

La structuration d'un hypermédia éducatif influe-t-elle sur l'organisation des connaissances en découlant ?

Pierre FASTREZ, Groupe de Recherche en Médiation des Savoirs
Département de communication, Université catholique de Louvain (Belgique)
fastrez@reco.ucl.ac.be

Catégorie : Recherche aboutie

Résumé – Abstract :

Quelle influence la structure d'un hypermédia éducatif peut-elle exercer sur la compréhension de son contenu par son utilisateur, sur la façon dont ce dernier organise mentalement les connaissances qu'il acquiert ? C'est cette question, à la frontière entre la sémiotique et les sciences cognitives, déjà discutée à de nombreuses reprises, que j'entends revisiter. Je présenterai les résultats d'une expérience basée sur la consultation d'un hyperdocument à vocation éducative et sur l'évaluation des connaissances acquises par ses utilisateurs.

Introduction

Cette communication est issue d'une thèse de doctorat (Fastrez 2002), dont l'objet a été d'envisager d'une part l'influence de la structuration d'un hypermédia à vocation éducative sur l'organisation des connaissances acquises par ses utilisateurs à travers sa consultation, et d'autre part la compréhension développée par ces mêmes utilisateurs de leur propre activité de navigation au sein du système. Cette seconde question ne sera pas abordée ici, et je me centrerai donc sur la première.

A peine avais-je entamé mon projet doctoral que l'un des organisateurs de ce colloque mettait mes ambitions à terre, en l'espace d'une phrase. Traitant des recherches centrées sur les effets de la structure des systèmes hypermédias sur la compréhension et l'utilisation de ceux-ci, celui-ci affirmait :

La principale limite de ces études a été mise en évidence par Dillon (1991) qui a montré l'importance de la structure rhétorique du document, quelle que soit la structure formelle de celui-ci. (Tricot 1997)

J'ai malgré tout décidé de persévérer. Je vois aujourd'hui deux façons de répondre à cet argument.

1. Si le textuel prime effectivement sur le reste dans l'élaboration d'une représentation cohérente du système, les éléments spécifiquement hypertextuels (propres à l'architecture du système) présentent un effet facilitateur ou perturbateur selon qu'ils corroborent ou contredisent les indices présents dans le matériau textuel. J'y reviendrai dans la première section de cette communication.
2. Les « structures rhétoriques » étudiées par Dillon ne sont pas des structures uniquement textuelles, elles sont propres à des types de discours, voir à des genres (une notion que je n'élaborerai pas ici) reposant tant sur des composantes textuelles que sur des éléments propres au contenu, au support, etc. et

l'utilisateur se fonde sur l'ensemble de ces éléments pour comprendre et utiliser le système.¹

Il y a donc lieu d'envisager malgré tout le rôle de la structuration des hypermédias dans le processus de compréhension et d'organisation mentale des connaissances acquises à travers leur consultation. Je présenterai ici une part des résultats issus d'une expérience basée sur la consultation d'un hyperdocument à vocation éducative et sur l'évaluation des connaissances acquises par ses utilisateurs.

La perspective dans laquelle je me place pose la navigation hypertextuelle comme l'activité à travers laquelle a lieu la découverte du document dans toutes ses dimensions (contenu informatif, organisation formelle, dispositif d'énonciation pragmatique, etc.). Il s'agit de ce point de vue d'une activité foncièrement interprétative, par laquelle l'utilisateur tente d'élaborer des représentations mentales cohérentes du système qu'il consulte (portant sur toutes les dimensions évoquées de façon indissociable) sur base de ses choix de navigation successifs, selon une procédure constructive et incrémentative.

Dans la suite de cette communication, je commencerai par présenter plus en avant l'objet de la recherche et le cadre théorique qui l'accueille, justifiant une possible influence de la structuration hypertextuelle sur l'organisation des connaissances (propres au contenu informationnel) acquises par l'utilisateur d'hypermédias. Dans la section suivante, je présenterai l'hyperdocument utilisé dans l'expérience présentée, ainsi que le protocole expérimental. Je détaillerai et discuterai ensuite les résultats de ladite expérience, avant de conclure.

Cadre théorique et hypothèses

Structure et hypermédias

Mon objet de recherche impose que je clarifie ce que j'entends par « structure » dans les hypermédias, ou plus précisément, où je situe ce que j'appelle « structure ». Je considère la structure d'un hypermédia non pas comme un en-soi, une réalité existant objectivement dans le système, mais comme une reconstruction opérée par l'utilisateur sur base de différents indices que je nommerai *facteurs*. Les facteurs sont l'ensemble des éléments présents dans l'image du système susceptibles d'infléchir le travail d'élaboration de représentations mentales de l'utilisateur.

Je partirai d'un schéma emprunté à Donald Norman (1986), introduit par celui-ci pour traiter de l'utilisation des artefacts cognitifs :

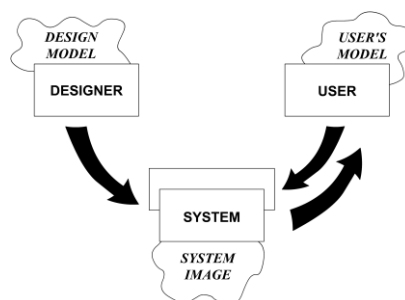


Figure 1 : "Three aspects of mental models" (source: Norman 1986, p. 46)

Concepteur et utilisateur possèdent chacun un modèle du système, de son fonctionnement et de la façon de l'utiliser. Idéalement, ces deux modèles sont

¹ Il est par ailleurs amusant de noter que la structure rhétorique la plus étudiée dans le cadre des recherches évoquées par Tricot (1997) est celle propre aux articles scientifiques, une structure fortement attachée à un support papier. Il est probablement encore trop tôt pour identifier de telles structures dans le domaine des hypermédias (Dillon & Gushrowski (2000) travaillent sur la *homepage* comme premier genre digital).

équivalents. Le concepteur n'est cependant en mesure de communiquer son modèle à l'utilisateur qu'à travers le système, ou plutôt l'image du système, soit « its appearance, its operation, the way its responds, and the manuals and instructions that accompany it » (Norman 1988, p. 190).

L'image du système est donc une sorte d'intermédiaire sémiotique dont la fonction est de communiquer le modèle du concepteur à l'utilisateur. C'est sur sa base que l'utilisateur peut élaborer un ensemble de représentations portant sur le fonctionnement et l'organisation du système, ainsi que sur le contenu informationnel qu'il présente. La structure de l'hyperdocument (qui est l'une des caractéristiques propres aux systèmes hypermédias) fait partie de ces représentations. Elle n'a pas d'existence objective et tangible en dehors de l'activité interprétative de l'utilisateur ².

Image du système et classes de facteurs

Au sein de l'image du système, je distinguerai différentes classes de facteurs sur la perception et la compréhension desquels repose l'élaboration de représentations du système (son organisation formelle, son contenu informationnel, ...) par l'utilisateur.

Commençons par les *facteurs liés à l'organisation interne des différent moyens d'expression* utilisés dans le document, correspondant à des registres sémiotiques différents : *texte, images, schémas, sons, animations*, etc. Les facteurs les plus étudiés dans cette catégorie concernent le texte : l'ensemble des marqueurs linguistiques et typographiques structurant un texte donné, souvent appelés « structure rhétorique ». Les travaux centrés sur ces *facteurs rhétoriques* dans le cadre de l'utilisation des hypermédias (Rouet 1995, 1997, 1999, Foltz 1996) se fondent sur les théories de la compréhension de texte, dans lesquelles la construction d'une représentation de la situation à laquelle réfère un texte passe d'abord par l'élaboration d'une représentation du texte lui-même, c.-à-d. de la structure propositionnelle qui y correspond (van Dijk & Kinstch 1983). Notons encore que la plupart des travaux de ce courant de recherche ont pris leur essor au moment où les hypertextes étaient encore essentiellement faits de texte, ce qui justifie leur centration sur ce seul registre sémiotique.

Au sein des facteurs propres au dispositif hypertextuel lui-même, je distinguerai les *facteurs formels* des *facteurs interfaciaux*. Les facteurs formels correspondent à la segmentation du contenu de l'hyperdocument en nœuds, et à l'implémentation de liens connectant ceux-ci. Les facteurs interfaciaux regroupent d'une part la mise en écran des informations et d'autre part les différents outils de navigation, donnant des statuts différents aux liens et aux nœuds. La segmentation opérée par les facteurs formels délimite des unités supposées cohérentes, les nœuds, qui correspondent soit à un écran, soit à une « page » (quand le contenu du nœud ne tient pas sur la surface de l'écran et nécessite le recours –par exemple– à des barres de défilement). Au sein de chaque nœud, la disposition des unités d'information les unes par rapport aux autres, l'utilisation des couleurs, etc. permettent à l'utilisateur d'attribuer à chaque nœud un statut, une position dans la structure qu'il reconstruit (est-ce une tête de section, un écran exemplifiant un autre écran auquel il est subordonnée, etc.). Il en va de même des différents outils de navigation attribuant des statuts distincts aux liens disponibles sur un nœud (tel menu permet de passer de tête de section en tête de section, tel autre fait l'inventaire des nœuds subordonnés au nœud actif, etc.). Toutes ces informations sériant nœuds et liens correspondent aux facteurs interfaciaux.

Il ne s'agit pas de considérer que la notion d'interface se réduit aux facteurs interfaciaux. Plutôt, les facteurs interfaciaux sont pour moi les composantes de l'interface *en ce qu'elles rendent visibles* des caractéristiques structurelles de l'hyperdocument. Une interface remplit d'autres fonctions, que je n'envisagerai pas ici.

² ... ou de l'activité de conception du concepteur, mais je m'intéresse ici à la structure telle qu'élaborée par l'utilisateur sur base de l'image du système.

Nous devons également considérer les *facteurs sémantiques*, liés au contenu informationnel présenté par le document. Il s'agit de la façon dont des notions, concepts, etc. sont articulés les uns aux autres et organisés au sein du domaine de connaissances abordé par le document. Ainsi, un processus temporel (une séquence d'actions, par exemple) comporte un ordre qui lui est propre (caractérisant l'enchaînement des étapes qui le composent), quelque soit la façon dont il est présenté dans un document.

Une remarque importante doit être formulée par rapport à cette classe de facteurs : l'accession à ceux-ci repose sur la compréhension de la première classe de facteurs cités. Ainsi, dans un document textuel, il est impossible d'accéder au sens d'un énoncé sans *lire* le texte, soit sans passer par le décodage des facteurs rhétoriques. Il en va de même quel que soit le registre sémiotique utilisé : l'accès au référent passe nécessairement par la représentation. Il peut paraître trivial d'affirmer que la compréhension des éléments de contenu présentés par le système intervient dans la compréhension... de la façon dont ce contenu est structuré. Mais c'est surtout parce qu'ils interviennent également dans la compréhension du fonctionnement et de l'organisation du système que je les inclus ici.

Congruence des facteurs et élaboration de représentations

Ces quelques distinctions ayant été opérées, je peux à présent reformuler la question qui est la mienne : il s'agit d'envisager l'influence des facteurs formels (segmentation en nœuds et implémentation de liens) et interfaciaux (aspects de l'interface, de la mise en écran et outils de navigation mettant en avant le statut des relations entre nœuds) appartenant à l'image du système sur l'activité de production de représentations structurées propre à l'utilisateur d'un hyperdocument, et plus spécifiquement sur les représentations portant sur le contenu informationnel de celui-ci.

Face à ce qui vient d'être développé, un point de vue « naïf » consisterait à séparer de façon stricte tâches informationnelles et tâches navigationnelles³ : facteurs rhétoriques (ou propres à tout autre registre sémiotique) et sémantiques correspondraient à la base sur laquelle l'utilisateur comprend et intègre le contenu informatif présenté par l'hyperdocument, et facteurs formels et interfaciaux lui permettraient de comprendre son organisation formelle et d'y naviguer efficacement.

Le point de vue que j'entends adopter n'est pas celui-là : si certaines classes de facteurs peuvent constituer un matériau privilégié pour la compréhension de telle ou telle dimension de l'hyperdocument (son contenu, son organisation formelle, la relation pragmatique qu'il induit, ...), l'utilisateur est susceptible de se fonder sur l'ensemble de celles-ci pour comprendre (i.e. élaborer des représentations cohérentes de) ces différentes dimensions.

On peut ainsi trouver dans la littérature nombre de travaux de recherche attestant d'un effet positif de la congruence des différents facteurs cités sur différents types de tâches⁴. J'en citerai trois. Edwards et Hardman (1989) comparent la capacité de sujets à se représenter la structure de l'hyperdocument qu'ils consultent, et ce pour trois hyperdocuments partageant les mêmes facteurs rhétoriques, sémantiques et interfaciaux, et se distinguant sur la seule base des facteurs formels : les liens activables entre nœuds sont différents. Les trois hyperdocuments présentent un contenu hiérarchisé (un répertoire d'infrastructures de loisirs disponibles à Edinburgh, classées en catégories), et les sujets consultant l'hyperdocument dans lequel les liens hiérarchiques sont disponibles sont les plus performants. Toute condition confondue, les sujets représentent l'architecture du système comme étant hiérarchique. Les sujets maîtrisent donc mieux la structure (et sont mieux capables de la représenter) quand les facteurs formels corroborent les autres types de facteurs.

³ Sur cette distinction, cf. Thüring, Hannemann & Haake 1995.

⁴ Les travaux cités ici ne défendent pas nécessairement cet argument, mais les données qu'ils présentent sont en accord avec celui-ci.

Dee-Lucas (1996) présente les résultats de plusieurs expériences portant sur la plus-value que représentent les *overviews* interactifs (par rapport à un matériau uniquement textuel) à des fins d'élaboration de représentations cohérentes du contenu présenté par l'hyperdocument. Le recours à ces *overviews* (qui font partie de ce que nous appelons les facteurs interfaciaux), couplés aux informations présentes dans le matériau textuel, présente une double plus-value : il facilite la sélection des informations, ainsi que l'élaboration de stratégies d'étude appropriées.

Giroux, Bergeron et Lamarche (1987)⁵ ont montré comment la convergence des facteurs sémantiques et interfaciaux peut faciliter la sélection des informations : confrontés à des pages-menus comprenant chacune huit ou neuf options, les sujets interrogés effectuent des sélections plus rapidement quand les liens proposés sont regroupés en fonction de critères sémantiques.

Andrew Dillon est à l'origine d'une série de recherches qui corrobore notre propos. Dillon (2000) envisage la question de l'intégration des différentes classes de facteurs propres à un hyperdocument dans la compréhension qu'en développe son utilisateur à propos du problème de l'orientation et de la désorientation dans les hypermédias. Il se centre sur la capacité des utilisateurs d'hypermédias à percevoir une forme (*shape*) au sein d'un espace d'information (l'hyperdocument) :

The concept of shape assumes that an information space of any size has both spatial and semantic characteristics. That is, as well as identifying placement and layout, users directly recognize and respond to content and meaning. (Dillon 2000, p. 523)

Selon Dillon, l'utilisateur « dérive » cette *forme* de l'interprétation d'indices (*cues*) spatiaux (liés à la mise en écran, à l'interface, à la disposition des informations) ou sémantiques (liés au contenu informationnel). Notons que la distinction que Dillon opère entre indices spatiaux et sémantiques semble recouper la distinction que nous opérons entre facteurs formels et interfaciaux d'une part, et facteurs sémantiques et rhétoriques de l'autre : le recours aux facteurs sémantiques qu'il met en avant dans les résultats de recherches présentés tiennent en effet essentiellement à l'identification de schémas structuraux propres à un type de discours spécifique (les articles de revues scientifiques) sur base d'indices propres à la formulation du texte présenté.

Dillon se départit des études "traditionnelles" sur la navigation, distinguant tâches navigationnelles et informationnelles de façon hermétique.

Comprehension is not something 'other than' navigation, some form of task that is independent of the process of moving through the information space. Rather it is an intrinsic component of information use. (Dillon & Vaughan 1997)

A l'inverse de la navigation réelle, la navigation hypertextuelle n'est pas juste une affaire de trouver son chemin et de s'orienter. Le voyage (le travail de collecte et d'assimilation des informations) est la destination (le but de la tâche) (Dillon & Vaughan 1997). C'est pourquoi Dillon substitue au concept de navigation celui de *shape* (forme), prenant en compte à la fois les paramètres « spatiaux » et les paramètres sémantiques : pour dégager une forme de l'espace informationnel qu'il manipule, l'utilisateur se fonde à la fois sur l'interface et sur des indices liés au contenu.

Là où la position de Dillon le force à démontrer l'influence de facteurs sémantiques sur la navigation, ma démarche est inverse : la question que je me pose est celle de l'influence de facteurs formels et interfaciaux sur les tâches centrées sur le contenu informationnel réalisées par l'utilisateur. De mon point de vue, il s'agit donc d'envisager si oui ou non, au bout du compte, les indices propres à la structuration hypertextuelle et à l'interface laissent une trace sur la façon dont l'utilisateur organise les connaissances qu'il acquiert.

⁵ GIROUX L., BERGERON G. & LAMARCHE J.-P. (1987) « Organisation sémantique des menus dans les banques de données » in *Le Travail Humain*, 50(2), pp. 97-107, cités par Rouet & Tricot (1998).

Des représentations schématiques

Tout ce qui précède suggère que l'appréhension de l'organisation formelle d'un l'hyperdocument et celle de son contenu informationnel se recoupent et s'articulent étroitement du point de vue de l'utilisateur. Mon propos n'est pas cependant d'avancer que tout est dans tout, que l'utilisateur d'un hyperdocument élabore une et une seule représentation mentale unifiée et cohérente de l'hypermédia, intégrant à la fois le plan du support d'un point de vue formel et l'ensemble du contenu informatif assimilé. La conception des représentations élaborées par l'utilisateur que j'adopterai repose sur le concept de schéma (Rumelhart & Norman, 1988). Selon Rumelhart et Norman (1995) :

Les schémas sont des structures de données destinées à représenter les concepts génériques stockés en mémoire. [...] Les schémas représentent des connaissances plutôt que des définitions ; [ils] sont des dispositifs actifs de reconnaissance, dont la mise en œuvre a pour but l'évaluation de leur capacité à correspondre aux données en cours de traitement. (Rumelhart & Norman 1995, pp. 310-311).

Ils correspondent à des paquets d'information variant en complexité et en niveau d'application, organisés et articulés entre eux selon des relations d'abstraction – instanciation d'une part, et d'inclusion (ou d'ordre métonymique) de l'autre. A cet égard, la notion de schéma décrit plus un principe d'organisation structurant les connaissances de l'individu que les connaissances elles-mêmes, et c'est à ce titre que je la convoque ici.

Dans une perspective centrée sur la notion de schéma comme modèle de la façon dont nous mémorisons nos connaissances, la question de l'alternative entre séparation stricte et équivalence complète entre représentation de la forme et représentation du contenu ne se pose pas. Les schémas sont enchâssés et hiérarchisés de façon multiple les uns par rapport aux autres ⁶. Dans le cas qui nous occupe, l'utilisateur possède un ensemble de représentations, de « paquets d'information », portant sur l'hyperdocument consulté, son contenu, son organisation formelle ⁷, organisées entre elles de façon schématique, de sorte que la représentation de l'ensemble du document intègre à la fois des aspects sémantiques et des aspects formels, même si certains sous-schémas particuliers peuvent ne porter que sur l'un ou l'autre de ces aspects.

L'intégration conceptuelle comme voie d'influence possible

L'opération cognitive qui rend possible selon nous l'intégration des représentations élaborées sur base des facteurs formels, interfaciaux, rhétoriques et sémantiques en un réseau schématique cohérent est le *blending* conceptuel (Fauconnier & Turner 1998, 1994, Coulson & Oakley 2000). La notion qui nous intéresse de façon prioritaire dans la théorie du *blending* est celle d'intégration conceptuelle.

Central to conceptual blending theory is the notion of the *conceptual integration network*, an array of mental spaces in which the processes of conceptual blending unfold [...]. These networks consist of two or more *input* spaces structured by information from discrete cognitive domains, a *generic* space that contains structure common to all spaces in the network, and a *blended* space that contains selected aspects of structure from each input space, and frequently, emergent structure of its own. (Coulson & Oakley 2000, p. 178)

Le *blending* repose sur la projection et l'intégration de structures conceptuelles provenant d'espaces mentaux distincts élaborés à partir de domaines cognitifs plus larges :

⁶ Dans un réseau schématique, un même concept peut faire partie de plusieurs catégories super-ordonnées : le schéma « chat » est à la fois subsumé par le schéma « félidés » (qui inclut aussi « lion », « tigre », etc.) et par le schéma « animaux de compagnie » (aux côtés de « chien », « canari », etc.)

⁷ et d'autres aspects encore, non considérés ici (fonctionnement technique, dimension pragmatique, etc.)

A mental space is built up in part by recruiting structure from (possibly many) conceptual domains and from local context. We can build different and incompatible spaces by recruiting from the same conceptual domain. (Fauconnier & Turner 1998)

L'approche proposée par la théorie du *blending*, du fait qu'elle se centre sur la construction du sens 'en temps réel' dans des contextes limités (contrairement à la théorie des métaphores conceptuelles qui se centre sur la structuration stabilisée de domaines d'expérience entiers) permet de rendre compte d'intégrations locales et temporaires (intervenant 'en direct' au cours de la consultation) entre facteurs formels, interfaciaux, sémantiques, etc. Ces intégrations peuvent dans certains cas s'enraciner ('*become entrenched*') de façon stable dans le domaine de connaissances concerné.

Le *blending* nous permet donc de montrer comment les différentes classes de facteurs propres à un hyperdocument peuvent être conceptuellement intégrées, et probablement expliquer le constat opéré par Dillon (2000) :

Routinely in our lab, users describe what they remember from an interaction in digital space or draw their interpretation of the information space's form and layout. These data clearly point to the intercoupling of spatial and semantic components of memory. For example, when asked to describe an information space after interaction, users employ terms that convey relationships and elaborations as well as purely spatial linkages such as position and sequence (see, e.g., Dillon & Vaughan, 1997). Completely separating both forms of representation is rare and somewhat artificial to users of an information space. Users easily move from one to the other, because both serve to advance their desire for task completion. Indeed, it makes best sense to think of the user's model of the information space as being constructed out of both. (Dillon 2000, p. 523)

Hypothèse de travail

L'hypothèse centrale testée dans le cadre de la recherche présentée ici peut donc être résumée comme suit :

Modifier les facteurs formels et interfaciaux d'un hyperdocument (à contenu identique) doit induire une modification de l'organisation des représentations de l'utilisateur concernant le document (et en particulier son contenu).

Les modifications que je postule sont des modifications des relations au sein du réseau schématique constitué par les représentations élaborées par l'utilisateur. En fragmentant le contenu du document en nœuds de taille limitée, en regroupant ces nœuds en sections, sous-sections, etc., en les agencant selon un ou plusieurs principes organisateurs, le support met en saillance certaines relations sémantiques au détriment d'autres. Parmi l'ensemble des relations sémantiques entre informations exposées, une large part est (censée être) reflétée par les liens hypertextuels implémentés dans le support, chaque lien figurant une association importante entre deux informations. Cette modulation des relations sémantiques entre informations présentées doit –c'est mon hypothèse– avoir un effet sur l'organisation schématique des représentations.

Méthodologie

Matériel

HyperDoc est un hypermédia statique⁸ à vocation éducative conçu pour les besoins de la recherche, et développé en deux versions différentes⁹. Chacune des deux versions compte 160 pages-écrans. Le domaine de connaissances présenté par HyperDoc porte sur le fonctionnement d'Internet. Il comprend à la fois des considérations techniques (matérielles et logicielles), des explications liées aux services offerts par le Net et à leur

⁸ Les liens implémentés dans HyperDoc sont fixes (et non déterminés par la navigation de l'utilisateur).

⁹ HyperDoc a été développé en HTML, et est consultable sur Internet Explorer 5.0 pour Macintosh.

utilisation, ainsi qu'à certains enjeux propres au Net (liberté d'expression, confidentialité, ...), des données historiques, etc.

HyperDoc 1 et HyperDoc 2 partagent le même contenu (textes, images, animations et titraillie sont identiques dans les deux versions), la même segmentation en nœuds de ce contenu, ainsi qu'un certain nombre de principes relatifs à leur interface. Les écrans sont regroupés en section et sous-sections, chaque section correspondant à une couleur. La figure 2 présente un écran d'HyperDoc 1 de niveau de profondeur 3, relatif au *firewall*, appartenant à la sous-section « les machines » située dans la section « les ordinateurs et le net ».

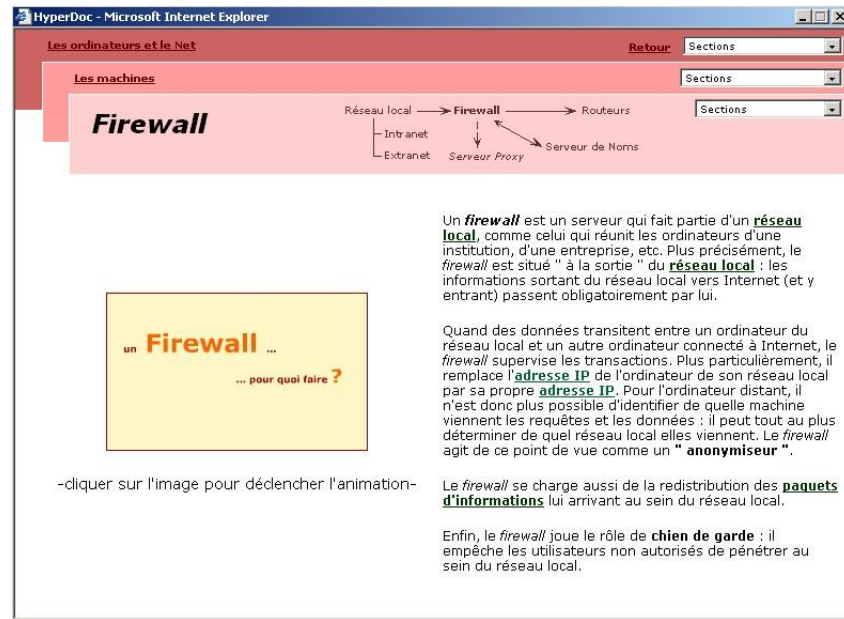


Figure 2 : Ecran d'HyperDoc 1

Le regroupement des écrans en sections et sous-sections diffère entre les deux versions d'HyperDoc. Dans HyperDoc 1, les nœuds sont regroupés en deux séries de sections. La première fédère les questions liées au matériel et aux machines qui font l'Internet, aux processus de communication entre machines sur le réseau, aux applications de l'Internet et aux enjeux propres à l'usage d'Internet. La seconde reprend des thématiques plus transversales : le parcours de l'information sur le net, l'histoire d'Internet, et les autorités d'Internet.

HyperDoc 2 repose sur un principe de structuration prenant pour schéma de base le parcours d'un flux de données d'un client à un serveur (et retour) sur le Net. Les informations sont donc regroupées en fonction de l'endroit sur le réseau où se posent les questions relatives au sujet abordé (par exemple, le nœud consacré aux routeurs est accessible à partir de chaque embranchement du réseau, c.-à-d. là où les routeurs interviennent sur celui-ci). Trois sections supplémentaires complètent le tableau : une série de généralités sur l'informatique, le parcours de l'information sur le net, l'histoire d'Internet.



Figure 3 : Ecran d'accueil d'HyperDoc 1

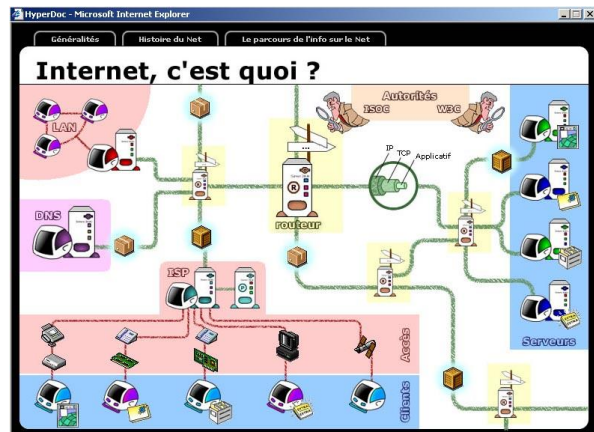


Figure 4 : Ecran d'accueil d'HyperDoc 2

Les liens organisationnels diffèrent donc d'une version d'HyperDoc à l'autre, au contraire des liens associatifs (au sein du texte et des plans schématiques)¹⁰, qui restent identiques. HyperDoc 1 et HyperDoc 2 se distinguent en fait d'abord sur le plan des facteurs interfaciaux (regroupement en sections et mise en écran en découlant), et ensuite (en conséquence) sur celui des facteurs formels (de par la modification des liens organisationnels).

Sujets

Quarante étudiants de l'Université catholique de Louvain ont été interrogés dans le cadre de cette recherche. Tous avaient déjà utilisé un micro-ordinateur et recouru à un ou plusieurs des services offerts par Internet (*World Wide Web*, courrier électronique, etc.). Aucun n'était cependant un « usager expert », ayant une connaissance préalable approfondie du fonctionnement matériel et logiciel d'un ordinateur ou de l'Internet. Les sujets recevaient une rémunération pour leur participation, sous la forme d'un chèque-lire d'une valeur de 12,5 EUR.

Les sujets ont été répartis en deux groupes-test, consultant chacun une version différente d'HyperDoc. Deux variables ont été contrôlées par variation systématique avec appariement dans la constitution des groupes-test : le genre et le niveau de formation antérieure¹¹. Au sein des groupes-test, nous avons également fait varier l'ordre de passation des deux parties de l'entretien qui suivait la consultation (cf. infra), de sorte qu'un nombre équivalent de sujets de chaque groupe ait passé l'entretien dans les deux ordres possibles.

Tâche

Il était demandé à chaque sujet de consulter l'une des deux versions d'HyperDoc (sans qu'il soit informé qu'il existait une autre version) sur un iMac équipé d'un moniteur 800x600 pixels. La consultation comportait deux phases : une première exploration libre, d'une durée maximale de 20 minutes, suivie de la remise de quatre questions, auxquelles les sujets devaient répondre grâce à la suite de leur consultation, non bornée dans le temps. Quand il estimait être en mesure de répondre aux quatre questions, le sujet le signifiait à l'expérimentateur, qui interrompait la consultation.

Les quatre questions étaient :

1. Qu'est-ce que le DNS ? Comment cela fonctionne-t-il ?

¹⁰ La distinction entre liens organisationnels et liens associatifs est empruntée à Carey, Hunt & Lopez-Suarez (1990).

¹¹ J'ai en fait distingué les étudiants ayant suivi un cours d'informatique au cours de leur cursus universitaire de ceux n'en ayant pas suivi.

2. Qu'entend-t-on quand on dit qu'Internet est un réseau intelligent, conçu pour résister aux dégâts partiels ? Quel procédé de transmission et quelles machines en particulier permettent cela ?
3. Quelles sont les fonctions d'un *firewall* ? Dans quel contexte est-il utilisé ?
4. Qu'est-ce qu'un *browser* ? Comment peut-on le définir ? Quel en est le fonctionnement ?

Les sujets étaient informés dès le départ que la consultation serait suivie d'un entretien semi-directif au cours duquel ils seraient amenés à répondre oralement aux questions (partie A) et à expliciter la façon dont ils avaient procédé pour y répondre (partie B).

A la remise des questions, les sujets étaient informés qu'aucune des réponses ne se trouvait entièrement sur un seul écran, et qu'ils seraient invités à élargir au maximum leurs réponses lors de l'entretien. Un stylo à bille et un bloc de feuilles était à leur disposition pendant la consultation.

Données récoltées et analyse

Je n'examinerai dans cette communication que les données issues de la partie A des entretiens, consacrée aux réponses aux questions guidant la consultation des sujets. Je compléterai occasionnellement cette analyse par l'examen des fichiers historiques (*log files*) des consultations de nos sujets.

L'analyse des retranscriptions intégrales des parties d'entretiens a été menée en recourant à une méthode d'analyse de contenu développée pour la recherche : l'ACR ou Analyse de Contenu Relationnelle. Celle-ci s'inspire partiellement de l'Analyse Propositionnelle du Discours (APD – Ghiglione & Blanchet 1991 ; Ghiglione *et al.* 1995), bien qu'elle n'en partage pas les présupposés épistémologiques. Toutes deux reposent sur l'identification dans le discours des sujets de référents-clés et sur l'inventaire des relations y unissant ces référents entre eux (le plus souvent manifestées dans les formes verbales). Les référents sont des éléments appartenant à l'univers référentiel communiqué par le discours du sujet, correspondant typiquement à des substantifs ou à des pronoms. Dans le cas qui nous occupe, les référents correspondent à des notions-clés appartenant aux réponses que nos sujets formulent.

L'unité de contexte de base de l'ACR est la prédication relationnelle, concept issu de la grammaire cognitive de Ronald Langacker (1987), et non la proposition (au contraire de l'APD). Chaque prédication encodée dans le cadre d'une ACR recense donc les référents impliqués, le type de relation qui les unit, et le rôle respectif de chaque référent dans la relation. Une prédication comporte deux ou exceptionnellement trois référents.

La typologie des relations utilisée dans le cadre de cette recherche¹² distingue les relations atemporelles des relations temporelles. Au sein des premières, on compte les relations de schématicité (abstraction-instanciation), d'enchâssement, d'identité, etc. Au sein des secondes, on recense les relations de consécution, de mouvement relatif (venir de, aller vers, etc.), et d'agence (différentes formes de causalité, de conditionnalité, d'empêchement, etc.).

Chaque prédication comporte également un identifiant unique (une clé primaire, dans la terminologie des bases de données). Certaines prédictions peuvent ainsi prendre pour référent le code d'une autre prédication. A travers l'opération de recoupement (menée par voie informatique), on peut alors reconstituer les prédictions enchâssées complètes.

Les analyses menées sur base de la matrice d'ACR portent à la fois sur les référents pris isolément (fréquence et ordre d'utilisation moyens des référents au sein de la réponse), sur les types de relations utilisées dans les prédictions codées (fréquence et ordre d'utilisation moyens des relations au sein de la réponse) et sur le croisement entre référents et relations, qui permet de répondre aux questions suivantes : Quels rôles sont

¹² Je ne détaillerai pas ici cette typologie dans son entièreté.

attribués à chaque référent ? Quels sont les référents qui sont le plus fréquemment associés ? Quels types de relations caractérisent ces associations ? Y a-t-il des expressions (enchâssant plusieurs prédications) récurrentes pour répondre à chaque question ?

Le codage de l'ACR est soumis à la prise en compte du point de vue du locuteur. L'objectif est de pouvoir décrire l'organisation des éléments composant les réponses de celui-ci les uns par rapport aux autres. Cette organisation est prise comme indicatrice de la façon dont le sujet organise et comprend ses propres connaissances en la matière.

En complément de l'ACR menée sur les réponses des sujets aux quatre questions de la consigne, j'ai mené une analyse plus globale et moins formalisée de ces mêmes réponses. Cette analyse repose sur la prise de notes structurées concomitante à la relecture des parties concernées des retranscriptions d'entretiens. L'objectif est de condenser un fragment de discours (ici, une réponse à l'une de nos questions) pour n'en conserver que le plan, présentant sous forme de mots-clés les étapes principales du développement, ainsi que les éventuels enchaînements entre ces étapes.

Ces « condensations » permettent de rendre compte de l'organisation globale du discours du sujet, là où l'ACR est limitée dans l'échelle des configurations discursives dont elle peut rendre compte. Pour les réponses aux questions qui s'y prêtent, la condensation elle-même est dissociée des définitions attribuées au terme-clé de la questions par le sujet y répondant.

Résultats et discussion

L'un des désavantages actuels de l'ACR est qu'elle produit de très nombreux résultats, en particulier pour les analyses croisant référents et relations (quels référents sont associés sous quelles relations ?). Il n'est pas possible de détailler ici toute l'analyse opérée sur base de la matrice d'ACR. Je ne conserverai donc que les différences les plus pertinentes¹³.

Similarités entre conditions

D'un point de vue global, les consultations des sujets de nos deux conditions sont comparables. Ceux-ci passent un temps total moyen à consulter HyperDoc similaire entre conditions ($t=1,713$; $p>0,05$), et ils consultent un nombre moyen d'écrans relativement proche d'une condition à l'autre ($1,086$; $p>0,05$), écrans sur lesquels ils passent un temps moyen comparable ($0,4028$; $p>0,05$). Le nombre de clics moyen sur le temps d'une consultation est également proche dans les deux conditions ($t=1,365$; $p>0,05$).

De même, les réponses fournies par les sujets des deux conditions partagent des caractéristiques communes. Les fréquences d'utilisation des différents référents présents dans la matrice d'ACR sont-elles étroitement corrélées entre conditions, quelle que soit la question considérée. Il en va de même du nombre de sujets utilisant chacun de ces référents et de l'ordre moyen d'apparition de ces référents. De même, le nombre moyen de référents mobilisés par sujet pour chaque réponse est similaire entre conditions, à l'exception de la question n°4 (pour laquelle les sujets de la condition 2 recourent en moyenne à un plus grand nombre de référents différents). Il existe également une forte corrélation entre les fréquences d'utilisation des relations d'une condition à l'autre.

Différences entre conditions

Je passerai à présent en revue les différences marquantes apparaissant dans les réponses des sujets des deux conditions aux questions de la tâche, en les corrélant aux

¹³ Toutes les différences citées (basées sur des comparaisons de moyennes ou de proportions) sont significatives au seuil de 0,05 (voire à des seuils inférieurs là où des ajustements de Bonferroni s'avèrent nécessaires).

différences de facteurs formels et interfaciaux (entre HyperDoc 1 et 2) auxquelles elles peuvent être attribuées.

Ces différences sont de trois types.

(1) Hiérarchisation des nœuds

Le type de modification des facteurs formels et interfaciaux le plus évident ayant un effet relativement spécifique est la mise en évidence d'un écran ou d'une section au sein de l'image du système. Plus précisément, le fait de positionner un nœud ou une section entière à un niveau de profondeur moindre dans la hiérarchie décrite par HyperDoc, ainsi que l'autonomisation d'un ou plusieurs nœuds dans une section indépendante semble avoir pour effet d'attirer l'attention des sujets sur le nœud ou la section concerné(e). Plusieurs exemples de ce type se présentent dans les résultats obtenus.

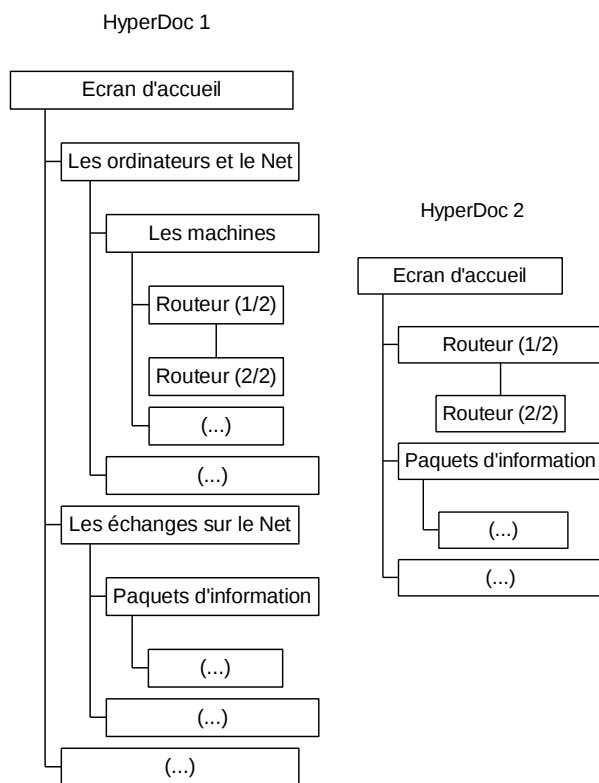


Figure 5

Dans leurs réponses à la question n°2, les sujets de la condition 2 mobilisent plus fréquemment les informations relatives aux paquets d'information et aux routeurs. Dans HyperDoc 2, paquets d'information et routeur font l'objet de sections autonomes directement accessibles depuis l'écran d'accueil. Dans HyperDoc 1, les mêmes écrans constituent respectivement une sous-section de la section « échanges sur le Net » et l'un des nœuds de la sous-section « les machines », incluse à la section « les ordinateurs et le Net » (cf. figure 5).

Les réponses à cette deuxième question contiennent en fait un certain nombre de référents utilisés par la majorité des sujets. Ceux-ci sont relativement généraux et sont liés à la partie de réponse la plus fréquente dans les condensations : celle qui concerne le principe des voies alternatives propre au Net (en cas de dégâts sur une ligne, l'information passe par une autre ligne).

Plusieurs référents sont cependant utilisés à des fréquences différentes dans les deux conditions. Ainsi, les prédications faisant état de l'existence du routeur et des paquets d'information font partie des prédications les plus récurrentes dans la condition 2. Il en va de même pour la prédication présentant l'information et les paquets d'information agis ensemble. De même, dans les condensations des réponses, le routeur, les paquets d'information et le protocole TCP interviennent également nettement plus souvent dans la condition 2.

Notons que les différences dégagées ici se voient corroborées par la comparaison des temps moyens passés par les sujets de chaque condition sur les écrans d'HyperDoc : les sujets de la condition 2 passent significativement plus de temps sur les écrans « paquets d'information », « gestion de l'envoi des paquets », sur les animations liées aux paquets et sur les deux écrans consacrés aux routeurs.

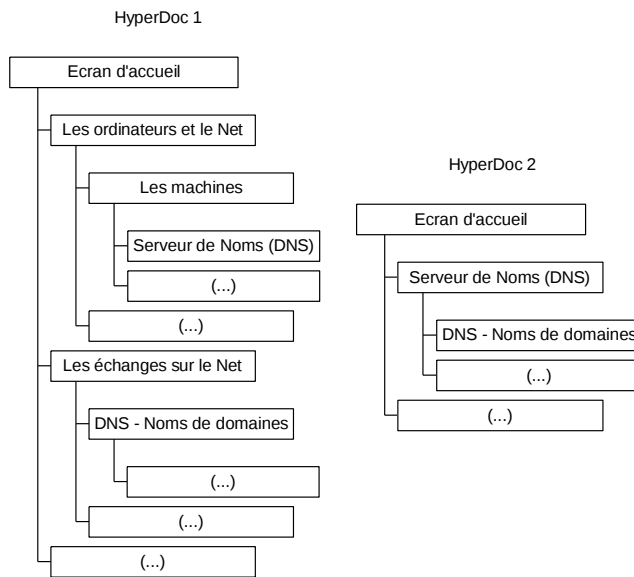


Figure 6

Mais les différences de niveaux hiérarchiques auxquels appartient un même nœud dans les deux versions d'HyperDoc n'ont pas uniquement une incidence en terme d'importance accordée à l'un ou l'autre élément de réponse. Dans le cas de la question n°1 (portant sur le DNS), l'écran « Serveur de noms » constitue la tête de section de la section DNS dans HyperDoc 2, et appartient à une autre (sous-)section dans HyperDoc 1 (cf. figure 6). De ce fait, les sujets des deux conditions proposent une interprétation différente de l'objet-même de la question.

Globalement, les sujets de la condition 1 ont plutôt tendance à définir le DNS comme un système de conversion (dont ils explicitent plus souvent le

sigle), là où les sujets de la condition 2 l'identifient plus souvent au serveur de nom, qui est l'acteur clé de ce système. Ceci transparaît dans l'analyse des condensations des réponses à cette question. De même, l'équivalence [DNS – *Domain Name System*] fait partie des prédications les plus récurrentes dans la condition 1, et l'équivalence [DNS – serveur de noms] endosse le même rôle dans la condition 2. L'examen des cooccurrences de la matrice d'ACR mène à la même conclusion, et révèle que là où le DNS équivaut plus souvent au nom de domaine dans la condition 1, il agit plus fréquemment sur ce dernier dans la condition 2.

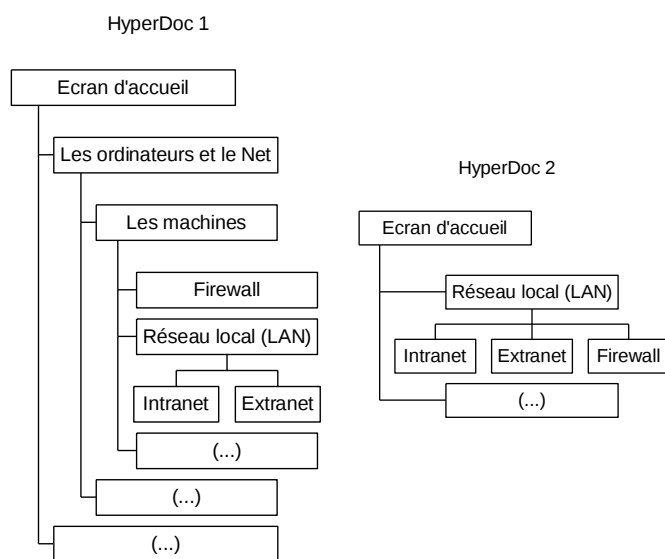
Corrélativement, le serveur de noms apparaît plus tard dans les réponses des sujets de la condition 1 (où il est plus souvent présenté comme un actant) que dans celles des sujets de la condition 2 (où il apparaît plus souvent comme un équivalent), et ce pour la raison suivante : le serveur de nom ne fait pas partie (dans la condition 1) de la définition du DNS donnée en début de réponse, mais il reste cependant un acteur central du système DNS explicité par après. Ce rôle d'actant incombe dans la condition 2 soit au DNS lui-même (puisqu'il est le serveur de noms), soit à une série de référents moins précisément déterminés (« on » ou l'utilisateur).

Il semble de plus que l'attention supplémentaire portée par les sujets de la condition 2 au serveur de noms l'est au détriment du processus de conversion entre noms de domaines et adresses IP. Le détail de ce processus intervient dans un plus grand nombre de réponses de sujets de la condition 1, surtout dans sa version détaillée (passant en revue les étapes par lesquelles passe une requête du client au serveur). Ceci se traduit également par une utilisation plus fréquente de la relation de consécution dans les réponses des sujets de la condition 1.

Cette différence de définition reflète une différence dans la consultation des écrans d'HyperDoc : les sujets de la condition 1 passent plus de temps sur l'écran « conversion IP-DNS », alors que les sujets de la condition 2 passent plus de temps sur l'écran « serveur de noms », qui tient lieu de tête de section dans HyperDoc 2, alors qu'il n'appartient pas à la section « DNS » dans HyperDoc 1.

(2) Contextualisation de l'information

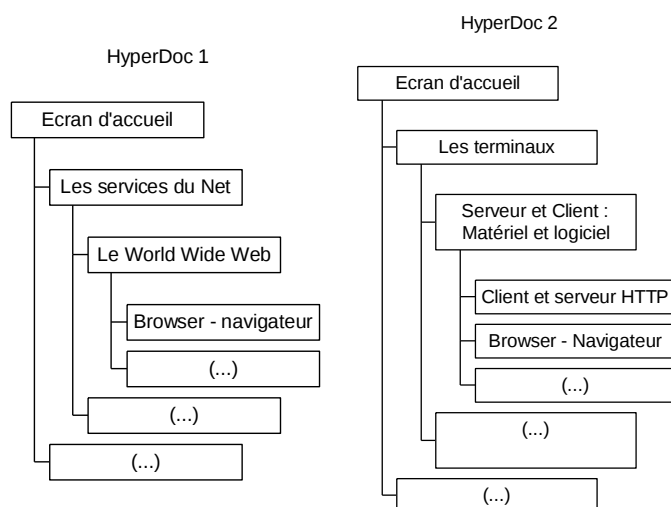
Un autre type de modification des facteurs formels et interfaciaux se traduisant dans des réponses différentes entre conditions correspond à l'intégration d'un écran dans une section qui en contextualise le contenu. Ainsi en va-t-il des écrans « firewall » et « browser ».

**Figure 7**

les sujets de la condition 1 que par ceux de la condition 2. En l'occurrence, dans la condition 1, il est présenté la plupart du temps comme un serveur (ou un ordinateur), plus souvent que dans la condition 2. L'analyse de la matrice d'ACR abonde dans le même sens : l'équivalence entre serveur et firewall y est relativement fréquente, surtout dans la condition 1.

A contrario, les sujets de la condition 2 détaillent plus fréquemment les types de LAN (intranet et extranet), et sont plus précis dans la détermination de la position du firewall dans le réseau local (correspondant à son contexte d'utilisation). Sur base des condensations, on observe ainsi qu'une majorité de sujets de la condition 2 situe le firewall à la sortie du LAN (ou appartenant au LAN mais situé à sa sortie). Les avis sont inversés dans la condition 1 : la majorité des sujets y situe le firewall comme appartenant au LAN (ou y appartenant mais situé à sa sortie).

Les comparaisons de temps moyens passés sur les écrans d'HyperDoc par les sujets des deux conditions sont en adéquation avec ces observations : là où les sujets de la condition 1 passent plus de temps sur l'écran « firewall », les sujets de la condition 2 passent plus de temps sur les écrans « intranet » et « extranet ».

**Figure 8**

L'écran « browser », quant à lui, est situé dans la sous-section « world wide web » de la section « les services du Net » dans HyperDoc 1, et dans la sous-section « serveurs et client : matériel ou logiciel » de la section « les terminaux » dans HyperDoc 2, où il est couplé à l'écran « client et serveur HTTP » (cf. figure 8).

En conséquence, on constate dans les condensations de réponses que les sujets de la condition 2 sont plus nombreux que ceux de la condition 1 à traiter des échanges entre client et serveur pour contextualiser leurs réponses à la question n°4, et ce en

complément d'autres éléments de réponse. Dans la condition 1, cette explication intervient seule, après la définition du browser et un exemple de celui-ci..

Hormis celle que nous venons de détailler, les différences entre conditions imputables à des variations de facteurs formels ou interfaciaux sont ténues en ce qui concerne les réponses à cette quatrième question. Il s'agit sans doute de la question pour laquelle on observe le moins de différences marquantes. Notons également que les comparaisons de temps moyens passés sur les écrans relatifs au *browser* et au *world wide web* durant la consultation ne présentent aucune différence significative.

(3) Effet de la segmentation en questions

On peut encore déceler au moins un effet attribuable aux facteurs formels et interfaciaux des deux versions d'HyperDoc. Dans leurs réponses aux questions n°1 et n°3 (et dans une certaine mesure à la question n°2), nous constatons plus haut que les sujets de la condition 2 élargissaient plus fréquemment le champ de leurs réponses à des questions techniques, là où ceux de la condition 1 restaient plus directement centrés sur l'objet de la question.

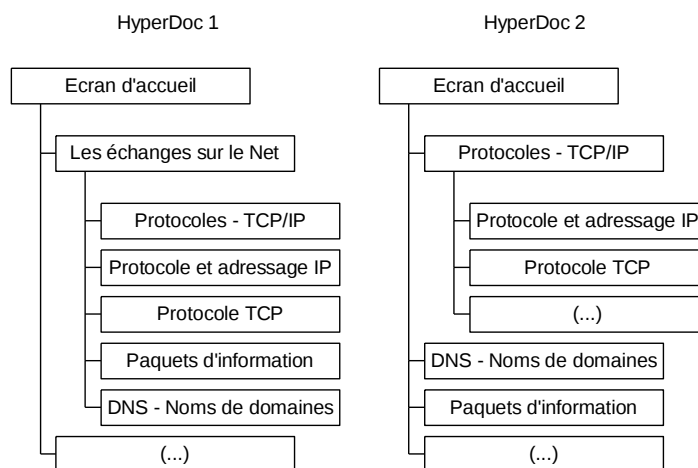


Figure 9

Cette différence –relativement légère, avouons le– correspond selon nous pour partie à un effet pervers du mode de structuration d'HyperDoc 1. Plusieurs de nos sujets (appartenant aux deux conditions) ont exprimé lors de l'entretien auquel ils ont participé leur aversion pour les écrans détaillant des questions plus techniques. Dans HyperDoc 1, il se fait que la plupart de ces écrans jugés compliqués ou rébarbatifs par ces sujets sont rassemblés dans une seule et même section : « les échanges sur le Net ». L'éclatement de

cette section en « protocoles », « paquets d'information » et « DNS » (notamment) dans HyperDoc 2 a, selon nous, poussé une part des sujets de la condition 2 à consulter certains de ces écrans (qu'ils n'auraient peut-être pas consultés s'ils avaient eu accès à HyperDoc 1), là où les sujets de la condition 1 auraient eu tendance à éviter la section en question. D'où la différence observable dans les réponses de chacun.

Notons que d'autres différences (dont je ne ferai pas l'inventaire ici) sont plus difficilement interprétables en termes de changements spécifiques des facteurs formels et interfaciaux. Ainsi en va-t-il de la priorité accordée à l'une ou l'autre des fonctions du firewall (toutes explicitées sur le même écran) entre conditions, ou de la perspective historique (présentée dans une section directement accessible depuis les écrans d'accueil d'HyperDoc 1 & 2) plus fréquemment incluse aux réponses des sujets de la condition 2 (pour les questions n°2 et n°4). Sans doute peut-on attribuer ces variations à la façon dont ces facteurs orientent les parcours de lecture des sujets, sans qu'il soit possible d'en dire plus sur base des données collectées.

Conclusions

Plusieurs différences significatives entre conditions ont été mises en avant dans ce qui précède. En premier lieu, les différences de structuration entre HyperDoc 1 et HyperDoc 2 (en termes de facteurs formels et interfaciaux) semblent induire des comportements

navigationnels différents. Bien que passant des temps comparables à consulter HyperDoc (au total et en moyenne par écran), les sujets des deux conditions approfondissent la consultation d'écrans spécifiques différents, qui semblent directement liés aux éléments qu'ils mettent en exergue dans leurs réponses aux questions de la tâche.

Par ailleurs, selon qu'ils appartiennent à l'une ou l'autre condition, les sujets font un usage différent des outils de navigation mis à leur disposition. Ainsi, les sujets de la condition 1 utilisent plus souvent les liens du corps du texte, les menus et les prétitres que ceux de la condition 2. A contrario, les sujets de la condition 2 font un usage plus fréquent du bouton « retour », de l'écran d'accueil (qui, il est vrai, présente plus de possibilités dans HyperDoc 2 que dans HyperDoc 1), des plans schématiques présents dans les bandeaux-titres et des animations¹⁴.

Les différences entre conditions semblent donc séparer un mode d'utilisation focalisé essentiellement sur les outils de navigation textuels (liens du texte, menus, prétitres), propre aux sujets de la condition 1, et un autre tirant plus volontiers parti d'outils plus graphiques ou analogiques (écran d'accueil, plans et animations), propre aux sujets de la condition 2. L'introduction dans HyperDoc 2 d'un schéma de présentation tenant lieu d'écran d'accueil est probablement (ne fût-ce qu'en partie) à l'origine d'une telle différence.

Qui plus est, ces comportements navigationnels différents induisent des compréhensions différentes des informations intégrées. Toutes les différences observées en terme de temps de consultation d'écrans spécifiques d'HyperDoc correspondent à des différences dans les réponses formulées par nos sujets : système de conversion contre serveur de noms pour la question n°1, paquets d'information et routeurs dans la condition 2 pour la question n°2, définition du firewall contre intranet pour la question n°3. A l'inverse, la question n°4, produisant le moins de différences marquantes dans l'organisation des réponses issues des deux conditions, est également celle pour laquelle les temps moyens de consultation ne présentent pas de différence significative.

La différence de facteurs formels et interfaciaux entre les deux versions d'HyperDoc produit non seulement un effet sur les comportements navigationnels des sujets les consultant, mais également sur la façon dont les utilisateurs d'HyperDoc comprennent et organisent les connaissances qu'ils acquièrent en le consultant (les différences identifiées entre les réponses des sujets des deux conditions sont là pour l'attester). Cet effet –qui s'exprime surtout en regard de la hiérarchisation de l'information et de sa contextualisation au sein de la structure d'HyperDoc– se produit par l'entremise du processus navigationnel, que je décrivais plus haut comme l'activité –foncièrement interprétative– de découverte du document dans toutes ses dimensions.

Je constatais plus haut que les réponses des sujets des deux conditions aux quatre questions de la tâche partagent bien souvent des caractéristiques communes : référents et relations utilisés à des fréquences globalement similaires et dans un ordre comparable (pour les référents), nombre moyen de référents mobilisés par réponse proche, etc. Les analyses mettent en avant des différences parfois ténues, des résultats nuancés.

Mais ces nuances constituent probablement une conclusion intéressante à tirer : si les différences observées en termes de compréhension et d'organisation des connaissances acquises par les sujets des deux conditions sont effectivement subtiles, c'est parce que le support hypertextuel permet de faire dans la subtilité. Je mettais plus haut en avant (à titre d'hypothèse) la capacité des hypermédias à mettre en valeur certaines relations sémantiques entre informations au sein d'un domaine de connaissances donné, et à en reléguer d'autres au second plan. Dans tous les cas, toutes ces relations sémantiques continuent à être présentes et intégrées dans le support, qui ne fait que mettre l'accent sur certaines d'entre elles. Dans le cas qui nous occupe, les deux versions d'HyperDoc attribuent des statuts différents aux nœuds (et donc aux fragments de contenu) qui les

¹⁴ Les sept différences de proportions testées sont significatives au seuil de 0,0071 (soit un seuil de 0,05 / 7, selon les ajustements de Bonferroni pour 7 comparaisons simultanées).

composent et aux liens qui connectent ces nœuds, modulant par là les relations sémantiques entre informations présentées, mais l'ensemble des relations réifiées par un lien dans une version reste disponible dans l'autre.

Le constat que je pose ici présente les hypermédias comme une catégorie de supports permettant à l'apprenant de gérer la complexité¹⁵, d'appréhender certaines relations sémantiques à titre privilégié sans pour autant oblitérer les autres. D'où des résultats en termes de nuances plutôt que d'oppositions.

Références

- CAREY T.T., HUNT W.T. & LOPEZ-SUAREZ A. (1990) « Roles for tables of contents as hypertext overviews » in Diaper D., Cockton G., Gilmore D. & Shackel B. (dir.) *Human-Computer Interaction - INTERACT '90. Proceedings of the IFIP TC 13 Third International Conference*, Amsterdam - New York: North Holland: 581-586
- COULSON Seana & OAKLEY Todd (2000) *Cognitive Linguistics: Special Issue on Conceptual Blending*, 11(3-4)
- DEE-LUCAS Diana (1996) « Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext » in ROUET Jean-François, LEVONEN Jarmo J., DILLON Andrew & SPIRO Rand J. (dir.) *Hypertext and cognition*, Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates Inc.: 73-108
- DILLON Andrew (2000) « Spatial-Semantics. How users derive shape from information space » in *Journal of the American Society for Information Science*, 51(6): 521-528
- DILLON Andrew & GUSHROWSKI Barbara A. (2000) « Genres and the Web: Is the Personal Home Page the First Uniquely Digital Genre? » in *Journal of the American Society for Information Science*, 51(2): 202-205
- DILLON Andrew, McKNIGHT Cliff & RICHARDSON John (1990) « Navigation in hypertext : a critical review of the concept » in Diaper D., Cockton G., Gilmore D. & Shackel B. (dir.) *Human-Computer Interaction - INTERACT '90. Proceedings of the IFIP TC 13 Third International Conference*, Amsterdam - New York: North Holland: 587-592
- DILLON Andrew & VAUGHAN Misha (1997) « "It's the journey and the destination": Shape and the emergent property of genre in evaluating digital documents » in *New Review of Multimedia and Hypermedia*, 3: 91-106
- EDWARDS Deborah M. & HARDMAN Lynda (1989) « Chapter 7 : "Lost in Hyperspace". Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment » in McAleese Ray (dir.) *Hypertext : Theory into practice*, Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd. (coll. Intellect books): 105-125
- FASTREZ Pierre (2002) *Navigation hypertextuelle et acquisition de connaissances. Approche sémiocognitive*. Dissertation doctorale. Louvain-la-Neuve, ronéotées.
- FAUCONNIER Gilles & TURNER Mark (1998) « Conceptual integration networks » in *Cognitive Science*, 22(2): 133-187
- FAUCONNIER Gilles & TURNER Mark (1994) *Conceptual projection and middle spaces*, San Diego: UCSD Department of Cognitive Science, technical report: 39 p.
- FOLTZ Peter W. (1996) « Comprehension, coherence and strategies in hypertext and linear text » in ROUET Jean-François, LEVONEN Jarmo J., DILLON Andrew & SPIRO Rand J. (dir.) *Hypertext and cognition*, Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates Inc.: 109-136
- GHIGLIONE Rodolphe, KEKENBOSCH Christiane & LANDRE Agnès (1995) *L'analyse cognitivo-discursive*, Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble
- GHIGLIONE Rodolphe & BLANCHET Anne (1991) *Analyse de contenu et contenus d'analyse*, Paris: Dunod
- JACOBSON Michael J. & SPIRO Rand J. (1995) « Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge. An empirical investigation » in *Journal of Educational Computing Research*, 12(4): 301-333

¹⁵ Ce point de vue sur les systèmes hypermédias est soutenu par les partisans de la *Cognitive Flexibility Theory* (Jacobson & Spiro 1995, Spiro et al. 1991)

LANGACKER Ron (1987) *Foundations of Cognitive Grammar. Volume I : theoretical prerequisites*, Stanford: Stanford University Press: 516 p.

NORMAN Donald A. (1988) *The Design of Everyday Things*, New York: Basic Books: 257 p.

NORMAN Donald A. (1986) « Cognitive Engineering » in NORMAN Donald A. & DRAPER Stephen W. (dir.) *User Centered System Design*, Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates Pub.: 31-61

ROUET Jean-François (1999) « Interactivité et compatibilité cognitive dans les systèmes hypermédias » in *Revue des Sciences de l'Education*, 25(1): 87-104

ROUET Jean-François (1997) « Le lecteur face à l'hypertexte » in CRINON Jacques et GAUTELIER Christian (dir.) *Apprendre avec le multimédia, où en est-on?*, Paris: Retz (coll. Education active et société): 165-180

ROUET Jean-François (1995) « Navigation et orientation dans les hypertextes. Quelques aspects du fonctionnement cognitif de l'utilisateur » in BRUILLARD E., BARON G. L., de la PASSADIERE B. (dir.) *Hypermédias, Education et Formation*, Actes du séminaire: 11-25

ROUET Jean-François & TRICOT André (1998) « Chercher de l'information dans un hypertexte: vers un modèle des processus cognitifs » in TRICOT André & ROUET Jean-François (dir.) *Les hypermédias. Approches cognitives et ergonomiques*, Paris: Hermès: 57-74

RUMELHART David & NORMAN Donald (1988) « Chapter 8 : Representation in memory » in Atkinson Richard C., Herrnstein Richard J. et alii (dir.) *Steven's Handbook of experimental psychology. Vol.2: Learning and cognition (2nd ed.)*, New York: Wiley: 511-587

RUMELHART David et NORMAN Donald (1995) « Les schémas » in LE NY Jean-François & GINESTE Marie-Dominique (dir.) *La Psychologie - Textes Essentiels*, Paris: Larousse: 308-318

SPIRO Rand J., FELTOVICH Paul J., JACOBSON Michael L. & COULSON Richard L. (1991) « Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext. Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains » in *Educational Technology*, 31: 24-33

THÜRING Manfred, HANNEMANN Jörg et HAAKE Jörg M. (1995) « Hypermedia and cognition, designing for comprehension » in *Communications of the ACM*, 38(8): 57-66

TRICOT André (1997) « Que savons-nous sur l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia? » in *Hypermédias, Education et Formation*, Actes du séminaire: 10 p.

van DIJK Teun A. & KINTSCH Walter (1983) *Strategies of discourse comprehension*, New York: Academic Press: 418 p.