

1091

**Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information et des Bibliothèques**

D.E.A

Sciences de l'Information et de la Communication.

Option : Systèmes d'Information Documentaire.

Note de Synthèse

Interfaces Navigationelles

REYNAUD Jean-philippe

sous la direction de M. BOUCHÉ

Année 1994-1995

Université Lumière
Lyon 2

Ecole Nationale Supérieure des Sciences
de l'Information et des Bibliothèques

Université Jean Moulin
Lyon 3

1. PRESENTATION DES INTERFACES NAVIGATIONELLES	5
1.1. LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	5
1.1.1. <i>Stratégie de départ</i>	5
1.1.2. « <i>Interface Navigationelle</i> »	6
1.1.3. <i>Documents</i>	6
1.2. PRECISION SUR LE TERME INTERFACE NAVIGATIONELLE.....	6
1.3. HISTORIQUE DES INTERFACES NAVIGATIONELLES	7
1.3.1. <i>MEMEX de Vannevar BUSH</i>	8
1.3.2. <i>NLS de Douglas ENGELBART</i>	8
1.3.3. « <i>Hypertexte</i> » de <i>Théodore NELSON</i>	9
1.4. CONCLUSION DE LA PRESENTATION	9
2. SYSTEMES HYPERTEXTES	11
2.1. CE QUI CARACTERISE UN HYPERTEXTE	11
2.1.1. <i>Origine</i>	11
2.1.2. <i>Critères de classification</i>	11
2.2. PROBLEMES ET SOLUTIONS	13
2.2.1. <i>Désorientation dans un hypertexte</i>	13
2.2.2. <i>Evaluation</i>	14
2.3. HYPERHOLMES	15
2.3.1. <i>Situation de HyperHolmes dans les critères de Halasz</i>	15
2.3.2. <i>Outils de Butinage</i>	15
2.3.3. <i>Evaluation d'un système hypertexte face à un livre</i>	16
2.4. CONCLUSION SUR LES HYPERTEXTES	18
3. DONNEES SPECIALISEES.....	19
3.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE	19
3.1.1. <i>Thesaurus Navigational</i>	19
3.1.2. <i>Hypertexte documentaire</i>	21
3.1.2.1. <i>Usage des interfaces navigationelles</i>	21
3.1.2.2. <i>Système de recherche d'information hypertextuel en utilisant l'idée de la classification</i>	22
3.1.2.2.1. <i>Structure</i>	22
3.1.2.2.2. <i>Enrichissement de l'hypertexte</i>	23
3.1.2.2.3. <i>Affichage et Interrogation</i>	23
3.1.3. <i>Conclusion sur la Recherche Documentaire</i>	23
3.2. BASES DE DONNEES RELATIONNELLES ET ORIENTEES OBJET.....	25
3.2.1. <i>Usage des interfaces navigationelles</i>	25
3.2.2. <i>Une interface navigationelle pour les bases de données orientées objet</i>	26
3.2.2.1. <i>Représentation Graphique</i>	26
3.2.2.2. <i>Affichage et manipulation</i>	27
3.2.2.3. <i>Système d'interrogation</i>	27
3.2.3. <i>Conclusion sur les bases de données</i>	28
3.3. LES IMAGES ET LE MULTIMEDIA.....	30

3.3.1. <i>Hypermédia</i>	30
3.3.2. <i>Manipulation d'images</i>	30
3.3.3. <i>Conclusion sur les Images et le Multimédia</i>	31
4. CONCLUSION	32

INTRODUCTION

Cette note de synthèse a pour objet de recenser quelques articles sur le sujet des interfaces navigationnelles, essentiellement dans les systèmes de recherche d'information automatisés.

Nous avons rencontré quelques difficultés pour obtenir des documents. De plus, la recherche était orientée vers les systèmes hypertextuels. Cela aboutit à une bibliographie également orientée vers ces systèmes. Heureusement, nous nous sommes rendu compte d'un abus de langage autour du terme « hypertexte » qui relativise cette orientation.

Cet abus de langage vient essentiellement de l'origine des interfaces navigationnelles : la lecture de l'hypertexte. En première partie, nous essaierons donc de présenter les interfaces navigationnelles et la signification que nous donnons à ce terme. Cette présentation permet également de tracer une grille d'analyse qui justifiera plus complètement de l'intérêt des parties suivantes.

Il nous a semblé essentiel, dans une deuxième partie, de considérer l'hypertexte et la recherche sur ce type d'applications comme passage obligé dans l'étude des interfaces navigationnelles.

En troisième partie, nous verrons des domaines qui utilisent des interfaces navigationnelles de manière particulière, c'est-à-dire essentiellement les domaines de l'informatique documentaire et des bases de données de gestion. Puis, nous poursuivrons sur les données qui demandent des techniques appropriées pour leur traitement et leur manipulation navigationnelle.

Enfin, nous conclurons par quelques points récurrents recensés dans la bibliographie, qui nous semblent essentiels dans la conception d'une interface navigationnelle.

1. PRESENTATION DES INTERFACES NAVIGATIONELLES

1.1. LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1.1. Stratégie de départ

L'expression « Interface Navigationnelle », objectif de la recherche, ne se trouvait pas exprimée en tant que tel dans la base de données INSPEC. Les références ont été recherchées par croisements de termes et d'expressions.

Cette première recherche a été réalisée avec les croisements de termes et d'expressions suivantes :

(Requêtes de Base de données OU Recherche d'information)

ET

(Graphes ou représentation des connaissances ou hypertext).

Ce croisement renvoyait près de 600 réponses et aboutissait à une impasse. Après avoir visualisé quelques résumés, conservé des pertinents et rejeté d'autres trop éloignés du sujet, la recherche a été précisée et complétée par quelques uns de leurs descripteurs.

Finalement, la recherche revient au croisement des expressions suivantes :

les interfaces informatiques : « Interface utilisateur » ou « interface »,

les interfaces contenant des représentations graphiques : « représentations graphiques », « dessins », « diagrammes », ou « systèmes hypertextes »,

Les interfaces de recherche d'information : « recherche d'information », « langage de requêtes » ou « création de requêtes ».

Cette partie de la bibliographie comprend donc des exemples d'interfaces informatiques de recherche d'information représentée sous forme graphique.

Cette recherche permet de récupérer 38 réponses. Après étude des résumés, 25 des références nous sont apparues comme pertinentes, les autres étant rejetées par leur manque de précisions ou encore leur contenu trop ancien.

1.1.2. « Interface Navigationnelle »

Dans une recherche sur la base PASCAL (CD-ROM 93-94) effectuée avec l'expression « interface navigationnelle », en français sur les résumés, nous avons obtenu quatre références. Cette expression a été utilisée uniquement en langue française car elle est courante, alors qu'en langue anglaise, elle recouvre parfois un aspect péjoratif.

Nous avons remarqué que les références obtenues étaient indexées avec des croisements de termes très proches de ceux utilisés dans le paragraphe précédent. Cela permettrait de penser que le terme d'interface navigationnelle serait proche de l'idée de « interfaces informatiques de recherche d'information représentée sous forme graphique ».

Nous utiliserons donc le terme d'interface navigationnelle pour désigner l'ensemble des exemples de la bibliographie, en tenant compte des précisions précédentes.

1.1.3. Documents

La recherche bibliographique a recensé essentiellement des articles issus de comptes-rendus de conférences. Cette particularité a rendu plus difficile l'obtention des documents. La bibliographie s'est donc complétée par un butinage en bibliothèque afin d'obtenir des documents plus synthétiques.

1.2. PRECISION SUR LE TERME INTERFACE NAVIGATIONNELLE

Le terme d'interface navigationnelle est utilisé en langue française pour désigner certains concepts. Nous allons préciser, ici, ceux à qui nous rattachons cette expression, après lecture du corpus.

Tout d'abord, une interface navigationnelle est une interface utilisateur dans le domaine informatique. On désigne sous ce terme un élément logiciel qui permet à un utilisateur de communiquer avec la machine. Suivant les niveaux d'analyse, il peut être remplacé par l'expression « Interface Homme Machine ».

Ensuite, le qualificatif navigational exprime le genre de manipulations possibles pour l'utilisateur. Celui-ci a la possibilité de naviguer, c'est à dire se déplacer sans règles prédéfinies, dans l'interface et les représentations des données. Ce déplacement

virtuel correspond à une suite de mises en valeur de représentations graphiques de données.

D'autres termes sont parfois utilisés afin de remplacer l'idée de navigation, parfois dévalorisée¹. Par exemple, en anglais, « BROWSING » exprime l'idée de feuilleter et parcourir des livres. En français, « BUTINER » renvoie à l'image de l'insecte récoltant du pollen ou des connaissances.

Enfin, nous limiterons le terme dans son utilisation en recherche d'information. Cela permet l'exclusion des interfaces graphiques du champ de travail, qui peuvent être parfois nommées navigationnelles.

Un des principaux points communs des interfaces navigationnelles est la simplification, voire la vulgarisation de la recherche d'information.

Elle représente une nécessité ou un besoin dans de plus en plus nombreux domaines. Les interfaces navigationnelles ont pour but d'amener plus de simplicité d'usage dans les systèmes de recherche d'information à travers une manipulation graphique et intuitive, plutôt qu'un langage souvent difficile d'appréhension, ou réservé aux spécialistes.

1.3. HISTORIQUE DES INTERFACES NAVIGATIONNELLES

Les systèmes hypertextuels font partie de ce que nous entendons par interface navigationnelle. **La lecture d'un hypertexte est de type navigational.** Le corpus recensé est composé en très grande partie de descriptions de systèmes d'hypertextes. L'intérêt porté sur ces systèmes permet de trouver une littérature abondante et quelques historiques : [LEVY 90] et [LAUFER 92]. En les reprenant, nous élargirons leur étude à l'ensemble des interfaces navigationnelles. Nous verrons également que les hypertextes sont seulement une partie des interfaces navigationnelles.

¹ D'après R. Laufer et D. Scavetta, **TEXTE, HYPERTEXTE, HYPERMEDIA** pp. 55-56: « On a usé et abusé du terme de navigation à propos du parcours dans l'hypertexte. La métaphore ne s'appliquait pas à la notion d'hypertexte, mais à la naïveté de ceux qui proposaient des déplacements en aveugle sur de petits écrans, sans boussole ni carte »

1.3.1. MEMEX de Vannevar BUSH

En 1945, Vannevar BUSH, dans son article « As we may think » [BUSH 45], propose un scénario de machine à mémoire permettant un accès efficace à une masse importante d'informations sous des formes différentes (textes, sons, images). Cette machine est restée à l'état de rêve, mais apporte des bases aux réalisations suivantes.

L'indexation par association d'idées permet à l'utilisateur de se déplacer dans un vaste corpus de documents, de l'un à l'autre, rapidement. L'interface lui permet également de compléter cette indexation par son propre cheminement intellectuel. Cette indexation associative est à l'origine de la navigation, car elle permet un déplacement entre éléments en fonction de leur proximité sémantique.

1.3.2. NLS de Douglas ENGELBART

A l'université de Standford, la mise au point de la souris et des interfaces graphiques permettra à Douglas ENGELBART [ENGELBART 63] de mettre au point un système informatique de travail collectif pour « emmagasiner électroniquement [des] spécifications, plans, projets, programmes, documentation, rapports, mémos, bibliographies et fiches... ». Ces enregistrements sont manipulables, annotables, et indexables par l'ensemble du groupe de travail. Le déplacement entre documents s'effectue grâce aux références croisées entre les documents. Les interfaces graphiques permettent une manipulation rapide pour parcourir l'ensemble des documents reliés. En plus du système hypertextuel, on Line System (NLS) permet le travail coopératif d'une équipe de chercheurs. Chacun apporte au groupe sa propre connaissance par l'ajout de documents, et propose des raisonnements par les enchaînements des documents à travers les références croisées. En quelque sorte, les enchaînements et les liens apportent une méthode de lecture, un chemin pertinent à travers les documents.

NLS apporte une lecture/écriture non linéaire des documents. Celle-ci sera bientôt désignée par le terme générique d'hypertexte.

1.3.3. « Hypertexte » de Théodore NELSON

Le terme Hypertexte est dû à Théodore NELSON qui en explicitera les concepts en 1965. L'hypertexte est un ensemble de données textuelles en lecture/écriture non linéaires. Les données textuelles sont des sous-ensembles de documents

(paragraphe, chapitre, ...) liés sémantiquement et accessibles entre eux par ces liens.

Seule une interface informatique permet une liaison, en quelque sorte une navigation, suffisamment rapide entre sous-ensembles pour lui apporter tout son intérêt.

1.4. CONCLUSION DE LA PRESENTATION

La navigation dans les systèmes hypertextes est essentiellement concentrée dans l'acte de lecture. La lecture a pour principale caractéristique d'être non linéaire. Elle permet une navigation à travers des éléments documentaires de taille réduite grâce aux liens sémantiques qui les relient.

Cette caractéristique se retrouve également dans des interfaces navigationnelles dans d'autres domaines. Mais pour regrouper de manière intéressante le corpus recensé, il nous semble nécessaire de faire une grille d'analyse qui permettra de présenter la suite de ce travail.

La bibliographie comprend des articles et des ouvrages de domaines divers. Leur principal point commun est la navigation, mais ils peuvent être distingués selon trois critères :

- la technique de navigation principale
- le domaine
- le format des données

Chaque document peut se retrouver dans un ou plusieurs critères.

Les regroupements principaux correspondent à :

- Techniques de navigation : Les systèmes hypertextuels se trouvent dans de très nombreux domaines. Cette technique étant à l'origine des interfaces navigationnelles, elle tient une place toute particulière par l'importance des recherches et de l'influence sur les autres techniques.
- Domaines : Le domaine documentaire utilise des techniques de navigation diverses dont l'hypertexte. Les bases de données des divers domaines de gestion nécessitent un accès simplifié à des utilisateurs non-spécialistes et utilisent des techniques spécifiques à ce domaine.

- Format des données : Les textes et documents sont manipulés de façon différentes par rapport aux données de gestion et aux données multimédia. La combinaison de formats de données différents demande également des techniques particulières.

Ces regroupements nous semblent intéressants pour permettre un regard global sur les réalisations possibles dans le domaine des interfaces navigationnelles. Afin d'éviter des recoupements inutiles, chacun des points ci-dessus sera traité dans sa spécificité.

Nous commencerons donc par les systèmes hypertextuels car ils correspondent à la technique de navigation la plus courante et surtout initiatrice. Nous continuerons sur les réponses particulières apportées pour les domaines documentaires et des bases de données. Enfin, nous préciserons les particularités rencontrées en fonction des formats des données.

La difficulté de présenter synthétiquement l'ensemble de la bibliographie, nous amènera à présenter de manière détaillée certains articles dont le contenu nous semble générique. Elle permet également de présenter des exemples plus parlants que des explications globales. Vous trouverez donc, à travers chaque partie, des solutions représentatives.

2. SYSTEMES HYPERTEXTES

2.1. CE QUI CARACTERISE UN HYPERTEXTE

2.1.1. Origine

Au-delà de l'historique présenté dans le chapitre précédent, les systèmes hypertextuels vont chercher leurs fondements dans le livre et plus particulièrement dans les encyclopédies et les dictionnaires.

P. Levy [LEVY 90] explique que l'imprimerie a modélisé le livre, en lui apportant des règles de présentation particulières. Le livre peut-être considéré comme une interface avec des outils de navigation. La table des matières permet de sélectionner des éléments de connaissances. L'index renvoie à travers des mots clés à des passages particuliers. Les notes de bas de page complètent un paragraphe. La bibliographie renvoie à d'autres ouvrages.

Il poursuit sur l'idée qu'un livre est un hypertexte, manuel bien sûr. Le lecteur lit les passages qui l'intéresse et navigue vers d'autres.

Le dictionnaire est également un hypertexte. Une définition utilise des mots définis plus loin, énonce les synonymes et précise les domaines d'utilisation d'un terme. Il offre au lecteur son propre index. Dans le dictionnaire, l'élément atomique est le mot : chaque mot renvoie à une définition composée elle-même de mots.

L'encyclopédie est un dictionnaire dont les définitions sont plus précises. Son interface apporte parfois au lecteur des outils complémentaires comme les renvois à d'autres articles et un index, en plus de sa propre propriété d'index.

L'hypertexte a pour origine le livre :

Il utilise des références croisées entre éléments documentaires. Il est composé d'éléments documentaires reliés sémantiquement entre eux par programmation.

2.1.2. Critères de classification

Jusqu'à présent, nous nous sommes essentiellement intéressé à la navigation dans un hypertexte, c'est à dire à sa lecture. Un hypertexte offre des possibilités plus larges que la lecture, avec l'écriture de notes personnelles en cours de lecture, voire d'éléments textuels et de liens associatifs personnels.

Les critères décrits par HALASZ [HALASZ – 88] semblent très adaptés pour différencier et classer des hypertextes, en tenant compte de leurs fonctionnalités principales plutôt que de leur contenu.

Premier Critère : le nombre d'utilisateurs et la quantité d'information gérée.

Ce critère permet de différencier les applications mono et multi-utilisateurs. La quantité d'information est essentiellement un critère technique, qui permet éventuellement d'évaluer la puissance de traitement.

Deuxième critère : l'axe principal des fonctionnalités : lecture/écriture, lecture ou écriture.

Cette distinction permet de repérer parmi les fonctionnalités d'un système hypertextuel quel axe est développé. Ce critère permet de classer en groupes homogènes. Par exemple, la navigation est très développée dans les systèmes où la lecture tient le rôle principal et où la création est réalisée par un petit nombre d'auteurs pour un large public.

Troisième critère : le type de domaine d'application.

Ce critère permet de distinguer d'une part, les nombreuses encyclopédies générales qui utilisent avantageusement l'hypertexte et demandent une simplicité d'utilisation pour le grand public.

D'autre part, des domaines très pointus de recherche ou de veille technologique ; un domaine très restreint utilise des techniques précises en fonction des besoins des utilisateurs et se rapproche des progiciels, avec des évolutions fines au cours de leur existence. Le public est cerné et est formé pour utiliser cet hypertexte.

Au-delà de ces critères qui ont retenus toute notre attention, nous avons rencontrés des classifications des systèmes d'hypertextes et d'hypermédiats. Elles sont réalisées essentiellement par domaine d'applications. Le sujet demande essentiellement l'observation de la navigation ; il ne nous semble pas nécessaire de décrire des catégories pour la suite de l'étude ([LEGETT et al. – 90] et [CONKLIN – 87]).

2.2. PROBLEMES ET SOLUTIONS

Les systèmes hypertextuels évoluent. Cette évolution met en évidence des problèmes liés à leur utilisation. L'utilisateur se perd parfois dans le dédale des éléments textuels et ne retrouve plus du tout l'information pertinente.

D'autre part, il est difficile d'évaluer un hypertexte.

Nous nous pencherons donc sur ces deux freins à la création et l'utilisation de l'hypertexte.

2.2.1. Désorientation dans un hypertexte

Un des principaux problèmes des systèmes à hypertextes est la désorientation des utilisateurs pendant la lecture navigationnelle. La plupart des articles de la bibliographie proposent des solutions à ce problème.

La désorientation de l'utilisateur comprend plusieurs niveaux d'analyse :

- Il est possible de l'envisager comme un problème de clarté de la structure, c'est-à-dire que le lecteur ne sachant plus quoi chercher et comment le chercher, il finit par ressentir un sentiment de désorientation.
- Le lecteur a du mal à atteindre le lieu de lecture qui l'intéresse, rapidement.
- Un autre risque est que le lecteur perde le fil de sa pensée, entraîné par curiosité sur un tout autre lieu de lecture.

Nous allons présenter des axes de recherche, recensés dans la bibliographie, qui apportent des solutions aux problèmes de la désorientation.

Tout d'abord, un article [BERTHA & SCHARWZ 92] à contre-courant, met en cause la clarté de la structure de l'hypertexte, et propose des règles d'écriture avec des images pour éclairer la lecture. Il propose également, pour l'usage par un public occasionnel, de **limiter la navigation dans l'hypertexte à un seul outil afin que les techniques imbriquées ne participent pas, par leur addition, à la désorientation de l'utilisateur.**

Il propose ainsi une technique avec une interface qui correspond à la carte des éléments textuels représentés graphiquement. La navigation s'effectue par les liens hypertextuels classiques qui sont représentés sur cette carte. Il n'existe donc qu'un

seul outil de navigation. Le logiciel d'écriture est basé sur une base de données qui permet à l'hypertexte d'être mieux structuré, les données étant ainsi sécurisées.

D'autres solutions tentent d'apporter un complément à l'hypertexte afin de limiter la désorientation.

Tout d'abord, D. RUNDUS [RUNDUS – 90] propose des outils qui permettent à l'utilisateur de situer son parcours de lecture. Grâce à une carte en 3 Dimensions, l'utilisateur peut visualiser sa position de lecture par rapport au chemin parcouru et de matérialiser celui qui lui permettra de rejoindre les éléments qui l'intéressent.

Dans le même ordre d'idée, un article [KALTENBACH, ROBILLARD et FRASSON – 91] propose de présenter hiérarchiquement l'information, afin que l'utilisateur manipule, non pas une carte, mais un arbre, c'est-à-dire la structure hiérarchique des liens sémantiques.

Enfin, un dernier courant de recherche [CLAPIS e BYERS – 90] propose l'adjonction d'un système d'interrogation en langage naturel pour restreindre le corpus de navigation au domaine pertinent pour le lecteur. Celui-ci est donc face à une quantité d'information réduite qu'il consulte comme un hypertexte, et ne sort pas de son domaine d'intérêt.

2.2.2. Evaluation

L'évaluation des systèmes hypertextuels est complexe à cause du nombre croissant des systèmes qui forment ce groupe hétérogène. Il faudrait commencer par réaliser une classification de ces systèmes, non pas par domaine, car les applications pourraient se retrouver dans plusieurs, mais selon, par exemple, les critères de Halasz (cf. § Critères de classification).

Ensuite, l'évaluation peut porter sur la qualité du contenu où sur l'interface navigationnelle. L'étendue du problème semble demander un travail de préparation lourd.

De plus, la bibliographie ne contient qu'une seule évaluation entière. Vous la trouverez dans l'exemple suivant (cf. § HyperHolmes). Il nous semble intéressant de décrire ses techniques et son contenu afin de situer l'évaluation dans son contexte, en évitant le travail de préparation décrit ci-dessus.

2.3. HYPERHOLMES

Cet article [LEVENTHAL et al. – 93] est pertinent à deux niveaux :

- Il décrit la comparaison de l'usage d'un hypertexte à celui d'un livre, par des sujets qui doivent répondre à un questionnaire sur le contenu.
- Il présente la conception d'outils de butinage complémentaires.

Il positionne ainsi l'hypertexte comme un moyen de recherche d'information et contribue à son évolution.

2.3.1. Situation de HyperHolmes dans les critères de Halasz

HyperHolmes est une encyclopédie hypertextuelle sur les romans de Sir Arthur Conan Doyle concernant le personnage de « Sherlock Homes ». Cette interface hypertexte est issue de l'encyclopédie papier « The encyclopaedia sherlockiana » de Jack Tracy.

1^{er} critère : Un seul utilisateur à la fois : le système est mono-utilisateur et installé sur un ordinateur indépendant et autonome. La quantité d'information n'est pas excessive. En tout, l'utilisateur navigue à travers une centaine de pages de textes.

2^{ème} critère : L'hypertexte est en lecture seule, ce qui limite l'évaluation à la navigation.

3^{ème} critère : Le domaine d'application est particulier, mais les connaissances sont d'ordre général. La création de cet hypertexte est dans la continuité des systèmes hypertextes dédiés exclusivement à la lecture par un utilisateur, avec un aspect ludique important. Il s'inscrit dans le genre des hypertextes sur les visites de musées et les encyclopédies. Son contenu porte sur un domaine restreint.

2.3.2. Outils de Butinage

Cet hypertexte est de conception classique, avec les outils classiques de navigation.

On recense donc les liens sémantiques mis en valeur dans le texte :

- pour atteindre d'autres éléments,
- le positionnement sur un point d'entrée par sélection dans une liste,
- la recherche de mots dans le texte même,

- la possibilité de lecture linéaire dans l'ordre alphabétique de l'encyclopédie.

HyperHolmes étant développé pour l'évaluation, les concepteurs ont inclus des particularités leur semblant intéressantes dans ce cas particulier, mais pouvant être utiles à d'autres systèmes hypertextes.

Parmi ces propositions, on trouve une « vue d'ensemble » qui permet de regrouper les grandes parties de l'encyclopédie. Ce système est en fait un début de carte d'orientation dans un hypertexte (cf. § Désorientation dans un hypertexte). Il permet au lecteur de se déplacer rapidement vers un domaine et ainsi de visualiser les enchaînements des éléments textuels.

Mais l'outil le plus novateur est la visualisation et l'accès aux éléments entrants et sortants. Les éléments sont liés sémantiquement et forment un graphe **orienté**. Un élément textuel, une page, est accessible par un certain nombre d'autres, et permet d'en atteindre d'autres encore. Ce sont respectivement les liens entrants et sortants. Leur nombre est indiqué sur l'interface et sont accessibles par une fenêtre contenant la liste détaillée des pages correspondantes.

2.3.3. Evaluation d'un système hypertexte face à un livre

Cette évaluation tente de mesurer l'efficacité d'une encyclopédie hypertexte face à l'encyclopédie sur papier correspondante, pour répondre à un questionnaire.

La description rapide des outils de butinage, développés afin de simplifier le plus possible la navigation dans l'encyclopédie hypertextuelle, permet de préciser l'objet de l'évaluation.

Les sujets qui ont permis l'évaluation sont, pour la plupart, novices aux hypertextes, voire à la micro-informatique. Ce sont des élèves entre la première et la troisième année d'une université américaine de psychologie. Les étudiants doivent répondre à un questionnaire, en temps limité et mesuré. Quinze d'entre eux utilisent l'hypertexte sur un Mac'Intosh, les quatorze autres utilisent l'encyclopédie.

Chaque groupe reçoit une formation et effectue un entraînement sur le média qu'il utilise. Une présentation des outils de pointage et de multi-fenêtrage préalable est donnée aux utilisateurs de l'hypertexte, afin de limiter la perturbation amenée par l'outil informatique.

Le questionnaire est composé de questions de plusieurs types :

- Faits exprimés dans le texte des titres,
- Faits exprimés dans le texte,
- Faits exprimés dans des éléments non textuels,
- Dédutions exprimées dans plusieurs pages,
- Dédutions exprimées dans des éléments non textuels de plusieurs pages.
- Les réponses sont étudiées en fonction de leur valeur et de la vitesse de réponse.

Les résultats décrits sont relativisés par différents problèmes sur le questionnaire, ou à cause de l'apprentissage de l'outil hypertexte (la vitesse de recherche sur l'hypertexte augmente avec le temps, malgré la difficulté croissante des questions).

La qualité et la vitesse de réponse sont supérieures pour l'hypertexte tant que la question porte sur des éléments textuels, et en particulier non indexés sur l'encyclopédie. Par contre, pour les questions portant sur des éléments non textuels (essentiellement des cartes géographiques), le regroupement sous forme d'Atlas à été bénéfique aux utilisateurs de l'encyclopédie papier. De plus, l'accès aux cartes sur l'hypertexte n'était possible que par un seul chemin que tous les utilisateurs n'ont pas trouvé.

Les principales conclusions des auteurs sont :

- L'hypertexte est plus efficace que le livre pour retrouver des informations textuelles grâce aux outils informatiques complémentaires à l'indexation.
- Les données images sont difficilement indexables et retrouvables.
- Un sujet novice s'adapte en moins d'une heure à un système d'hypertexte et devient très rapidement plus efficace que sur une encyclopédie papier.
- L'utilisateur d'un hypertexte débute par une manipulation hiérarchique de l'hypertexte avant de passer à une navigation plus transversale. Un utilisateur choisit des techniques de navigation qui lui semblent plus pertinentes et évolue très peu vers les autres méthodes.

2.4. CONCLUSION SUR LES HYPERTEXTES

Les systèmes à hypertextes correspondent essentiellement à une technique de manipulation de données. De plus, ces données sont de type textuelles, découpées en unités d'information (« chunks² ») reliés entre eux sémantiquement lors de l'écriture.

Ce système peut être appliqué à de nombreux domaines pour simplifier la recherche d'information sur des éléments d'information, qui nécessitent une lecture par des utilisateurs non spécialistes.

Cependant, l'hypertexte pose des problèmes d'utilisation sur des domaines d'information vastes, et sur des formats de données particulières. C'est ce que nous allons voir maintenant.

²Chunk : groupe d'éléments textuels formant une entité sémantique.

3. DONNEES SPECIALISEES

Cette expression « données spécialisées » veut regrouper l'ensemble des domaines où l'information se trouve dans des données de différents formats et dont l'utilisation est particulière à ce domaine.

Les trois domaines de cette partie sont concernés par les interfaces navigationnelles du fait de leur besoin d'étendre leur facilité d'accès. Des interfaces navigationnelles sont envisagées pour remplacer des langages de commandes par une manipulation intuitive et simplifiée.

3.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

La recherche documentaire est l'initiatrice en recherche d'information automatisée. Elle apporte sa compétence dans de nombreux domaines dont celui de l'hypertexte.

La recherche documentaire automatisée possède un outil puissant : le thesaurus.

Il est également utilisé dans les interfaces navigationnelles documentaires [JONES et al. -95]. La recherche peut être classée selon deux axes principaux :

- le thesaurus est l'outil principal de la recherche d'information
- le thesaurus apporte sa puissance à d'autres techniques dont l'hypertexte

3.1.1. Thesaurus Navigationnel

Les thesaurus navigationnels sont constitués de cartes permettant aux utilisateurs de connaître les termes utilisés dans la base par leur visualisation. Cela simplifie efficacement la stratégie de recherche en permettant à l'utilisateur de désigner, plutôt que de chercher mentalement, les termes les plus adéquats à partir de la sélection d'un domaine.

Dans notre recherche bibliographique sur la base de données INSPEC, par exemple, nous avons eu recours à cette visualisation de descripteurs utilisés dans la base. Une première recherche, sur des termes recensés mentalement, nous a permis de visualiser des résumés et leurs descripteurs utilisés dans la base de données. Après en avoir sélectionné quelques uns pour leur pertinence, nous avons collecté leurs

descripteurs afin de les utiliser dans une nouvelle interrogation, sur des bases plus fiables, avec des descripteurs existants et cohérents avec notre recherche.

Ce type d'interface navigationnelle situe l'interrogation au niveau structurel de la base de données et, contrairement aux hypertextes, ne permet pas la manipulation directe des données. Cet aspect est essentiellement dû au volume des données.

Nous allons maintenant présenter différentes axes de recherche, qui ont pour objectif cette simplification de l'usage du thesaurus. C'est en offrant la visibilité des termes existants dans une base et leur proximité sémantique que son usage sera simplifié.

A DEWEZE [DEWEZE – 93] présente la méthode de navigation « Leximappe », un logiciel développé par J. Whittaker à l'école des Mines de PARIS. Cette méthode fait appel à 2 techniques :

- l'analyse des mots associés (calcul des co-occurrences)
- une technique graphique pour la visualisation des liens avec leur poids.

Le logiciel calcule l'occurrence de toutes les paires de mots trouvées dans l'ensemble des références et leur affecte un poids. Leur affichage permet à l'utilisateur d'avoir une vue globale des thèmes abordés dans le domaine de son interrogation et des relations (proximité entre les sujets) qui existent entre ceux-ci.

Susan Jones et al. [JONES et al. – 95] font un état de l'art sur les thesaurus navigationnels. Ils présentent différents axes de recherche:

- Thesaurus manipulable par menus déroulants utilisant la hiérarchie avec un déplacement du générique au spécifique.
- Thesaurus sous forme de carte avec manipulation des termes et des liens. Le chemin de la sélection permet de trouver les documents recherchés.
- Thesaurus manipulable sous forme d'hypertexte.

Ces interfaces sont accompagnées de différents moyens pour calculer le poids des termes (nécessaire à l'affichage). On recense comme méthodes de calcul :

- le nombre de connexions,
- le type de relations (équivalence, terme spécifique (NT), terme associé (RT), terme générique (BT)),
- le nombre de cooccurrences des termes servant de mot clé dans la base documentaire.

L'affichage des termes, existants dans la base, permet une rapidité de recherche pour préciser, élargir, utiliser le synonyme adéquat, effectuer une recherche hiérarchique, etc.

Cependant, ces systèmes montrent le type de problèmes généralement rencontrés dans les thesaurus navigationnels : il est très difficile d'afficher pertinemment de très nombreuses données sur un écran dont la lisibilité devient rapidement difficile.

3.1.2. Hypertexte documentaire

3.1.2.1. Usage des interfaces navigationnelles

L'hypertexte est un système documentaire particulier. Il permet de manipuler des éléments textuels et de se déplacer de l'un à l'autre par leurs références croisées. Cette proximité de domaines incite des recherches pour l'utilisation commune d'outils.

Ainsi, le thesaurus [POLLARD 93] sera vu comme une aide à la navigation, plus complète qu'un simple index de déplacement sur des points d'entrée correspondant très souvent aux titres des éléments textuels de l'hypertexte.

Pour expliciter l'avantage de lier les compétences des systèmes hypertextes à celles des systèmes documentaires, nous proposons ci-dessous une description d'une application hypertexte, qui s'inspire des outils du domaine documentaire pour gérer une base de documents de taille modérée.

3.1.2.2. Système de recherche d'information hypertextuel en utilisant l'idée de la classification

Cette interface [ABOUD et al. -93] propose un hypertexte sur des articles de différentes natures, de longueur moyenne. Les articles sont découpés en sous éléments manipulables par les techniques de systèmes hypertextes. Elle correspond à un système de recherche d'information grâce à une situation préalable des points d'entrée pertinents dans l'hypertexte par une restriction du domaine intéressant le chercheur. Ces points d'entrée sont définis par l'utilisation de la classification et d'un thesaurus.

Il est à noter que cet hypertexte a pour objectif l'écriture et la manipulation de documents par un groupe de chercheurs, dont le volume est celui d'un centre de documentation. (cf. § Critères de classification)

3.1.2.2.1. Structure

La base est créée à partir de documents contenant des parties de différents types (images, textes,..). Ils sont complétés par un descripteur textuel (résumé), qui permet une indexation automatique et la liaison avec un thesaurus. Le thesaurus intègre des poids pour chaque terme indexés en fonction de leur fréquence d'occurrences dans un corpus de documents. Les documents sont regroupés dans des fichiers de même domaine.

Les documents sont découpés en unités d'information, ce qui permet une certaine modularité de la base de données. Ils permettent ensuite de réaliser des regroupements hypertextuels.

Des liens de différentes natures sont créés automatiquement ou dynamiquement par l'administrateur et les utilisateurs.

Les unités d'information sont reliés par des liens sémantiques divers :

- la composition d'un document « part_of » qui permettent de retrouver l'intégralité d'un document,
- les liens de références « see_also » qui relie de façon plus ou moins dynamiques ces éléments d'information,
- les regroupements par domaines dans les domaines « belongs_to », qui utilisent les règles et les classes de la classification.

3.1.2.2.2. Enrichissement de l'hypertexte

Ce système apporte quelques éléments pour limiter le problème de désorientation de l'utilisateur dans les hypertextes. Ils correspondent à des compléments des techniques envisagées dans la partie des systèmes hypertextuels (cf. § Désorientation dans un hypertexte).

- labels, signets et marques colorées
- Butineur pour indiquer à l'utilisateur où il se trouve
- Méthodes d'association d'idées
- Liens dynamiques externes

3.1.2.2.3. Affichage et Interrogation

Elle combine trois techniques pour trouver un point d'entrée et un sous ensemble de documents pour la consultation hypertextuelle :

- langage naturel sur les termes indexés (thesaurus) pour restreindre le domaine de navigation,
- classification multi-critères,
- navigation hypertexte.

Ces deux types d'interrogation permettent de sélectionner un ensemble de documents et de les classer par ordre de proximité avec l'interrogation. Ils pourront être ensuite manipulés comme dans un système hypertexte avec des liens de succession, tout en conservant leurs liens de références avec d'autres documents de ce domaine.

3.1.3. Conclusion sur la Recherche Documentaire

La recherche documentaire est utilisée dans plusieurs cas, pour la manipulation :

- soit d'une base de données de volume très important, contenant essentiellement des références à des ouvrages,
- soit d'une base de taille plus réduite exigeant l'accès à des documents complets en ligne.

Les réponses, en terme d'interfaces navigationnelles, recensées dans la bibliographie, sont donc de deux ordres en fonction du volume de données et du contenu :

- carte de navigation sur les références indexées des données,
- hypertexte sur les données documentaires directement.

Cette différenciation obligatoire en fonction du volume se retrouvera dans les autres domaines.

3.2. BASES DE DONNEES RELATIONNELLES ET ORIENTEES OBJET

3.2.1. Usage des interfaces navigationnelles

Les systèmes de gestion de bases de données possèdent des fonctionnalités d'interrogation performantes. Cependant, ces interrogations sont réalisées à travers des langages de commandes, qui impliquent une connaissance de la structure des données et des liens reliant les enregistrements. Les interfaces navigationnelles proposent de remplacer ou d'aider à la création de requêtes.

Sur la base du paradigme du flux des données, Data Flow Query Language [CLARK ET WU 94] propose d'apporter une extension au langage de requêtes SQL. L'utilisateur crée une requête graphique : elle est transcrite en ligne de commande manipulable et réutilisable. Une autre avancée de DFQL tient dans l'affichage des résultats dans la perspective des systèmes d'information géographiques.

Issues des bases de données relationnelles, les bases de données orientées objets augurent de la prochaine génération de bases de données. Dans l'idée d'étendre l'acquisition d'information aux non spécialistes, des recherches préparent des interfaces navigationnelles pour la manipulation des données de ces systèmes en utilisant au maximum leurs potentialités.

La thèse de S. TALLARD, [TALLARD – 94] propose trois modes d'interactions :

- Mode "Graphique" : L'utilisateur navigue directement dans les données grâce à des métaphores iconiques, pour la représentation des propriétés structurelles et dynamiques du schéma de la base. Il peut également utiliser le système d'interrogation graphique pour écrire des requêtes simples.
- Mode "textuel" : L'utilisateur interroge la base par un système de requêtes algébriques (algèbre adapté au contexte des bases de données multimédias).
- Mode "iconique" : l'utilisateur dispose d'un langage d'interrogation iconique pour l'assister dans la définition de requêtes complexes. Il lui permet de

créer un squelette de requêtes, et de le compléter manuellement par la suite. Ce système de requêtes, accompagnées de règles de paraphrasage, basé uniquement sur les informations contenues dans la base, suffit dans la plupart des cas à la création de requêtes complexes.

C. MENDIBOURE propose, dans sa thèse, « une interface pour l'interrogation de bases de données orientées objets et documentaires » [MENDIBOURE 94]. Elle est constituée de la représentation du schéma de la base par un graphe des classes d'objets et des liens sémantiques reliant celles-ci.

Elle propose, pour la recherche documentaire en particulier, à l'utilisateur de manipuler des graphes représentant le réseau de documents et le thesaurus : le but est d'apporter « différentes visions du contenu structurel et sémantique de la base ».

Cette thèse s'inscrit dans le travail d'un laboratoire : le CERISS. Nous allons maintenant présenter un article synthétique de ce travail afin de recenser des techniques d'affichage et de manipulation graphique d'objets.

3.2.2. Une interface navigationnelle pour les bases de données orientées objet.

Le CERISS [ANDONOFF et al. – 92] propose une interface de manipulation navigationnelle, pour les non-spécialistes des objets et des classes (structure) d'une base de données orientée-objet, sans connaître la structure de données.

Cette interface se retrouve sous plusieurs noms selon son évolution : OHQL, CHOLQ, DOHQL [ANDONOFF et al. – 92], [ANDONOFF et al. – 93], [MENDIBOURE – 94]. L'article décrit ici concerne la première version : OHQL .

3.2.2.1. Représentation Graphique

Le schéma de structure de la base de données est affiché sur un « hypergraphe », c'est à dire un graphe dont :

- les sommets correspondent aux classes,

- les arcs correspondent aux liens sémantiques et structurels entre les classes.

L' « Hypergraphe », ou interface de navigation, représente les liens structurels et sémantiques des classes d'objets. Trois types de liens sont représentées par trois représentations graphiques sur l'interface.

- Liens d'héritages représentent la transmission des propriétés entre une superclasse et une sous-classe. L'héritage est une caractéristique des systèmes orientés objets. Il correspond à des liens structurels du type « is_a ».
- Lien de domaine de composition : un élément de structure (classe) d'objet a pour type (définition) une autre classe. Au niveau des données, cela correspond à : un objet est composé d'un sous objet, et pour un lien multiple, d'un ensemble ou d'une liste d'objets(SET, LIST).
- Lien de domaine compatible : lorsque des classes sont compatibles mais dont le lien n'est pas explicitement décrit, le système les met en valeur par ce type de lien.

3.2.2.2. Affichage et manipulation

L'utilisateur est face à une interface graphique sur laquelle le schéma de la base de données est représentée sous forme d'hypergraphe. En fait, son interrogation porte sur les données, qu'il obtient par manipulation de la structure.

En manipulation directe, l'utilisateur sélectionne les classes ou leurs liens pour visualiser les objets (données). Il peut visualiser, effectuer une requête, mettre à jour l'ensemble des données de sa sélection dans des fenêtres contenant le contenu des objets. La composition est représentée par une ou plusieurs icônes dans chaque enregistrement. L'héritage de la super classe se fait à travers les méthodes disponibles sur chaque objet : elle permet de visualiser en plus des données de l'objet, celles héritées du super objet .

3.2.2.3. Système d'interrogation

Le système de requêtes est doté de deux niveaux de difficultés : sur une classe ou sur plusieurs.

Requête sur une classe :

L'utilisateur dispose, classiquement, de la projection et de la sélection en langage de prédicats sur les méthodes des classes (techniques SQL).

Une fenêtre de la classe interrogée montre, dans une liste, les objets répondant à la requête, comme pour la manipulation directe d'une classe.

La requête se fait par sélection successive des attributs ou méthodes d'objets pour lesquels on désigne un opérateur puis une ou plusieurs valeurs de sélection parmi les valeurs possibles.

Requêtes multiclassées :

L'utilisateur sélectionne un lien entre classes. Il crée ainsi une requête. Celle-ci porte sur les deux classes reliées. La requête va sélectionner tous les enregistrements, de chaque classe, pour lesquels ce lien existe. Une requête peut être composée de plusieurs liens.

- Sélection de lien de domaine de composition directement sur le graphe : la fenêtre résultat affiche l'ensemble des objets et objets composés compris dans le lien.
- Sélection de lien d'héritage : la fenêtre résultat affiche les objets et sous objets compris dans le lien

3.2.3. Conclusion sur les bases de données

Les recherches recensées sur les interfaces navigationnelles de manipulation de bases de données font ressortir quelques points importants :

- La manipulation de la structure des données dans des cartes et/ou des graphes permet à l'utilisateur de visualiser dans sa globalité les liens entre les éléments de la structure.

- Les requêtes sont facilitées : le choix des critères se fait parmi une liste des données enregistrées. L'utilisateur interroge ainsi les données sur des bases connues, existantes.

3.3. LES IMAGES ET LE MULTIMEDIA

Les images et l'ensemble des données multimédias possèdent un format particulier. Leur manipulation est difficile. Leur indexation et leur recherche est complexe à cause de ce format.

Deux axes de recherche principaux tentent d'apporter des solutions pour leur manipulation :

- L'hypermédia qui simplifie la manipulation par insertion de ces données dans du texte plus facilement indexable et retrouvable.
- La manipulation directe de ces formats complexes dans des applications dédiées.

3.3.1. Hypermédia

Pour répondre à des besoins de recherche d'information sur des données complexes et multimédias [MENDIBOURE, MOTHE, THOMAZEAU – 92], l'hypermédia permet de manipuler des ensembles de textes, d'images et de plans.

Cet article propose de compléter le système hypertextuel par une interrogation en langage semi naturel et un graphe d'interrogation sur la structure des données et les associations d'idées.

3.3.2. Manipulation d'images

L'interrogation d'une banque de données d'images [STANCHEV, SMEULDERS, GROEN – 92] demande un système d'indexation, d'enregistrement, et de recherche particuliers

Pour des schémas électroniques, des dessins d'architectes et des cartes topographiques, cet article propose un système de requêtes graphiques sur la forme des images. Un squelette d'image permet d'établir la correspondance avec les images de la base grâce à une interface permettant de réaliser cette image de recherche simplement. L'interrogation est complétée par des techniques classiques de recherche d'information.

V. LONGUEVILLE [LONGUEVILLE - 93] et P. AIGRAIN [AIGRAIN et LONGUEVILLE-92] proposent un système de navigation dans des banques de données d'images.

Contrairement à l'article précédent, ils proposent une interface de navigation à travers l'ensemble de la base en permettant à l'utilisateur de chercher visuellement son image . Les images sont liées entre elles et présentées comme dans un hypergraphe dans lequel l'utilisateur se déplace.

3.3.3. Conclusion sur les Images et le Multimédia

Le format particulier des images et du multimédia rend difficile leur indexation et leur manipulation. Les solutions envisagées répondent à des cas précis. La manipulation des images, sons et animations ne connaît pas de solution globale.

4. CONCLUSION

Cette note de synthèse bibliographique nous a permis de recenser un certain nombre d'axes de recherches sur les interfaces navigationnelles.

Après avoir retracé un historique des Interfaces Navigationnelles, ce travail comprend une partie importante sur les systèmes hypertextuels. La raison de cette importance réside essentiellement dans le fait que ces systèmes sont les interfaces navigationnelles les plus courantes et les plus diversifiées. Nous avons pu voir également certains points forts et divers problèmes liés à leur utilisation.

Puis, nous avons essayé de présenter des interfaces navigationnelles appliquées à d'autres domaines et formats de données. Cette présentation de systèmes hétérogènes montre malgré tout un point commun : l'influence des systèmes hypertextuels.

Ce travail fait ressortir quelques points qui nous semblent essentiels :

- I. Cette note de synthèse recense essentiellement deux types de navigation :

Navigation Hypertextuelle

Navigation sur cartes

Elles sont toutes deux basées sur une même idée :

l'utilisation des liens sémantiques reliant des unités d'information

- II. Quelques remarques, récurrentes dans la bibliographie, nous semblent essentielles pour la conception d'interfaces navigationnelles :

1. Les utilisateurs du grand public demandent des méthodes de navigation homogènes et limitées en nombre afin d'éviter une désorientation supplémentaire.
2. Les utilisateurs spécialisés demandent des gains de temps et des manipulations simples afin de préparer un travail de recherche plus complexe et plus long.

3. La connaissance, par la visualisation, des structures et des liens entre éléments facilite la recherche d'information sur des bases de volume important.

L'interrogation d'un corpus est facilitée par la manipulation directe de sa structure. Pour la recherche documentaire avec un thesaurus, par exemple, il est plus simple de visualiser et sélectionner les termes qui sont utilisés pour l'indexation plutôt que de les écrire dans la requête.

4. La conception d'une interface navigationnelle demande une analyse et une connaissance précise de la structure et des types de données.

Selon le format des données, l'interface sera différente : une image ne se manipule pas de la même manière que du texte.

III. Ouverture

Cette note de synthèse correspond à une vue d'ensemble sur ce que l'on appelle les interfaces navigationnelles. Son objet n'était surtout pas de synthétiser les recherches théoriques autour de l'écriture et de la lecture des relations sémantiques entre éléments d'information.

Pourtant, l'écriture de relations entre concepts suit des normes de faits et des théories précises qui pourraient éventuellement servir à l'automatisation de systèmes de lecture/écriture non linéaire : les liens sémantiques complètent les unités d'information d'un sens contextuel.

De plus, la lecture des interfaces navigationnelles repose sur des bases théoriques importantes. Les problèmes que rencontrent les utilisateurs des interfaces navigationnelles peuvent également amener une réflexion globale sur la réalisation d'interfaces navigationnelles.

De nombreuses questions et solutions peuvent être apportées pour l'évolution de ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

[ABOUD et al. – 93]

M ABOUD, C. CHRISMENT, R. RAZOUK, F. SEDES, C. SOULE-DUPUY, IRIT/SIG Université de Toulouse III, « **Querying a hypertext information retrieval by the use of classification** », dans *Information Processing & Management* , Vol 29, N°3, pp. 387–396 1993.

[ANDONOFF et al. –92]

ERIC ANDONOFF, MICHEL CANILLAC, CATHERINE MENDIBOURE ET GILLES ZURFLUH (CERISS), « **OHQL: A HYPERTEXT APPROACH FOR MANIPULATING OBJECT-ORIENTED DATABASES** », dans *Information Processing & Management*, Vol 28, N°5, pp. 567–579,1992

[ANDONOFF et al. – 93]

Andonoff, E.; Hubert, G.; Sallaberry, C., « **CHOLQ: an object-oriented data base querying environment** », dans *Proceedings of Sixth International Conference on Software Engineering and Its Applications* , EC2, France 1993, p.203–14

[BERTHA, SCHARWZ – 92]

BERTHA E., SCHARWZ E.J., « **Hypermedia in the library: design guidelines based on assesment tests** » dans Conférence « Libraries and Electronic Publishing: Promises and Challenges for the 90's. Festschrift in Honour of Richard M. Dougherty » ,éditeur ??,Allemagne de l'Ouest, 1992, pp179–94.

[CLAPIS, BYERS – 90]

Clapis, P.J.; Byers, W.S., « **Intelligent search and retrieval of a large multimedia knowledgebase for the Hubble Space Telescope** », Hughes Danbury Opt. Sys., Artificial Intelligence Lab., New Haven, CT, USA, dans *Proceedings of the SPIE – The International Society for Optical Engineering* , conférence *Applications of Artificial Intelligence VIII* , 1990, USA, vol.1293, pt.1 p.590–5

[CLARK et WU – 94]

CLARK, G.J.; WU, C.T.,« **DFQL: dataflow query language for relational databases** », Dept. of Comput. Sci., Naval Postgraduate Sch.,Monterey, CA, USA, dans *Information and Management* , 1994, Netherlands, vol.27, no.1 p.1–15

[DEWEZE – 93]

A. DEWEZE, « **Informatique Documentaire** », 4ème édition, MASSON, Coll. MANUELS INFORMATIQUES MASSON, France, 1993, pp249–250

[EGENHOFER, KUHN –92]

Egenhofer, M.J.; Kuhn, W. « **Visualizing spatial query results: the limitations of SQL** »,Dept. of Surveying Eng., Maine Univ., Orono, ME, USA dans *IFIP Transactions A (Computer Science and Technology)*, 1992 Netherlands, vol.A–7 p.5–18.

[JONES et al. – 95]

S. JONES, M. GATFORD, S. ROBERTSON, M. HANCOK-BEAULIEU, J. SECKER, S. WALKER, « **Interactive Thesaurus Navigation: Intelligence Rules OK ?** », in *Journal of the American Society for Information Science*, 46(1), janvier 1995, pp. 52-59.

[KALTENBACH, ROBILLARD et FRASSON – 91]

Kaltenbach, M.; Robillard, F.; Frasson, C., « **Screen management in hypertext systems with rubber sheet layouts** », Dept. of Manage. and Inf. Sci., Bishop's Univ. Lennoxville, Que., Canada, dans *Proceedings of Hypertext '91*, ACM, New York, NY, USA, 1991, p.91-105

[LAUFER – 92]

R. Laufer et D. Scavetta., « **Texte, Hypertexte, Hypermédia** », Coll. « Que Sais-je? », France, 1992.

[LEVENTHAL et al. – 93]

LAURA MARIE LEVENTHAL, BARBEE MYNAT TEASLEY, KEYTH INSTONE, DIANE SCHERTLER ROHLMAN, JOHN FARHAT, **Sleuthing in HyperHolmes : an evaluation of using hypertext vs. a book to answer questions**, dans *Behaviour & information Technology*, 1993, vol. 12, n° 3, pp. 149-164.

[LEVY – 90]

LEVY Pierre., « **Les Technologies de l'intelligence. L'avenir de la pensée à l'ère informatique** », La découverte, 1990.

[LONGUEVILLE – 93]

LONGUEVILLE Véronique, « **Modélisation, calcul et évaluation des liens pour la navigation dans les grands ensembles d'images fixes** », Thèse de Doctorat Université de TOULOUSE III sous la dir. de AIGRAIN Philippe, Décembre 1993

[MENDIBOURE – 94]

MENDIBOURE Catherine, « **DOHQL: une interface pour l'interrogation de bases de données orientées objet et documentaires** », thèse de Doctorat à l'université de TOULOUSE 3 sous la dir. de ZURFDLUH Gilles, février 1994

[MENDIBOURE, MOTHE, THOMAZEAU – 92]

Mendiboure, C.; Mothe, J.; Thomazeau, J. « **An interface for querying a complex documentary object base** », Univ. Paul Sabatier/IRIT, Toulouse, dans conférence *TOULOUSE '92. Fifth International Conference. Software Engineering and Its Applications Proceedings*, EC2, Nanterre, France, pp. 679-88.

[POLLARD 93]

POLLARD R., « **A hypertext-based thesaurus as a subject browsing aid for bibliographic databases** », in *Information Processing & Management*, 1993, vol 29, n°3 pp. 345-57.

[RUNDUS – 90]

D. RUNDUS « **Facilitating navigation in hypertext** » dans conférence « 1990 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics Conference Proceedings » ,IEEE, USA 1990, pp. 655–6.

[SCHNEIDER, TREPIED – 90]

Schneider, M.; Trepied, C., « **Graphical description and query interface for databases** », Lab. d'Inf., Univ. Blaise Pascal de Clermont–Ferrand, Aubiere, France dans conférence *Engineering for Human–Computer Interaction. Proceedings*, ed. Cockton, G. 1990 Netherlands, p.63–86

[STANCHEV, SMEULDERS, GROEN – 92]

Stanchev, P.L.; Smeulders, A.W.M.; Groen, F.C.A., « **An approach to image indexing of documents** », Dept. of Comput. Sci., Amsterdam Univ., Netherlands, dans *IFIP Transactions A (Computer Science and Technology)* et conférence *Visual Database Systems* , 1992 Netherlands, vol.A–7, p.63–77

[TALLARD – 94]

TALLARD Stéphane, « **Une Interface Multimodale pour l'interrogation d'une base de données orientée objet multimédia** », Thèse de doctorat Université de PAU sous la dir. de CAUSSE Bernard, Février 1994

Références indirectes :[BUSH– 45]

V. BUSH., « **As We May Think** », 1945

[CONKLIN – 87]

J. CONKLIN., « **Hypertext: An introduction and Survey**», in *IEEE Computer* , 20(9), 1987 , pp. 17–41.

[ENGELBART– 63]

D. ENGELBART., « **A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect** », 1963.

[HALASZ– 88]

F.G HALASZ., « **Reflections on NOTECARDS: Seven issues for the Next Generation of Hypermedia Systems**», in *Communications of the ACM* , 1988 , pp. 836–852.

[LEGETT et al. –90]

J–J LEGETT, J–L SCHNASSE, C–J KACMAR « **Hypertext for Learning**», in D–H JONASSEN, H. MANDL, *Designing Hypermedia for Learning* , Springer 1990 , pp. 27–37.

BIBLIOTHEQUE DE L'ENSSIB



802331G