

Conception d'un Système d'Assistance à la Navigation et à l'Apprentissage sur Internet - SANA

Abdelhakim Herrouz * - Mahieddine Djoudi **

* Département des Mathématiques & d'Informatique
Faculté des Sciences & des Sciences de l'Ingénieur
Université de Ouargla
B.P 191 – Ouargla –RP- 30000, (Algérie)
aherrouz@hotmail.com

** Laboratoire IRCOM-SIC
UFR Sciences SP2MI Université de Poitiers
Téléport 2, Boulevard Marie et Pierre Curie, BP 30179
86960 Futuroscope Cedex (France)
djoudi@sic.sp2mi-univ-poitiers.fr

RÉSUMÉ

Cette recherche se situe dans le champ de l'ergonomie de l'interaction homme-machine. Elle propose un assistant à la navigation sur Internet permettant à l'utilisateur naviguant de se repérer. Après une présentation et une comparaison des systèmes existants d'assistance à la navigation dédiés à Internet, cet article décrit notre solution multi-agent nommé SANA (Système d'Assistance à la Navigation et à l'Apprentissage) qui met en avant une carte des sites visités. Différents niveaux de visualisation sont mis en place afin de rendre la carte de navigation plus visible et moins surchargée. Enfin, avant de conclure, une expérimentation dans un contexte pédagogique réel est donnée.

MOTS-CLÉS : Assistant à la navigation, hypermédia, proxy, interaction, carte.

ABSTRACT

This research is relevant to the area of ergonomics human-computer interaction. We propose an assistant for browsing on the Internet to allow user to get one's bearings during navigation session. After a presentation and a comparison of the existing systems supporting Internet browsing, this article describes our multi-agent approach called SANA, which puts at the disposal of the user a visited site map. Different levels of visualization are implemented in order to make the map more visible and less overloaded. Finally, and before concluding, we present an experimentation in a real educational context.

KEYWORDS : Browsing assistant, hypermedia, proxy, interaction, map.

1. INTRODUCTION

Internet –et plus particulièrement le Web- est un espace informationnel ouvert, dynamique, distribué, hétérogène et non modéré. En effet, on constate que sur cet hypermédia, des sites apparaissent et disparaissent, des contenus sont modifiés et il devient impossible de maîtriser l'organisation. Par contre, Internet a rendu possibles des situations d'apprentissage dans lesquelles l'apprenant construit lui-même son cheminement individualisé. On parle ainsi d'activité de navigation pour s'approprier un contenu ou se repérer et choisir des sources d'information. L'accent est mis alors sur les difficultés rencontrées par les usagers lors de la navigation sur cet océan d'information qui est Internet. Cependant et malgré la diversité de ces difficultés, elles peuvent être ramenées à deux grandes catégories : la désorientation et la surcharge cognitive.

La désorientation provient de l'absence de repères chez les utilisateurs lorsqu'ils parcourent les réseaux : ils ont besoin de savoir d'où ils viennent, où ils sont et comment se rendre d'un endroit à un autre. Quant à la surcharge cognitive, elle est liée aux nombreuses décisions que doit faire l'utilisateur lorsqu'il traverse l'hypermédia : quels liens suivre, comment retrouver ceux qui l'intéressent dans ceux qu'il a parcourus ou dans ceux qu'il lui reste à parcourir.

L'utilisateur doit pouvoir trouver l'information qu'il cherche en naviguant à travers des liens et des nœuds. Ses tâches de recherche d'information exigent qu'il accède intelligemment à l'information pertinente. Ceci suppose des capacités telles qu'aller d'un endroit à un autre, identifier le document atteint, l'évaluer, le ranger ou mémoriser son adresse, et faire les liens avec d'autres documents et informations.

Pour faciliter la navigation, des logiciels tel que Navigator de Netscape ou Internet Explorer de Microsoft disposent de fonctionnalités comme l'historique, et les signets (bookmarks). Toutefois, ces possibilités s'accumulent rapidement dans le cas d'un nombre considérable de sites et deviennent ainsi ingérables pour la majorité des utilisateurs. De plus, les représentations que se font les usagers d'un système hypertextuel dans son ensemble sont très variables d'une personne à une autre. Dans ce contexte, les solutions passent sans doute par le développement d'outils techniques et des compétences des utilisateurs. C'est cette démarche que nous avons adoptée pour la conception d'un système d'assistance à la navigation et à l'apprentissage sur Internet tout en favorisant l'interaction personne-machine.

Le reste de l'article est organisé de la manière suivante : la section 2, présente et compare les principales approches d'aide à la navigation proposées dans la littérature. La section 3 décrit le système SANA, notre outil d'assistance à la navigation sur Internet. Enfin, la section 4 propose une expérimentation de l'outil dans un cadre éducationnel. En conclusion sont indiquées quelques remarques sur notre conception et leur importance pour de futurs travaux.

2. LES ASSISTANTS D'AIDE À LA NAVIGATION DANS LES HYPERMÉDIAS

2.1 Présentation des approches existantes

Un nombre assez important de systèmes d'aide à la navigation dans les hypermédiats – comme le Web – sont proposés dans la littérature. Nous citons entre autres : BROADWAY v1, Footprints, Hospitext, Hypercase, Letizia, Nestor, WebWatcher, WBI et l'approche de Yan et al.

- L'assistant de navigation sur le Web **BROADWAY v1** (a BROWsing ADviser reusing path WAYs) [6] est un serveur permettant de suivre les demandes de documents faites par les clients tout en les mémorisant. Il utilise un système de raisonnement à partir de cas pour conseiller un groupe d'utilisateurs sur les pages intéressantes de visiter en fonction du chemin que le groupe a déjà parcouru. Il se base sur la plate-forme à objets CBR*Tools [5] pour implanter le système de raisonnement à partir de cas conformément à un cadre flexible et générique formé par un modèle d'indexation par situations comportementales. BROADWAY v1 permet une bonne modélisation du comportement de l'utilisateur via deux types de variables [10] : les variables de description de la navigation (adresse URL et contenu), et les variables de satisfaction de l'utilisateur (évaluation explicite –degré de pertinence- et évaluation explicite –ratio d'affichage-). Il assiste un utilisateur naviguant sur le Web et facilite la tâche de recherche d'informations sur cet hypermédia. L'interaction de l'utilisateur avec BROADWAY v1 est assurée à l'aide de deux moyens : les barres d'outils et le contrôleur. BROADWAY v1 est conçu selon une architecture répartie de type transducteur de flux (stream transducers) [5]. C'est pourquoi, il utilise le serveur HTTP proxy JIGSAW développé par le W3C (Worl-Wide-Web Consortium). Enfin, il a une architecture ouverte et bien adaptée au Web.
- **Footprints** [11] met en avant une technique de visualisation par un graphe où chaque nœud symbolise une page. Les nœuds sont reliés entre eux par des liens représentant les chemins parcourus par les usagers. De plus, les liens sont mis en évidence par différentes couleurs pour bien montrer la fréquence de leur utilisation. L'utilisateur peut donc visualiser le graphe pour se repérer et choisir de suivre un des liens par un simple clic sur le graphe. Footprints est basé sur le principe que si plusieurs usagers ont suivi un même lien, alors il est intéressant de recommander.

Le système affiche l'ensemble des pages les plus visitées à partir de la page courante. Par ailleurs, Footprints utilise les logs HTTP d'un serveur spécifique pour construire le graphe de parcours des utilisateurs.

- L'objectif d'**Hospitext** [4] est de fournir une assistance aux utilisateurs durant leur consultation de dossiers médicaux de patients disponibles dans un hypermédia. Pour pouvoir proposer une séquence de documents à consulter, ce système nécessite un recueil des navigations d'un groupe d'utilisateurs. Il utilise une taxonomie des pages pour améliorer son processus de recommandation. Cette approche est difficile à mettre en œuvre sur le Web car l'utilisation des informations liées aux pages n'est pas normalisée.
- **Hypercase** [9] est un assistant à la navigation qui utilise des techniques de raisonnement à partir de cas. Il exploite un ensemble de cas prédéfinis formés par des experts. Il nécessite la définition préalable de chaque page comme indice de son raisonnement pour calculer les recommandations des pages à visiter. De plus, l'ordre d'accès aux pages n'est pas pris en compte. Cette méthode n'est pas adaptée au Web qui est naturellement dynamique.
- **Letizia** [8] est un agent de navigation mono-utilisateur. Il identifie les centres d'intérêts de l'utilisateur à partir des navigations observées. Ainsi, en se basant sur le comportement de l'utilisateur, il l'assiste et essaie d'anticiper ses besoins. Le profil de l'usager n'est pas sauvegardé ni mis à jour.
Let's Browse [7] est la version multi-utilisateur. Il permet une navigation non plus solitaire mais à plusieurs.
- Le navigateur **Nestor** [13] est un logiciel Web client ; il fonctionne sur un ordinateur personnel, sous Windows 9x ou NT. Son écran principal est composé de deux fenêtres : dans celle de droite, on dispose d'un navigateur conventionnel –qu'on peut supprimer et utiliser à la place Internet Explorer de Microsoft Version 4 ou 5- ; dans la fenêtre de gauche on retrouve une fenêtre d'aide. Celle-ci est graphique et interactive ; une carte y est tracée automatiquement au fur et à mesure que l'utilisateur navigue. Cette carte peut être modifiée, éditée par l'usager, et utilisée par un retour direct aux sites déjà visités. Nestor permet aussi d'annoter tous les documents parcourus, de construire des tours guidés à travers les documents du réseau et d'échanger les cartes de ses utilisateurs pour partager leur expérience de navigation.
- **WebWatcher** [1] utilise la page en cours et un ensemble de mots-clés donné par l'utilisateur au début de sa recherche. Puis, il met en évidence les hyperliens recommandés de la page courante. Il est implémenté selon une architecture similaire à celle d'un serveur HTTP proxy. Il examine et modifie les liens des pages consultées pour les rediriger vers le même serveur. De cette façon, WebWatcher peut donc suivre les usagers durant leurs navigations.
- **WBI** [2] est un autre assistant mono-utilisateur qui mémorise les navigations d'un utilisateur et les analyse pour en extraire des séquences types qui se produisent souvent. Ceci permet de mettre en évidence des raccourcis dans les navigations de l'utilisateur. WBI propose la page finale d'une séquence dès que l'usager visualise la première page. Il repose sur la technique de serveur proxy et a une architecture modulaire permettant la collaboration des différents agents.
- Enfin, **l'approche de Yan et al.** [12] consiste à mettre en place une technique de catégorisation (clustering) de navigations passées ; une catégorie est assimilée à une navigation type. L'ensemble des pages visitées (navigation) d'un utilisateur est analysé et classé dans l'une des catégories types. Ensuite, le système recommande les pages de cette navigation qui n'ont pas encore été consultées. Cette approche utilise les logs d'un serveur particulier et l'ordre d'accès aux pages n'est pas considéré.

2.2 Comparaison des principaux assistants à la navigation :

Les différents travaux sur l'assistance à la navigation sont difficilement comparables à cause de la diversité des buts et des contextes. Dans le cadre de nos contraintes d'applications, six axes d'analyse sont importants pour comparer les assistants existants (cf. Tableau 2.1) :

- *la technique de visualisation utilisée* : Il s'agit de la capacité de l'assistant à offrir une technique de visualisation avancée (carte, arbre, etc.) ;
- *l'annotation* : Le système propose la possibilité d'annoter les liens ;
- *l'interaction* : Il s'agit de la capacité du système à réagir aux différents interactions de l'utilisateur ;
- *l'assistance générale* : Le système permet une assistance multi-sites ou est lié à un hypermédia spécifique ;
- *l'ouverture* : L'assistant peut changer et évoluer en fonction de différentes stratégies ;
- enfin, *l'indépendance vis-à-vis des navigateurs*.

Trois assistants offrent la possibilité d'annotation : Footprints, Nestor et WBI.

Hospitext ne permet pas à l'utilisateur d'interagir avec le système. Les autres assistants présentés peuvent réagir aux interactions de l'utilisateur.

Les systèmes BROADWAY v1, Letizia, Nestor, WebWatcher et WBI permettent une assistance multi-sites. Ils visent donc une assistance du côté de l'utilisateur en utilisant la technique des serveurs proxy ou la redirection des liens. Par contre, les assistants Footprints, Hospitext, Hypercase et l'approche de Yan et al. visent une assistance restreinte à un serveur spécifique. Ils sont donc liés à un hypermédia particulier.

Certains assistants présentent une architecture permettant de s'adapter en fonction de différents scénarios de fonctionnement ou d'assistance.

Enfin, Nestor utilise un navigateur spécifique ou Internet Explorer (Version 4 ou 5) : son utilisation est alors limitée à une plate-forme logicielle particulière. Les autres systèmes décrits permettent d'utiliser les navigateurs d'usage courant.

Le tableau suivant résume les caractéristiques de ces assistants à la navigation. Dans les colonnes, nous utilisons les symboles suivants : - pour Non et √ pour Oui.

	Assistant	Visualisation	Annotation	Interaction	Assistance générale	Ouverture	Indépendance Navigateur
1	BROADWAY v1	-	-	√	√ (Proxy)	√	√
2	Footprints	√ (Graphe)	√	√	-	-	√
3	Hospitext	-	-	-	-	-	√
4	Hypercase	-	-	√	-	-	√
5	Letizia	-	-	√	-	-	√
6	Nestor	√ (Carte)	√	√	√	-	-
7	WBI	-	√	√	√ (Proxy)	√	√
8	WebWatcher	-	-	√	√ (Redirect. Liens)	√	√
9	Yan et al.	-	-	√	-	-	√

Tableau 2.1 : Tableau comparatif des principaux assistants de navigation.

3. PRÉSENTATION DU SYSTÈME SANA :

Le système SANA (Système d'Assistance à la Navigation et à l'Apprentissage) est un assistant de navigation sur Internet intercalé entre les navigateurs et les serveurs d'information utilisant divers protocoles. C'est un logiciel client qui fonctionne sur PC (plate-forme Windows 9x/Me/2000 ou NT). Il s'utilise avec un navigateur (Internet Explorer, Netscape Communicator ou autre). Son objectif est de permettre à l'utilisateur de se repérer lors d'une séance de navigation tout en limitant la surcharge cognitive. Il est destiné essentiellement à un usage éducatif. Le système Nestor décrit précédemment est celui qui s'approche le plus de notre démarche. Celle-ci consiste à élaborer une carte de navigation pour garder une trace du parcours de l'utilisateur sous forme d'un graphe orienté

De plus, pour pallier les insuffisances des assistants existants et étudiés dans la section 2, les caractéristiques attendues de SANA sont :

- avoir une indépendance par rapport au navigateur ;
- mettre en évidence les zones fonctionnelles sur la carte avec des nœuds en couleur (premier, intermédiaire, dernier, terminal, etc.) ;
- avoir la possibilité d'effectuer des zooms sur la carte ou une partie de la carte pour cacher/montrer des détails comme sur une carte géographique ;

- offrir une visualisation textuelle et graphique des sites visités avec les propriétés des nœuds ;
- interagir avec la carte pour modifier ou bien pour insérer un commentaire sur un nœud.

Par ailleurs, les premières utilisations possibles du système SANA sont :

- la construction et l'évaluation des expériences de navigation nécessaires pour la modélisation de l'apprenant usager ;
- la recommandation des sites ou des pages à visiter en fonction du comportement de l'utilisateur ou de l'apprenant ;
- permettre une collaboration indirecte en permettant aux apprenants d'échanger des expériences de navigation.

SANA est bâti sur une architecture multi-agents. Les agents ne se connaissent qu'au cours des différentes interactions et ils coopèrent pour l'enrichissement des connaissances relatives aux documents visités. Ainsi, SANA est composé (cf. Figure 3.1) :

- d'un agent proxy-cache ;
- d'un agent cartographe ;
- et d'un agent interface.

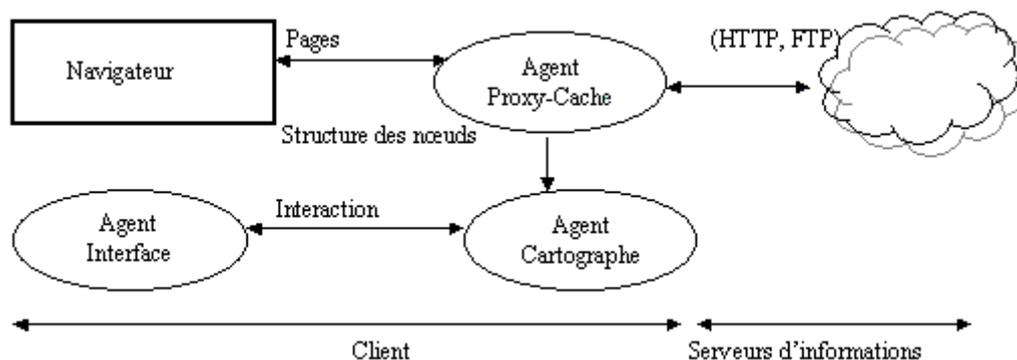


Figure 3.1 : Architecture générale du système SANA.

3.1 L'agent proxy-cache

L'idée est basée ici sur la notion de serveur HTTP proxy. Le principe consiste à intercepter le trafic au niveau du client pour le rediriger de façon transparente vers un proxy-cache qui le prendra en charge en se faisant passer pour les serveurs distants.

L'usage d'un proxy-cache s'explique par plusieurs raisons. :

- il assure l'indépendance du navigateur pour pouvoir utiliser le système sur différentes plateformes. De cette façon, l'utilisateur peut continuer à utiliser son navigateur préféré ;
- il permet de donner accès aux protocoles que les clients Web implémentent rarement (comme WAIS) ;
- il gère une mémoire cache des documents déjà consultés. Il reçoit les requêtes des clients Web et leur fournit les pages demandées soit à un débit normal s'il doit au préalable aller les chercher sur les serveurs d'origine ou instantanément si ces pages se trouvent dans son espace de stockage (cache). Ainsi, le proxy-cache permet d'augmenter le rendement du réseau en le soulageant ;
- enfin, un proxy est un outil bien adapté à l'analyse des communications et du contenu des pages Web visitées. Il est capable aussi de modifier le contenu d'une page avant que le client soit en mesure de l'afficher.

Dans SANA, l'agent proxy-cache intercepte les requêtes HTTP ou autre et récupère les informations pertinentes (titre de la page, adresse-URL- et mots-clés) pour les stocker dans un fichier temporaire. Ces informations vont être utilisées ultérieurement par l'agent cartographe. Ce système de cache est configurable suivant :

- la durée de vie des documents dans le cache (date d'expiration, durée de vie estimée à partir des dates de dernière modification, durée de vie fixée arbitrairement, fréquence d'utilisation du document) ;
- le dimensionnement de la taille du cache.

3.2 L'agent cartographe

L'agent cartographe dresse une carte des documents visités par l'utilisateur en se basant sur les informations contenues dans le fichier construit par l'agent proxy-cache.

La mise en œuvre de carte graphique en tant que dispositif d'aide à la navigation sur Internet est fondée sur des études des processus cognitifs mis en jeu au cours de la navigation dans les espaces hypermédias répartis. Elle permet de mettre en place une représentation graphique qui est à la fois conceptuelle et géographique, en conformité avec les modèles cognitifs de la navigation. De plus, la carte de navigation que nous avons conçue s'inspire également des recherches relatives à l'utilisation de cartes conceptuelles pour structurer les hypermédias.

La carte de navigation met en évidence le parcours de l'utilisateur sur Internet. Elle se présente sous forme d'un graphe orienté dont les nœuds sont constitués de l'adresse du document traversé (URL), le thème ou le titre de la page et les mots-clés associés à ce document. Il est nécessaire aussi de relier les nœuds par un lien (ou arc du graphe) indiquant le fait que l'utilisateur est passé de tel document à tel autre.

Pour ne pas avoir de recouvrement et pour minimiser les intersections des arcs, il est important de trouver une méthode adéquate de placement des nœuds du graphe à l'écran [3]. En général, on distingue trois méthodes : une représentation sous forme d'arbre, par un graphe dynamique ou par un graphe circulaire. En raison des particularités du graphe de navigation et des opérations à effectuer, nous avons retenu la méthode du graphe circulaire. L'implémentation de cette technique reste relativement simple. Elle permet d'apporter énormément en lisibilité, car les nœuds ne se chevauchent pas et sont de plus répartis d'une façon uniforme sur le cercle. Quant aux arcs, ils sont forcément croisés mais concentrés vers le centre du cercle. Ainsi les arcs qui partent ou qui arrivent sur les nœuds sont plus faciles à suivre.

3.3 L'agent interface

L'agent interface permet l'interaction avec la carte graphique et sa modification.

La notion de navigation à travers l'espace informationnel accessible par Internet peut prendre un autre sens en opérant une corrélation spatiale entre le graphe des adresses Internet et une carte géographique. De là vient l'idée du zoom. En proposant plusieurs niveaux de zoom, on peut assimiler les différentes extensions de domaine des adresses Internet (.com, .edu, .dz, etc.) avec les pays d'une carte géographique. Les différents sites ayant la même extension représentent alors des départements et les différentes pages d'un site les villes des départements. Le parcours du réseau peut ainsi prendre une nouvelle signification. Ceci peut contribuer à une meilleure compréhension de la hiérarchie d'Internet et aider l'utilisateur à se repérer dans le réseau.

Le problème de la surcharge cognitive est résolu par la possibilité d'effectuer un zoom sur la carte ou sur une partie de la carte pour pouvoir cacher ou montrer des détails (avant/arrière). L'utilisateur peut aussi visualiser plusieurs graphes correspondant à différents niveaux de zoom : graphe des extensions (.edu, .dz, .net, etc.), graphe des sites visités, graphe des pages d'un même site.

Trois modes d'affichage sont utilisés pour faciliter la compréhension de la navigation sur Internet : le mode « extension », le mode « site » et le mode « URL ». À tout moment, il est possible de revenir en arrière. Lorsque le mode « URL » est sélectionné, on peut cliquer sur un sommet pour connaître son adresse complète, son titre et les mots-clés associés.

En plus, un système de couleur a été mis en place. Le sommet représenté en vert est le premier site visité par l'utilisateur (ou la première page si on est en mode « URL »). Le dernier site visité est quant à lui en rouge. Les sites intermédiaires sont de couleur orange. Si le premier site visité est en même temps le dernier visité, alors le sommet est représenté en gris.

Par ailleurs, SANA permet à l'utilisateur de rajouter des commentaires sur chaque site ou page, ce qui constitue pour lui une manière simple de personnaliser son parcours.

SANA offre aussi la possibilité de lancer le navigateur à partir du graphe, par un simple clic de la souris sur un nœud. Ceci rend possible un retour direct aux sites déjà visités.

Enfin, avec SANA, l'utilisateur a la possibilité de sauvegarder, imprimer et rouvrir la carte construite lors de la navigation. Il aura ainsi accès au procès verbal du travail d'une session qui lui permettra de s'auto-évaluer et de suivre et de suivre sa progression lors d'une formation ou d'une recherche d'information sur Internet.

4. EXPÉRIMENTATION

L'outil développé a été conçu pour répondre aux problèmes de désorientation et de surcharge cognitive sur Internet. Il est nécessaire de le tester avec des utilisateurs potentiels. Nous avons expérimenté le système SANA dans un contexte de pratique concrète et ce, dans le cadre d'activités pédagogiques, en coopération avec un enseignant et ses étudiants. L'expérience a eu lieu lors d'un cours en présentiel (Module : Séminaire) portant sur les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC), et spécialement le Web. Les étudiants (une quarantaine, âgés de 19 à 22 ans) inscrits en troisième année universitaire du cycle court (option Informatique de Gestion), étaient déjà familiarisés avec les navigateurs et la recherche d'information sur Internet.

Le protocole expérimental comporte :

- 1) l'accès libre à un serveur éducatif en mode d'auto-formation comme complément au cours donné par l'enseignant ;
- 2) l'accès au cours selon un parcours guidé, préparé par l'enseignant et comportant des documents du serveur éducatif et des liens vers des documents publics disponibles sur le Web ;
- 3) la récolte sur le Web d'informations sur un sujet donné et sa structuration en un véritable dossier individuel ou collectif qui doit être rendu à l'enseignant en utilisant la carte de navigation élaborée par le système SANA (cf. Figure 3.2).

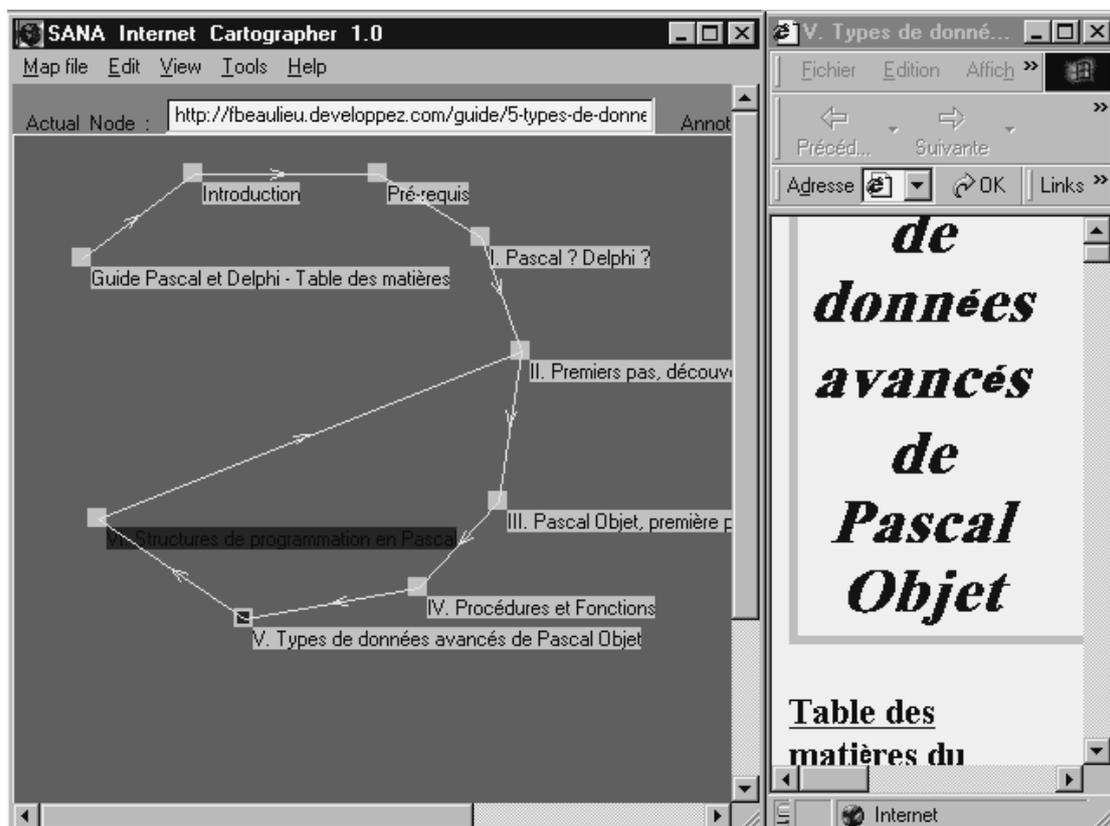


Figure 3.2 : Copie d'écran d'une carte de navigation dressée par le système SANA.

Grâce à la carte de navigation, les étudiants ont pu structurer leurs connaissances, repérer leurs lacunes et disposer d'un support graphique pour la préparation du plan de leur dossier. L'affichage combiné de la carte dressée par SANA et de la fenêtre du navigateur a permis de réduire considérablement la surcharge cognitive chez les apprenants. Les premiers résultats sont donc encourageants.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

SANA est un système multi-agent jouant le rôle d'un assistant à la navigation sur Internet. Il peut se prévaloir d'apporter des solutions à bon nombre de problèmes de navigations en conformité avec les objectifs annoncés. Cependant, il semble maintenant nécessaire d'aborder des questions qui relèvent de l'usage et du processus de contrôle que l'utilisateur doit exercer sur sa propre activité de navigation. On compte tester le système SANA dans le cadre de l'apprentissage coopératif – à distance ou à présence-. Cette évaluation nous permettra de vérifier si les utilisateurs perçoivent eux-mêmes les avantages de cette simplification de procédures de navigation.

Enfin, on envisage de permettre à l'utilisateur de procéder à la saisie des données dans des formulaires pour les ajouter ensuite à la carte de navigation. Ceci est primordial lorsqu'on propose la prise en compte et l'analyse des comportements des usagers.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Armstrong, R., Freitag, D., Joachims, T., Mitchell, T., (1995). *WebWatcher : A learning Apprentice for the World Wide Web*. In AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments.
- [2] Barrett, R., Maglio, P.P, Kellem, D.C., (1997). *How to Personalize the Web*. Proceedings of the Conference on Human-computer Interaction (CHI'97), pages 75-82, Addison-Wesley.
- [3] Djoudi, M., (1999). *Navir : un système d'aide à la navigation virtuelle sur le Web*. Deuxièmes Entretiens Internationaux du CNED, Poitiers, France.
- [4] Elkassar, S., Charlet, J., (1997). *Représentation de connaissances et aide à la navigation hypertextuelle à partir de cas: application au dossier médical*. In Actes de la Journée Ingénierie des connaissances et Apprentissage Automatique (JICAA'97), pages 387-401, INRIA, France.
- [5] Jaczynski, M., (1998). *Modèle et plate-forme à objets pour l'indexation des cas par situations comportementales : application à l'assistance à la navigation sur le Web*. PhD thesis, Université de Nice Sophia-Antipolis, France.
- [6] Jaczynski, M., Trousse, B., (1997). *BROADWAY: A World Wide Web Browsing Advisor Reusing Past Navigations from a Group of Users*. INRIA Sophia-Antipolis, Action AID, France.
- [7] Lieberman, H., Van Dyke, N., Vivacqua, A., (1999). *Let's Browse: A Collaborative Web Browsing Agent*. Proceedings of the 1999 international conference on Intelligent user interfaces ({UI}'99), pages 65-68.
- [8] Lieberman, H., (1995). *Letizia: An agent that assists Web browsing*. In Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'95) pages 924-929, Morgan Kaufmann publishers Inc.
- [9] Micarelli, A., Sciarrone, F., (1996). *A case-Based System for Adaptive Hypermedia Navigation*. In Advances in Case-Based Reasoning, Proc. Of the 3rd European Workshop on Case-Based Reasoning (EWCBR'96), vol. 1168 of Lectures Notes in Artificial Intelligence (LNAI), pages 266-279, Springer.
- [10] Trousse, B., Jaczynski, M., Kanawati, R., (1999). *Using user behavior similarity for recommendation computation: The BROADWAY approach*. INRIA Sophia-Antipolis, Action AID, France.
- [11] Wexelblat, A., Maes, P., (1997). *Footprints: Visualizing Histories for Web Browsing*. In Actes de la 5^{ème} Conférence sur la Recherche d'Information Assistée par Ordinateur sur Internet (RIAO'97), Centre des hautes études internationales d'Informatique, Montréal, pages 75-84.
- [12] Yan, T.W, Jacobsen, M., Garcia-Molina, H., Dayal, U., (1996). *From User Access Patterns to Dynamic Hypertext Linking*. In Proceedings of the 5th International World Wide Web Conference, volume 28 of Computer Network and ISDN Systems, pages 1007-1014, Elsevier.
- [13] Zeiliger, R., Reggers, T., Baldewyns, L., Jans, V., (1997). *Facilitating Web Navigation: Integrated tools for Active and Cooperative Learners*. In proceedings of the 5th International Conference on Computers in Education, ICCE'97, Kuching, Sarawok, Malaysia.