162

Dufresne Aude (1992). « Ergonomie cognitive, Hypermédias et Apprentissage » in B. de La Passardière et G.-L. Baron (éds), *Actes des premières journées scientifiques Hypermédias et Apprentissage,* Châtenay-Malabry, Paris, p. 121-132.

Dufresne Aude, Jolin N. et Senteni Alain (1990). « Hypertext documents for the learning of procedures » in R. M. ALEESE et C.GREEN (Ed.), *Hypertext : State of the Art*,. New York : Ablex, p. 96-104.

Dufresne Aude, Muzard J., Legault B. et Dufour S. (1992). « ALADIN : Une interface pour supporter le développement des bases de connaissances », *ICO*, 4(1-2), p. 37-46.

Gowan J. A. (1994). « The effects of alternative forms of knowledge representation on decision-making consensus », *Int. J. Human-Computer Studies*, 38(3), p. 489-507.

Holtzman S. (1989). *Intelligent Decision Systems*, Addson Wesley.

Murray B. S. (1994). « Visualizing and representing knowledge for the end user : a review », *Int. J. Human-Computer Studies*, 38(2), p. 23-49.

Norman D. A. (1986). « Cognitive Engineering », in D. A. Norman et S. Draper (Ed.*), User Centered System Design : New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, N.J. : Erlbaum, p. 31-62.

O'Neal M. B. et Edwards W. R. (1993). « Comprehending rule-based programs : a graph-oriented approach »*, Int. J.Human-Computer Studies*, 39(1), p. 147-175.

Psotka J. , Massey L. D. et Mutter S. A. (1988). « Knowledge Representation » in J. Psotka, L. D. Massey et S. A. Mutter (Ed.), *Intelligent Tutoring Systems*, Hillsdale, N.J., p. 279-284.

Richer M. et Clancey W. J. (1985). « GUIDON-WATCH : A graphic interface for viewing a knowledge-based system », *IEEE Computer Graphics and Applications*., 5(11), p. 51-64.

Schneiderman, B. (1980). « Interactive interface issues. », in *Software Psychology : Human Factors in Computer and Information Systems*, Cambridge, Mass. : Winthrop, p. 216-251.

Shute, V. J. (1992). « Aptitude-Treatment Interactions and Cognitive Skill Diagnosis », in J. W. Regian et V. J. Shute (Ed.), *Cognitive Approaches to Automated Instruction*. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Ass., p. 15 - 48.