

Conception d'aides à la navigation pour faciliter l'apprentissage sur le web

Mahieddine Djoudi

Laboratoire IRCOM-SIC

UFR Sciences - Bat. SP2MI

*Téléport 2, Boulevard Marie et Pierre Curie, BP 30179
86962 Futuroscope Chasseneuil cedex*

Email : djoudi@sic.sp2mi.univ-poitiers.fr

Tél : +33 (0) 5 49 49 65 87

Fax : +33 (0) 5 49 49 65 70

RÉSUMÉ. *LA navigation virtuelle à travers le Web pose des problèmes de positionnement et de repères spatio-temporels. D'où la nécessité de concevoir des assistants logiciels à dimension cognitive pour aider l'utilisateur apprenant à se repérer dans l'espace et dans le temps lors d'une session de navigation à travers le Web. Il s'agit de proposer à l'utilisateur une carte des sites visités, lui permettant ainsi d'avoir une représentation explicite de l'espace virtuel. Différents niveaux de visualisation sont mis en place afin de rendre la carte plus visible et moins surchargée. Une balise temporelle affichée en permanence permet à l'utilisateur de se surveiller et ainsi optimiser son temps de navigation.*

MOTS-CLÉS : *WEB, navigation virtuelle, hypertexte, cartes de navigation, balise temporelle.*

1. Introduction

Les technologies de l'information et de la communication qui sont à la base des nouveaux médias développés pour la formation et l'éducation sont avant tout des technologies qui visent à améliorer l'accès en améliorant la transmission et la circulation de l'information mais elles n'améliorent pas suffisamment l'interaction, une composante indispensable dans l'apprentissage. A ce jour, les nouvelles technologies Internet ont été pensées essentiellement pour améliorer la rapidité et la quantité de l'information. Tout reste à faire pour développer les technologies qui aideraient l'interaction avec l'information. Dans ce contexte, nous proposons un ensemble d'assistants cognitifs pour faciliter le processus d'interaction et de compréhension de l'utilisateur immergé dans l'océan d'information que constitue le web.

2. Objectifs et démarche

Dans le cadre d'un projet de recherche¹ sur l'usage des NTIC [BON 99], nous avons menée des enquêtes sur le terrain (maisons de savoir, écoles, clubs Internet, etc.) en vue de la construction d'une opinion circonstanciée dans le grand public concernant l'usage de l'Internet. Les objectifs étant de comprendre comment s'élabore et évolue au fil des pratiques l'opinion des gens en rapport avec l'Internet et mesurer l'incidence sur l'opinion des usagers de la simplification des procédures de navigations particulièrement dans le cadre des interfaces de télé-enseignement. Nous sommes partis avec un certain nombre d'hypothèses de travail :

- une opinion à priori négative et une résistance face aux NTIC ;
- l'usage éducatif des NTIC reste très limité ;
- l'opinion favorable précède les usages ;
- la simplification des modes de navigation facilite la circulation d'expériences personnelles circonstanciées.

Les données recueillies concernent l'opinion des usages sur la formation médiatisée en présence ou à distance, les difficultés rencontrées lors de la navigation, rôle des tuteurs dans les centres d'accès publics, implication des chercheurs membre du projet en participation. Le public concerné est formé essentiellement des enfants en scolarité, les adultes en formation professionnelle ou en quête de culture générale.

Les méthodes utilisées sont les observations directes participatives, les enquêtes et entretiens et l'examen des produits et services utilisés ou rejetés. La méthodologie d'analyse est basée sur l'utilisation de la métaphore dans le discours de l'utilisateur, la gestion du temps (séquentiel ou parallèle, constat rétrospectif du temps), représentation de l'espace (par de chemins, raccourcis, etc.) et enfin les stratégies d'utilisation (vision, aptitudes, rectification, etc.).

3. Difficultés de la navigation virtuelle

Le Web est un espace d'information ouvert, évolutif, hétérogène et non-modéré. Du point de vue de la navigation, il cumule ainsi des difficultés propres à tout cheminement dans un large système hypermédia, avec les difficultés plus conceptuelles liées aux choix et au cheminement à travers des sources d'information hétérogènes [BAR 93].

¹ Projet Télécommunications du CNRS n° TL97111 « *La construction d'une opinion circonstanciée dans le grand public à propos de l'usage des NTIC. Étude de cas dans trois maisons du savoir* » du laboratoire LARIC du CNED.

Les difficultés rencontrées lors de la navigation sont diverses et variées mais elles peuvent être ramenées à deux grands types : la désorientation et la surcharge cognitive [SOU 96].

La désorientation est définie dans [RHA 97] comme un effet cognitif produit chez l'utilisateur qui perd la liaison entre son projet de navigation et les cartes ou zones d'information qu'il est en train de lire. La désorientation provient de l'absence de repères des usagers 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. Trois types de problèmes ont été mis en évidence :

- l'utilisateur ne sait pas ce qu'il faut faire par manque de connaissance du fonctionnement du système hypertexte ;
- l'utilisateur n'arrive pas à rentrer dans le système conceptuel de l'auteur ;
- l'utilisateur perd le fil de sa navigation.

La surcharge cognitive est un effet produit chez l'utilisateur qui n'a qu'un écran pour travailler et qui doit s'efforcer de trouver à quoi telle information doit être associée pour être mémorisée et significative. La surcharge cognitive est liée aux nombreuses décisions que doit faire l'utilisateur lorsqu'il parcourt un 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, etc.

L'utilisateur doit pouvoir trouver l'information qu'il recherche en naviguant à travers des liens et des nœuds. Ses tâches de recherche d'information exigent qu'il accède intelligemment à l'information pertinente, ce qui 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.

Il est très courant de constater lors de l'utilisation d'un hypermédia, que l'apprenant, au bout de quelques minutes de manipulations et de recherches, ne connaît plus réellement sa position par rapport aux notions qu'il vient de consulter. On aboutit alors à un phénomène de picorage et de déambulation de l'utilisateur, dans des informations qui, même si elles sont pertinentes, n'apportent aucune valeur ajoutée pédagogique et ne participent plus au développement des mécanismes cognitifs de l'apprenant [QUA 96].

La pratique du World Wide Web permet de vivre cette expérience : de liens en liens, on peut être amené vers des pages dont le contenu ne concerne plus que très vaguement l'objet de sa recherche. Les informations qu'on y lit ne pouvant être reliées à un projet cognitif, elles sont rapidement oubliées. Mais entre temps, on a souvent oublié d'autres pages consultées précédemment qui, elles, étaient dignes d'intérêt, et sur lesquelles on ne s'est pas arrêté suffisamment parce que la présence d'une ancre nous incitait à activer un lien ; alors qu'on espérait par ce lien aller plus profondément dans le sujet, on s'en est en fait progressivement éloigné et, avant de s'en apercevoir, on a perdu à l'esprit les pages intéressantes. Au bout d'une demi-heure de consultation, on éteint alors l'ordinateur avec l'impression d'avoir vu beaucoup de choses mais de n'avoir rien appris.

4. L'assistance à la navigation

L'assistance à la navigation prend essentiellement deux formes :

La première forme concerne la conception de sites web. Il s'agit d'adopter une démarche qui facilite l'accès et le parcours du site par l'utilisateur. Dans [QUA 96] par exemple, l'auteur propose d'être restrictif en limitant à quatre niveaux, la décomposition en profondeur des différentes pages (ce qui correspond en fait à trois nœuds activables à la suite). De plus, dans chaque écran, une moyenne de cinq liens possibles, paraît la plus adéquate. Toujours dans un souci de clarté et donc d'efficacité, il faudra privilégier pour les notions interdépendantes, des liens et des passages par les niveaux généraux comportant les idées directrices (1er et 2e), ce qui facilitera le repérage. Cette méthode de construction, associée aux outils classiques de réalisation d'hypertexte devrait permettre d'obtenir des hypermédias avec une structure moins complexe et donc plus efficace. Cette nouvelle approche oblige, il est vrai de scinder, par exemple un cours global, en plusieurs sous parties exploitables séparément. Une interrelation pourra tout à fait être envisageable entre ces sous parties, mais indirectement.

L'autre forme consiste à fournir à l'utilisateur client des aides pour lui permettre de mieux naviguer avec son butineur préféré. Les logiciels de navigation tel Navigator de Netscape ou Internet Explorer de Microsoft proposent des fonctionnalités comme l'historique et les signets, mais ces procédés techniques s'avèrent être des aides insuffisantes pour pallier aux ennuis de l'utilisateur. 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. Un nombre important de systèmes d'aide à la navigation sont proposés dans la littérature. Nous citons entre autre : Nestor [ZEI 97], Broadway [JAC 98], FootPrints [WEX 97], Hypercase [MIC 96] et Letizia [LIE 95]. Une étude comparative d'une partie de ses outils se trouve dans [JAC 98]. Les systèmes Nestor et Broadway sont ceux qui s'approchent le plus de notre « marche de conception d'aide à la navigation sur Internet.

Le navigateur NESTOR, développé au laboratoire CNRS-GATE, est un logiciel Web « client » comme le Navigator de Netscape ou Internet Explorer de Microsoft. Il fonctionne sur les PC sous Windows 95, 98 ou NT. L'écran principal de NESTOR est divisé en deux parties : à droite on retrouve un navigateur classique basé sur le composant Active X Internet Explorer de Microsoft ; à gauche on dispose d'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'utilisateur, et utilisée pour un retour direct aux sites déjà parcourus. Ce navigateur a été conçu pour 1) faciliter l'engagement actif de l'apprenant dans la construction de ses connaissances, 2) faciliter la « genèse instrumentale » de l'outil navigateur - parce que la plupart des apprenants ont peu

d'expérience de navigation et qu'il est donc nécessaire de les aider à capitaliser leurs expériences [ZEI 97]. NESTOR se veut un navigateur complet et un excellent outil de construction de la carte de navigation. Cependant, il est dépendant de la plateforme (fonctionne uniquement sous Windows avec Internet Explorer) et ne prend pas en compte la dimension temporelle de la navigation.

Broadway est un assistant de navigation sur le Web qui utilise le raisonnement à partir de cas pour recommander des pages à visiter suivant le comportement d'un utilisateur courant. Broadway est accessible par un groupe d'utilisateurs et permet ainsi une collaboration indirecte en réutilisant les cas issus des navigations du groupe. Les navigations des utilisateurs sont enregistrées suivant quatre variables décrivant l'adresse, le contenu, l'évaluation explicite et le ratio d'affichage de chaque page Web visitée. Ces navigations sont utilisées pour en extraire des expériences utiles (cas). Un cas permet d'associer à un comportement (succession de pages), un ensemble de pages évaluées. Le modèle d'indexation utilisé permet la modélisation de ce type de cas. Avec Broadway, un nouveau type d'assistants est proposé dans lesquels les comportements des utilisateurs sont observés suivant un ensemble extensible de variables. Cette observation par variables, combinée avec notre modèle d'indexation, permet la gestion de comportements plus détaillés dans un cadre flexible et générique [TRO 99]. Broadway n'inclut pas le temps de navigation dans les paramètres des utilisateurs. Il reste tout même un excellent outil de modélisation du comportement de l'utilisateur lors de la navigation.

5. Présentation du système NaVir

Pour permettre à l'utilisateur de se repérer dans le temps et dans l'espace lors d'une séance de navigation nous avons conçu un système d'aide à la navigation virtuelle sur le web appelé NaVir. Développé en Java, NaVir s'utilise avec n'importe quel navigateur (Netscape Communicator, Internet Explorer ou autre). L'écran principal est composé de plusieurs fenêtres. Son noyau fonctionnel comporte deux modules importants : le module de récupération des adresses URL et le module de construction et d'interaction avec la carte de navigation ainsi que la gestion du temps de navigation [DJO 99]. L'utilisateur possède aussi la possibilité d'accès à un glossaire regroupant les termes fréquemment rencontrés sur Internet et susceptibles d'être incompris par le « surfer » novice. Une fenêtre d'aide à l'utilisation du logiciel peut également être ouverte.

5.1. Architecture logicielle

Afin de garantir une indépendance du système par rapport au navigateur, la solution retenue pour la récupération des adresses visitées consiste en un agent actif (serveur proxy). Le serveur proxy s'intercale entre des clients web et des serveurs d'information utilisant divers protocoles, il sert de relais. Chaque requête de

l'utilisateur est envoyée par le logiciel client au serveur proxy qui va y répondre, directement s'il a l'information dans son cache, ou qui va à défaut envoyer lui-même la requête au serveur destinataire. Chaque document ainsi relayé par le serveur proxy est conservé dans un cache (durant un temps variable). Si un document déjà dans le cache est demandé au serveur proxy, celui-ci ne va pas demander le document au serveur distant. La configuration du cache permet de définir une gestion du cache en fonction de certains paramètres : date de dernière mise à jour du document, durée de vie maximale des documents dans le cache, durée de non utilisation d'un document. Ce système, transparent au niveau de l'utilisateur final (si ce n'est la configuration initiale du logiciel client), offre ainsi des réponses bien plus rapides pour les données du cache, des réponses sensiblement équivalentes pour celles non cachées, et globalement une économie non négligeable du trafic réseau.

Le serveur proxy reçoit les requêtes du navigateur, les recompose si besoin est, et les envoie au module de construction de la carte. Le serveur est installé localement sur l'ordinateur de chaque usager pour servir donc de relais pour les requêtes HTTP. Le navigateur doit être configuré pour utiliser ce proxy. Chaque requête HTTP est interceptée et transmise par le proxy qui en tire les informations nécessaires (adresse demandée et temps écoulé depuis la dernière adresse demandée) et les conserve. Il stocke les données dans un fichier qui sera utilisé ultérieurement par le module de création de la carte.

5.2. La carte graphique de navigation

La mise en place de carte graphique en tant que dispositif d'aide à la navigation sur le Web part d'une étude des processus cognitifs mis en jeu au cours de la navigation dans les hypermédias répartis. Elle met en œuvre une représentation graphique d'ordre à la fois conceptuelle et géographique du parcours de recherche d'un usager dans l'espace informationnel, en accord avec les modèles cognitifs de la navigation. La carte de navigation que nous avons conçue s'inspire largement du principe utilisé dans les cartes conceptuelles [GAI 95].

Une carte conceptuelle est un moyen de représenter les relations existant dans un ensemble de connaissances ainsi que la nature de ces relations. Elle est ainsi une représentation graphique des liens entre les concepts d'un même thème. Elle doit pouvoir évoluer en même temps que l'acquisition des connaissances de l'apprenant.

La carte conceptuelle se veut aussi un outil de navigation permettant au lecteur d'un hypertexte de voir s'afficher sur l'écran les titres des différentes unités d'informations et les liens qui les unissent, sous la forme d'un réseau de trajectoires semblables à celles d'un plan de circulation. Elle est tracée avec un but, dans un cadre de référence bien définis et selon une représentation graphique bien adapté au problème de navigation.

5.3. Classification des représentations graphiques

La navigation sur le Web implique la manipulation de grandes quantités d'informations. L'enjeu majeur des interfaces des systèmes développés dans ce domaine est de rendre cette quantité d'informations intelligible par l'utilisateur : ceci repose en général sur une représentation graphique de l'espace des informations et des relations qui le structurent. Cette représentation devient un moyen privilégié de construire l'image du système, autrement dit l'interface entre système et utilisateur. Une revue de la littérature souligne le foisonnement de nouvelles représentations graphiques. Il devient nécessaire de dresser un bilan et d'effectuer une classification de ces représentations.

La taxinomie effectuée par [TWE 95] repose sur la notion d'action de l'utilisateur (interface en entrée). La classification proposée met l'accent sur la nature des actions (sélection par manipulation directe ou indirecte), sur leur niveau (singleton, groupe ou intégralité des attributs ou des objets) et sur leurs conséquences en termes de transcription graphique, de présentation, de transformation des objets sélectionnés ou d'organisation. Les conséquences en termes de présentation rejoignent nos préoccupations parce qu'elles posent un problème de représentation d'une certaine catégorie d'informations : celle sélectionnée par l'utilisateur.

L'étude, proposée par [KEI 97] définit une classification des représentations dans laquelle il distingue cinq catégories de techniques de représentation : géométriques, basées sur des réseaux, hiérarchiques, orientées pixels ou iconiques. Cette organisation présente cependant l'inconvénient de mêler construction et moyens graphiques employés selon un même axe de classification, ce qui rend difficile la caractérisation de certains systèmes.

La taxonomie de Shneiderman [SHN 98] est fondée sur le type des données représentées et sur les tâches de bas niveau effectuées par l'utilisateur lorsqu'il manipule ce type de données. L'auteur recense ensuite des expériences de représentations graphiques pour chaque type de données. Il identifie aussi sept types de tâches utilisateur que les représentations graphiques se doivent de favoriser. Ces tâches de haut niveau indépendantes du type de données sont : avoir une vue d'ensemble des informations, zoomer, filtrer, obtenir des détails, lier les représentations, disposer d'un historique des actions réalisées et enfin extraire une partie des informations vers d'autres applications. Le problème de la conception de la représentation aborde trois de ces points : donner une vue d'ensemble, zoomer et détailler à la demande.

Dans [BRU 99], les auteurs proposent de caractériser les représentations graphiques non pas en fonction d'un type de données mais en fonction d'un point de vue choisi sur ces données. Définir un point de vue revient à fixer la perspective qu'il est nécessaire de fournir à l'utilisateur sur l'ensemble des données, en fonction des informations dont il a besoin pour mener à bien sa tâche. Si cette perspective ne peut-être déterminée, c'est-à-dire s'il n'est pas possible de caractériser avec précision l'objet de l'activité, alors la représentation graphique doit être suffisamment flexible pour permettre de découvrir le ou les points de vue les plus adaptés à l'accomplissement de la tâche. Si un point de vue sur l'ensemble des données est une

manière de considérer cet ensemble, alors il peut exister plusieurs points de vue possibles pour un même ensemble et ces points de vue peuvent être complémentaires dans l'activité de l'utilisateur. Il est alors nécessaire de représenter simultanément plusieurs points de vue : c'est à dire de choisir une représentation graphique guidée par des points de vue multiples. L'une des solutions évidentes est l'utilisation conjointe de représentations différentes selon chacun des points de vue. Cela correspond au concept de vues multiples [NIG 98] [WAN 97]. La multiplicité des représentations est un alors facteur d'adaptabilité de l'interface pour faire face à la diversité des tâches de l'utilisateur.

5.4. *Choix de la représentation graphique*

La carte de navigation permet de garder une trace du parcours de l'utilisateur dans le web. La carte est sous forme d'un graphe orienté dont les nœuds sont constitués de l'adresse de la page (URL), le thème ou le titre de la page et la durée de connexion à cette page. La carte est visualisée à la demande de l'utilisateur lors d'une étape quelconque de navigation.

La représentation de la carte sous forme d'un graphe orienté est la plus adaptée pour sa visualisation. Sur chacun des nœuds figure le nom et les informations de la page visitée. Il est évident que ces informations ne doivent pas être trop importantes pour ne pas gêner la clarté du graphe. Ces informations liées à chaque nœud sont essentiellement la durée de visite de la page qui va permettre d'évaluer le temps d'exploitation des ressources Internet et le nom de la page HTML. Il est nécessaire également de relier les nœuds par un lien (ou arc du graphe) indiquant le fait que l'utilisateur est passé de telle page à telle autre.

La question est de savoir comment placer les nœuds du graphe à l'écran en essayant de ne pas avoir de recouvrement et en minimisant les intersections des arcs.

Pour le choix de la meilleure représentation de la carte, nous nous sommes inspirés des différentes techniques de représentation graphiques proposées dans la littérature et nous avons tenu compte des particularités du graphe de navigation et des opérations effectuées. Nous avons ainsi retenu la méthode dite du graphe circulaire. Cette méthode consiste à placer tous les nœuds du graphe sur un même cercle. Ce qui apporte énormément en lisibilité, car les nœuds ne se chevauchent pas et sont de plus répartis uniformément sur le cercle. Les arcs, quant à eux, sont forcément croisés mais concentrés vers le centre du cercle. Les arcs qui partent ou qui arrivent sur les nœuds sont ainsi plus faciles à suivre. De plus son implémentation reste relativement simple. Par la suite, l'utilisateur a la possibilité de modifier cette représentation par une interaction directe avec la carte.

5.5. Interaction avec la carte

En plus de la génération automatique du tracé graphique de la carte des pages visités, le système permet aussi le tracé de toute carte à partir d'une liste d'identificateurs de pages présélectionnées, l'évolution de la carte par la création et la suppression de tout lien et réorganisation graphique possible, la lecture seule pour un simple emploi. De même, la mémorisation de toutes les actions exécutées ainsi que la durée d'observation de chaque page donnera les éléments pour une évaluation ou un partage des chemin de navigation ou d'apprentissage.

La notion de navigation à travers le web peut prendre une autre signification en opérant une corrélation spatiale entre le graphe des adresses web et une carte géographique. De là prend racine l'idée de zoom. En proposant plusieurs niveaux de zoom, on peut assimiler les différentes extensions de domaine des adresses Internet (.com, .fr, .edu, etc.) avec les pays d'une carte géographique, les différents sites ayant la même extension représentant alors des départements et les différentes pages d'un site les villes des départements. Cela peut contribuer à une meilleure compréhension de la hiérarchie d'Internet et aider l'utilisateur à ce repérer dans le réseau. De même, le temps passé lors d'une séance de navigation peut se rapporter à une page, à un site ou à un ensemble de sites portant la même extension. Le problème de la surcharge cognitive est résolu par la possibilité d'effectuer un zoom de la carte (ou d'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 (.fr, .net, .com, 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 premier est le mode *extension* qui regroupe les sites suivant leur extension. Les sommets du graphe représentent toutes les extensions des sites visités. Les deux autres sont le mode *site* et le mode *page* Ils sont accessibles en cliquant sur les sommets souhaités. Si l'on souhaite voir tous les sites visités ayant l'extension «.fr», il suffit de cliquer sur le sommet correspondant. Cette action donne accès au graphe des sites. Ce graphe affiche les sites ayant pour extension «.fr» où chaque sommet représente un site. Ensuite, si l'utilisateur souhaite visualiser les pages visitées sur un site, il n'a qu'à cliquer sur les sites correspondants. Les pages sont représentées par les sommets du graphe.

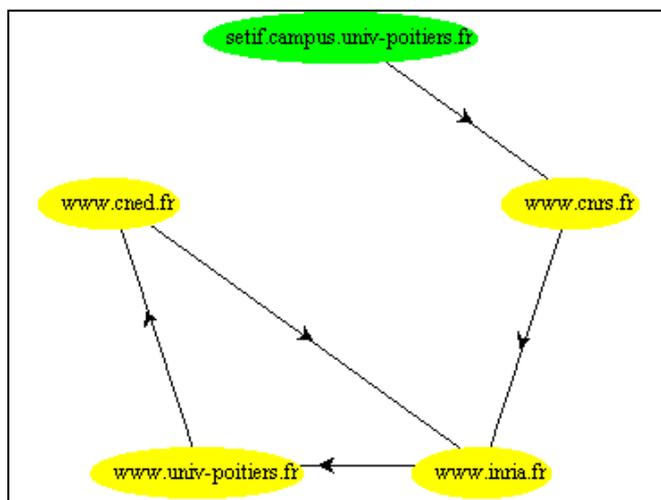


Figure 1. Affichage de la carte en mode site.

A chaque instant, il est possible de revenir en arrière en cliquant sur le bouton « Retour ». Lorsque le mode *page* est sélectionné, on peut cliquer sur un sommet pour connaître son adresse complète et son titre.

Par ailleurs, pour faciliter la compréhension, 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 *page*). Le dernier site visité est quant à lui en rouge. Les sites intermédiaires sont de couleur orange. Si le premier site visité est aussi le dernier visité alors le sommet est représenté en gris.

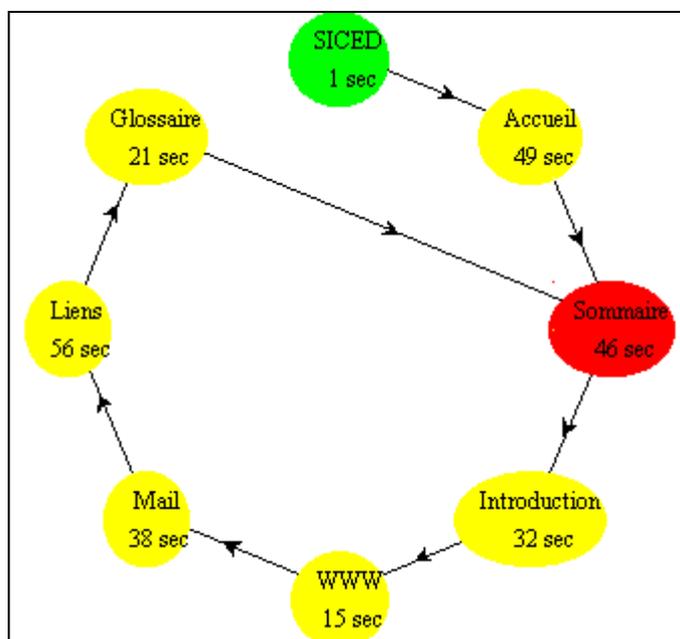


Figure 2. Mode « page » avec affichage du temps cumulé passé sur chaque page.

L'utilisateur possède aussi la possibilité de sauvegarder, imprimer et réouvrir la carte construite lors de la navigation. Il aura ainsi accès au procès verbal du travail lors d'une session qui lui permettra de s'auto-évaluer et de suivre sa progression lors d'une formation ou d'une recherche d'information. Il est possible de construire un mémo des interactions jour par jour, avec la durée de connexion par site. Dans le cadre de l'apprentissage coopératif, la carte graphique sert pour partager dans un groupe d'apprenants toutes les informations qu'elle contient [ZEI 97] [JAC 98], ainsi, chaque usager peut profiter de l'expérience de navigation des autres [TRO 99].

6. Prise en compte du temps de navigation

6.1. *Horloge interne et horloge externe*

Selon [PER 98], tout le monde ne gère pas de la même façon le temps d'utilisation d'un média pour s'informer et pour apprendre. Certains le maîtrisent, d'autres non. Les comportements individuels sont à cet égard très contrastés. Les estimations individuelles du temps passé varient considérablement d'une personne à l'autre. Les motivations, l'intérêt du message jouent certainement un rôle important dans cette appréciation, mais certains facteurs sont liés au dispositif de communication proprement dit. Ces observations suggèrent un schéma dualiste du temps médiatisé : d'une part, chaque média possède une sorte d'horloge interne qui lui est propre et d'autre part, les gens qui s'en servent constituent une structure de temps en réaction et en interaction avec celle-ci.

Il existe, en effet, deux vitesses liées à l'exécution d'un phénomène, et par extension, deux durées. Le premier temps est le temps tel qu'il est mesuré par notre montre et est universel. Ce temps est le temps réel. Mesurée dans ce temps, la durée d'exécution du phénomène est la différence entre la date de commencement et de terminaison du phénomène. Le second temps est le temps perçu par l'utilisateur. Ce temps n'a pas de base mathématique, il est lié à l'activité cognitive de l'utilisateur et est la perception qu'il a du temps réel.

Face à cette constatation de perception déformée du temps, nos valeurs mathématiques perdent de leur signification. Nous ne pouvons pas définir un temps de réponse suffisant dans l'absolu mais en temps perçu. Quelques repères nous sont donnés de façon empirique par des tests d'ergonomie. Lors de l'utilisation d'une interface graphique, la manipulation se fait classiquement par désignation directe (grâce au clavier, la souris, etc.) d'objets d'interface, en réponse à cette désignation, les objets changent de représentations pour informer l'utilisateur de la prise en compte de l'événement. Ces réponses sont désormais en partie prises en charge par les boîtes à outils mais la perception cognitive de la dimension temporelle est rarement prise en compte dans les applications comme la navigation sur le web.

6.2. *Balise temporelle*

Pour permettre à l'utilisateur de se rendre compte du temps passé lors d'une séance de navigation, on propose d'associer à la carte de navigation, l'affichage en permanence d'une balise temporelle. Au lancement du système, une fenêtre s'affiche demandant à l'utilisateur le temps de navigation qu'il souhaite effectuer, et lorsque ce temps est écoulé, l'utilisateur est informé par un message du système. Il doit ensuite pouvoir faire des choix sur la suite du déroulement de la navigation (continuer, sauvegarder, quitter). Par ailleurs, l'utilisateur peut afficher le temps cumulé passé sur chaque nœud et ce quelque soit le mode d'affichage de la carte.

7. Expérimentation

Les outils proposés ont été conçu pour répondre à certains problèmes de navigation. Ils proposent un certain nombre d'aides qu'il est nécessaire d'expérimenter avec les apprenants. Les problèmes pris en compte ont trait principalement à la désorientation et à la mise en place de repères. Lors de l'expérimentation, il s'agira d'observer des utilisations d'un navigateur habituel, Internet Explorer de Microsoft ou Navigator de Netscape), par des apprenants au cours de la réalisation d'une tâche pédagogique.

Nous avons expérimenté les divers assistants dans un contexte de pratique réelle, 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 portant sur les nouvelles technologies de l'information et la communication et spécialement le web. Il s'agit là d'une expérience limitée, car l'équipement est encore minimal, et les moyens de connexion n'ont pas encore la fiabilité souhaitable pour un usage très intensif.

Le protocole expérimental comporte 1) l'accès au cours selon un parcours guidé préparé par l'enseignant qui comporte des documents du serveur éducatif et des liens vers des documents publics disponibles sur le web, 2) la récolte sur le web d'information 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 3) utilisation de la balise temporelle avec la carte de navigation pour limiter le temps de recherche et d'accès à l'information.

L'usage de la carte de navigation a donné la possibilité à l'étudiant de structurer ses connaissances, de repérer ses propres lacunes et de disposer d'un support graphique de réflexion lors de la préparation du plan de son dossier de recherche d'information. L'architecture proxy a permis lors de l'utilisation combinée des outils d'afficher sur l'écrans d'une machine la fenêtre du navigateur et sur un autre la séquence des sites et la carte de navigation. Cette solution permet de réduire considérablement la surcharge cognitive chez les usagers.

Pour un enseignant la carte graphique peut être considérée comme un outil d'analyse des contenus d'enseignement, pour approfondir les structures des programmes et manuels et pour construire un plan de séquence de cours. La préparation d'un parcours guidé et commenté sert à initier des apprenants. Ces parcours apportent une navigation linéaire simplifiée sans pour autant restreindre la liberté d'exploration ; ils incluent des documents publics disponibles sur le Web entrecoupés de documents locaux préparés dans un but pédagogique.

8. Conclusion et perspectives

Les outils d'aides réalisés (carte de navigation, balise temporelle) peuvent se prévaloir d'apporter des solutions à bon nombre de problèmes de navigation conformément aux objectifs annoncés. Mais il semble qu'il soit nécessaire

maintenant 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 envisage de permettre à l'utilisateur de rajouter des commentaires sur chaque site ou page, ce qui constitue pour lui une manière simple de personnaliser son parcours. L'autre possibilité étudiée est de lancer le navigateur à partir du graphe, par un simple clic sur un nœud avec comme ordre de lancer la connexion sur l'adresse correspondante [BEL 97].

Remerciements

L'auteur tient à remercier les personnes qui ont relues et commentées les premières versions de cet article, ainsi que les personnes ayant apporté une contribution importante à ce travail, en particulier J Perriault, L. Despin, J. Bonnet, M. Arnault et tous les usagers et étudiants anonymes qui se sont prêtés au jeu de l'observation et l'expérimentation.

9. Bibliographie

- [ARN 96] ARNAUD M., PERRIAULT J., « Un espace du savoir dans la Maison de Saint Barthélemy de Cames », Poitiers, CNED/LARIC, Rapport de fin d'études, 1996.
- [BAR 93] BARKER P., « *Exploring Hypermedia* », Manuscript, Interactive research group, University of Teesside, Cleveland, TS 13 BA, UK. 1993.
- [BEL 97] BÉLISLE C., ZEILIGER R., CERRATTO T., « *Integrated Cognitive Engineering at the Interface: A Tool Mediation Perspective* », in Proceedings of the Second International Cognitive Technology Conference (CT'97), edited by J.P. Marsch, C.L. Nehaniv & B. Gorayska, Tokyo, IEEE Computer Society, 1997.
- [BON 99] BONET J., DESPIN L., DJOUDI M., PERRIAULT J., « La construction d'une opinion circonstanciée sur les NTIC dans le grand public », rapport d'avancement du projet CNRS n° TL97111, CNED-LARIC, Poitiers 1999.
- [BRU 99] BRULEY C., GENOUD P., « *Contribution à une taxonomie des représentations graphiques de l'information* », Dixièmes journées francophones sur l'Interaction Homme-Machine, IHM 98, Nantes, 2-4 septembre 1998.
- [DJO 99] DJOUDI M., « *Navir, un système d'aide à la navigation virtuelle sur le Web* », Deuxièmes Entretiens Internationaux du CNED, Poitiers, 1 et 2 Décembre 1999.
- [GAI 95] GAINES B., SHAW M., « *Concept maps as hypermedia components* », International Journal Human - Computer Studies, 43, 323-361, 1995.
- [GUY 96] GUYOT B., PERRIAULT J., « *Les technologies dans l'organisation et la transmission des savoirs, in Information, communication et technique. Regards sur la diversité des enjeux* », Grenoble-Echirolles, 10^{ème} Congrès National des Sciences de l'Information et de la Communication, p. 409-416, novembre 1996.

- [JAC 98] JACZYNSKI M., TROUSSE B., « *WWW assisted browsing by resing pas navigations of a group of users* », in Proceedings of the European Workshop of Case-base Reasoning, EWCBR'98, LNCS/AI, Dublin, Ireland, Springer-Verlag, September 1998.
- [JAE 98] JAECKLÉ L., « *Synchronous communication as a disturbing element of a university curriculum* », Research Perspectives on Open Distance Learning, Collection of Research papers from the four projects supported by the EU Joint Action on Open Distance Learning, Bologna, SCIENTER, 1998.
- [KEI 97] KEIM D. A., « *Visual techniques for exploring databases* », In Invited Tutorial, Int. Conference on Knowledge Discovery in Databases KDD'97, Newport Beach, 1997.
- [LIE 95] H. LIEBERMAN, « *Letizia : An Agent that Assists Web Browsing* », In Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'95), pages 924–929, Morgan Kaufmann, 1995.
- [NIG 98] NIGAY L., VERNIER F., « *Design method of interaction techniques for large information spaces* », In Proceedings of Advanced Visual Interfaces, AVI98, p. 37-46, Mai 1998.
- [MIC 96] MICARELLI A., F. SCIARRONE F., « *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, pages 266–279, Springer, 1996.
- [MOR 90] MOORE M. G., « *Contemporary issues in Americain Distance Education* », New York, Pergamon Press, 1990.
- [PER 98] PERRIAULT, J., « *Le temps dans la construction des savoirs à l'étude des médias* », Revue européenne des sciences sociales, Tome XXXVI, n° 111, p. 109-118, 1998.
- [PER 96] PERRIAULT J., « *Synchronous and asynchronous media in an hybrid learning process: effects of time compression and expansion* », European Distance Education Network (EDEN), Proceedings of the 1996 Conference, Milton Keynes, The Open University, 1996.
- [QUA 96] QUARTERONI P., « *Un hypermédia pédagogiquement efficace* » Revue Éducatotechnologiques, sous la direction de J. Rhéaume, Université Laval, Canada, 1996.
- [RHA 97] RHÉAUME J., « *Les hypertextes et les hypermédias* » Revue Éducatotechnologiques, Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval, Canada, 1997.
- [SHN 98] SHNEIDERMAN B., « *Designing the User Interface* », Addison Wesley, third edition, 1998.
- [SOU 96] SOUZA, A. P., DIAS P., « *Analysis of Hypermedia browsing processes in Order to Reduce Disorientation* », in Proceedings of ED-MEDIA'96 conference, AACE, 1996.
- [TRO 99] TROUSSE B., JACZYNSKI M., KANAWATI R., « *Une approche fondée sur le raisonnement à partir de cas pour l'aide à la navigation dans un hypermédia* », in

Proceedings of Hypertexte & Hypermédia : Products, Tools and Methods (H2PTM'99). Paris, août 1999.

[TWE 95] TWEEDIE L. A., « *Interactive visualization artifacts: how can abstractions inform design ?* », Proceedings of the CHI'95 Conference, p. 247-265, 1995.

[WAN 97] WANG BALDONADO M. Q., WINOGRAD T., « *Sense maker : An information exploration interface supporting the contextual evolution of a user's interests* », In Proceedings of ACM CHI 97 Conference on Human Factors in Computing Systems, pages 11-18, 1997.

[WEX 97] WEXELBLAT A., MAES P., « *Footprints : Visualizing Histories for Web Browsing* », In Actes de la 5e conférence sur la Recherche d'Information Assistée par Ordinateur sur Internet (RIAO'97), Centre des hautes études internationales d'Informatique, Montréal, pages 75-84, 1997.

[ZEI 97] ZEILIGER R., REGGERS T., BALDEWYNS L., JANS V., « *Facilitating Web Navigation : Integrated tools for Active and Cooperative Learners* », in proceedings of the 5th International Conference on Computers in Education, ICCE'97, Kuching, Sarawak, Malaysia, December 1997.

Mahieddine Djoudi est maître de conférences en informatique à l'université de Poitiers et chercheur au laboratoire IRCOM-SIC. Ses domaines d'intérêt portent sur les systèmes coopératifs, l'enseignement à distance, et l'usage des nouvelles technologies de l'information et de la communication.