

Différences individuelles lors de la navigation dans les espaces virtuels : impact sur le design des systèmes

Individual Differences in the Navigation of Virtual Space: The Impact on Systems Design

Diferencias individuales durante la navegación en los espacios virtuales: impacto sobre el diseño de sistemas

Inge Alberts and Suzanne Bertrand-Gastaldy

Volume 49, Number 3, July–September 2003

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1030192ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1030192ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Association pour l'avancement des sciences et des techniques de la documentation (ASTED)

ISSN

0315-2340 (print)

2291-8949 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Alberts, I. & Bertrand-Gastaldy, S. (2003). Différences individuelles lors de la navigation dans les espaces virtuels : impact sur le design des systèmes. *Documentation et bibliothèques*, 49(3), 111–122.
<https://doi.org/10.7202/1030192ar>

Article abstract

The rapid development of systems, their increasing complexity, the propagation of new information technologies to all levels of society and their varied applications to daily life present an important challenge to the specialists who develop computer systems. They can no longer rely on the generic models (Dillon and Watson, 1996; Chen, 2000) and presume that standard training can answer the shortcomings of all user profiles (Ford, 2000; Ford and Chen 2000). This partially explains the spate of studies focusing on individual differences. In this article, we explore the impact of the evolution of hypertext on the concept of virtual space and the study of spatial orientation and "navigational" behaviours.

Using a review of the literature published since 1997 as a starting point, we present an analysis in three parts. The first part describes the relationship between individuals and new electronic environments and introduces the principal concepts. The second part identifies the methodological characteristics of past experiments and examines the factors likely to influence behaviours and the use of hypermedia. The third part of the analysis summarises the theory supporting the research and underscores the complexity of the issues.

Différences individuelles lors de la navigation dans les espaces virtuels : impact sur le design des systèmes

Inge Alberts et Suzanne Bertrand-Gastaldy

École de bibliothéconomie et des sciences de l'information

Université de Montréal

Inge.alberts@umontreal.ca

Suzanne.bertrand.gastaldy@umontreal.ca

L'évolution rapide des systèmes, leur complexité grandissante et la propagation des nouvelles technologies de l'information à tous les paliers de la société et dans diverses applications de la vie quotidienne posent un défi de taille aux spécialistes du design des systèmes informatiques. Ils ne peuvent plus compter sur des modèles génériques (Dillon et Watson 1996; Chen 2000) et assumer qu'une formation standardisée saura pallier les faiblesses de tous les profils d'utilisateurs (Ford 2000; Ford et Chen 2000). C'est ce qui explique, au moins en partie, la prolifération d'études portant sur les différences individuelles. Nous avons voulu explorer l'impact qu'a eu l'évolution de la notion d'hypertexte vers le concept d'espace virtuel sur l'étude de l'orientation spatiale et des comportements navigationnels.

À partir d'une revue de la littérature des principaux écrits parus depuis 1997, nous présentons une analyse en trois parties : la première tente de cerner les rapports entre les individus et les nouveaux environnements électroniques et présente les concepts principaux. La deuxième partie dégage les caractéristiques méthodologiques des expérimentations passées en revue et examine les facteurs susceptibles d'influencer les comportements et l'usage des hypermédias. La troisième partie de l'analyse dresse le bilan théorique de ces recherches et souligne la complexité des problèmes soulevés.

Individual Differences in the Navigation of Virtual Space : The Impact on Systems Design

The rapid development of systems, their increasing complexity, the propagation of new information technologies to all levels of society and their varied applications to daily life present an important challenge to the specialists who develop computer systems. They can no longer rely on the generic models (Dillon and Watson, 1996; Chen, 2000) and presume that standard training can answer the shortcomings of all user profiles (Ford, 2000; Ford and Chen 2000). This partially explains the spate of studies focusing on individual differences. In this article, we explore the impact of the evolution of hypertext on the concept of virtual space and the study of spatial orientation and "navigational" behaviours.

Using a review of the literature published since 1997 as a starting point, we present an analysis in three parts. The first part describes the relationship between individuals and new electronic environments and introduces the principal concepts. The second part identifies the methodological characteristics of past experiments and examines the factors likely to influence behaviours and the use of hypermedia. The third part of the analysis summarises the theory supporting the research and underscores the complexity of the issues.

Diferencias individuales durante la navegación en los espacios virtuales : impacto sobre el diseño de sistemas

La evolución rápida de los sistemas, su complejidad creciente y la propagación de nuevas tecnologías de información a todos niveles de la sociedad y en diversas aplicaciones de la vida cotidiana presenta un desafío considerable a los especialistas en diseños de sistemas informáticos, que no pueden contar más con modelos genéricos (Dillon y Watson, 1996; Chen, 2000) ni asumir que una capacitación estandarizada podrá paliar las debilidades de todos los perfiles de usuarios (Ford, 2000; Ford y Chen 2000). Esto explica, por lo menos en parte, la proliferación de estudios relativos a las diferencias individuales. Hemos querido explorar el impacto de la evolución de la noción de hipertexto hacia el concepto de espacio virtual sobre el estudio de la orientación espacial y los comportamientos "náuticos".

A partir de un examen de la literatura de los principales escritos publicados desde 1997, presentamos un análisis en tres partes : la primera trata de circunscribir las relaciones entre los individuos y los nuevos entornos electrónicos y presenta los conceptos principales. La segunda parte separa las características metodológicas de las experimentaciones pasadas y examina los factores susceptibles de influir en los comportamientos y el uso de hipermedios. La tercera parte del análisis establece el saldo teórico de estas investigaciones y subraya la complejidad de los problemas planteados.

Les individus dans l'espace virtuel

Hypertexte, espace informationnel et espace virtuel

L'hypertexte et l'hypermédia sont ca-

ractérisés par la non-linéarité, le pouvoir d'association, la flexibilité et l'efficience ; ils donnent lieu à des systèmes déployant diverses options de présentation et de consultation de l'information. Par le fait même, ils fournissent aux utilisateurs un « *espace informationnel* (Nielsen 1989; Allen 2000; Dillon 2000) ... ou *espace topologique* (Fastrez 1999; Benyon et Höök 2000) ... *constitué de nœuds et de liens* ...

ouvert favorisant l'exploration individuelle » (Nielsen 1989; Allen 2000).

Créé par la machine, l'espace informationnel, physique et objectif permet la création de l'*espace cognitif*, subjectif de l'utilisateur. En interagissant avec le système, l'utilisateur vit une expérience sans cesse renouvelée (Benyon et Höök 1997). C'est pourquoi, la définition des espaces infor-

mationnels hypertextuels ne devrait plus reposer sur leurs seules caractéristiques physiques (menus, boutons, icônes), mais refléter également les significations sémantiques de ces objets qui dépendent des processus de perception et d'interprétation des formes, donc des activités cognitives des utilisateurs. Ceux-ci se déplacent et acquièrent de l'expérience dans un espace (Benyon et Höök 1997; Benyon 2000; Chen 2000) dont ils font partie. Ainsi s'amuit la traditionnelle conception de l'interaction entre l'homme et la machine au profit d'une vision élargie.

Élargissant la conception des espaces informationnels aux *espaces virtuels*, Chen (2000, 529) souligne « *la multidimensionnalité et l'ubiquité des objets de ces espaces qui rassemblent des ressources géographiquement distribuées où se réalisent des activités sociales* ».

Organisation mentale des espaces : structure externe et carte cognitive

La structure des espaces virtuels est associée à un large spectre d'environnements. Au niveau de l'organisation générale des objets informationnels présentés, Benyon et Höök (1997) ont dressé une typologie reposant à la fois sur l'outil de diffusion et sur le mode d'organisation de l'information :

- *cyberespace* (domaine tridimensionnel, navigation spontanée et sans contrainte);
- *hyperspace* (présence de l'hyper-texte qui fournit une structure au sein de laquelle l'information est liée par des nœuds);
- *espace logiciel* (de type iconique : clic et avec menus : sélection); et,
- *espace des cédéroms* (plus structurés et élaborés en fonction d'utilisateurs spécifiques).

La métaphore spatiale ou les réseaux sémantiques ajoutent un niveau d'organisation supplémentaire (Chen et Czerwinski 1997; Chen 2000; Westerman et Cribbin 2000).

Au niveau intermédiaire, l'organisation des documents peut reposer :

- sur un système de classification (Vincente et Williges 1988);

- sur des calculs de proximité sémantique (Chen et Czerwinski 1997; Chen 2000; Westerman et Cribbin 2000); ou,
- sur la structure rhétorique de l'information (Fastrez 1999).

À un niveau inférieur, la structuration peut se trouver dans l'organisation hypertextuelle du contenu d'un seul document (McDonald et al. 1998) et même suivre des patrons définis comme dans le cas des genres littéraires (Dillon 2000).

À partir de ces différents niveaux de structuration externe et des indices qu'ils fournissent, l'individu ébauche une carte cognitive de l'espace, résultat d'un processus complexe de transformation et de mise en « *parallèle entre la structure du système et son modèle mental* » (Chen, Czerwinski et Macredie 2000, 502), schématisation qui dépend largement de facteurs culturels et individuels. Les éléments structurels des objets informationnels jouent le rôle de signes déclencheurs d'interprétations variant selon le système de représentation de chacun (Benyon 2000). L'humain a une tendance cognitive naturelle à structurer l'information en utilisant des indices spatiaux choisis subjectivement (Dillon 2000). La carte cognitive qu'il construit lui permet de naviguer sans subir les effets de la désorientation (Calvi 1997; Fastrez 1999; Chen 2002; Chen et Macredie 2002), grâce à l'appréhension d'une structure adéquate (Vincente et Williges 1988; Fastrez 1999; Chen et Ford 1997 et 2000; Dillon 2000; Westerman et Cribbin 2000).

Un design approprié de l'espace virtuel n'aurait pas pour but de remplacer les cartes mentales de chaque individu, mais viserait plutôt à le stimuler et à le guider de façon à ce qu'il développe sa propre carte cognitive plus facilement et plus intuitivement (Chen 2000, 531).

Navigation et habiletés cognitives individuelles

La navigation est présentée comme « *un processus où, sans cesse, les usagers déterminent leur situation en relation avec leur environnement et comment ils s'y prennent pour atteindre les objets et les endroits spécifiques dans cet espace* » (Chen 1997, 67-68). Ce processus, décrit par plusieurs théoriciens, a été baptisé

wayfindings par analogie avec les études sur les déplacements au sein des espaces physiques. Il se décompose en deux étapes : d'une part la compréhension et la classification d'un environnement par la modélisation de l'espace, d'autre part l'identification d'objets dans la structure cognitive de l'utilisateur. Plusieurs sortes d'habiletés sont sollicitées : l'orientation dans l'environnement, le choix de la trajectoire, le respect de cette trajectoire et la reconnaissance de la destination (Benyon et Höök 1997; Benyon 2000). À cela s'ajoute l'habileté de juger de la pertinence du point d'arrivée, sous forme d'un processus circulaire allant de l'évaluation de la pertinence à la signification, et de la signification au jugement de pertinence (Chen et Czerwinski 1997; Dillon 2000).

Le *wayfindings* regroupe trois types de connaissances cognitives développées automatiquement lors de l'activité de navigation : *connaissance du parcours* ou *savoir procédural*¹, *connaissance relative aux indices*², *connaissance de l'environnement*³ (Darken et al. 1998; Fastrez 1999). Ces connaissances sont regroupées dans la structure mentale de l'individu et constituent un savoir plus général, le *savoir spatial* ou *connaissance spatiale*⁴ dont l'acquisition est rendue possible par la conceptualisation mentale de l'espace dans sa globalité. On associe fréquemment ce type de savoir à la connaissance de la topologie de l'espace visité. Les objets, leur localisation et la distance qui les sépare sont sans cesse représentés et replacés au sein de cet espace mental. Tout au long du processus de navigation, l'individu, grâce à une habileté intuitive commune, se visualise et se repositionne constamment au sein de l'espace parcouru. Cette vision égocentrique lui sert de gouvernail pour naviguer tout en maintenant le cap sur sa destination (Darken et al. 1998). Sans ce lien cognitif constant, l'utilisateur ne peut développer la *connaissance de l'environnement* (Dead

1. *Procedural knowledge*. Le *savoir procédural* représente la séquence des actions suivies pour atteindre un objectif indéterminé (*naive search*) ou un objectif déterminé pour répondre à un besoin précis (*prime search*), ou encore lors d'une simple exploration (Darken et al. 1998).

2. *Landmark knowledge*.

3. *Survey knowledge*. Ce type de savoir est constitué des connaissances relatives aux indices spatiaux, une accumulation d'informations statiques sur le positionnement des objets dans l'espace visité (Benyon et Höök 1997; Fastrez 1999).

4. *Spatial knowledge*.

Reckoning). Le *savoir visuel*, quant à lui, est défini comme étant un processus d'acquisition de connaissances visuelles fondé sur le repérage d'indices issus de l'environnement de navigation (Chen 1998; Chen et al. 2000) et auxquels l'utilisateur fera ultérieurement référence.

Analyse de quelques expérimentations

Nous avons analysé et comparé les résultats de :

- trois méta-analyses d'études expérimentales couvrant la période située entre 1967 et 1993;
- deux études expérimentales *fondatrices* portant sur l'interaction homme-machine réalisées en 1988 et 1989;
- douze études expérimentales *contemporaines* couvrant la période de 1997 à 2000.

Tous les articles ont été analysés suivant l'angle des aspects cognitifs étudiés et de leur influence sur l'orientation spatiale et les comportements navigationnels.

Typologie des modes d'organisation des espaces virtuels ayant servi de cadre aux expérimentations

Le dépouillement de douze récentes études fait apparaître deux catégories d'espaces virtuels : les espaces hypertextuels simples et les espaces hypertextuels complexes (espace sémantique bidimensionnel ou tridimensionnel).

Les *structures hypertextuelles simples* se composent principalement de nœuds et de liens hiérarchiques et transversaux qui favorisent une navigation linéaire ou réticulaire. En général, l'usage de la souris et du clavier est préconisé, à l'exception du système proposé par Calvi qui ne permet pas l'usage de la souris. La structure peut être très simple comme celle de McDonald et Stevenson (1998) qui ont choisi d'organiser un seul document de manière non linéaire en 45 nœuds cliquables, ou bien d'inclure la présence d'outils d'aide à la navigation :

- carte générale offrant une vue d'ensemble du système, table des matières et index (Calvi 1997; McDonald

et Stevenson 1998; Chen et Ford 2000);

- indices topographiques (Calvi 1997);
- menus, boutons de sections et boutons de navigation interne (Chen et Ford 2000).

Les *espaces hypertextuels complexes* structurent non seulement des objets de l'espace, mais également les concepts qui les sous-tendent. L'ajout d'une structure sémantique à la structure des documents (Chen et Czerwinski 1997; Chen 2000; Chen et al. 2000; Westerman et Cribbins 2000) permet à l'utilisateur d'évaluer la pertinence sémantique des liens avant de les suivre (Dillon 2000). Un prototype expérimental d'espace élaboré automatiquement avec la méthode du *Latent Semantic Indexing* réunit des documents sous forme de réseaux — ou grappes d'objets (*clusters*) — dans lesquels la longueur des liens révèle la proximité sémantique du contenu (Chen et Czerwinski 1997).

L'espace est divisé en deux parties : l'espace virtuel sémantique à gauche et le résumé de l'objet sélectionné (en l'occurrence des articles portant sur une thématique scientifique) à droite. L'utilisateur se déplace avec la souris, il peut agrandir ou réduire à volonté son champ visuel. Quant aux études de Chen (2000) et de Wester-

man et Cribbins (2000), elles ajoutent une dimension supplémentaire : l'utilisateur est confronté à un environnement qui se rapproche davantage de l'environnement physique, puisque les structures virtuelles sont tridimensionnelles.

Les études sur les comportements des utilisateurs ont permis de mettre en lumière des modèles navigationnels révélateurs : les utilisateurs ont été plus facilement désorientés lorsque les liens entre les objets de l'espace leur paraissaient flous et lorsque la dimensionnalité était plus élevée.

Caractéristiques principales des sujets et des tâches étudiés

Plusieurs critiques ont été apportées concernant les modes d'évaluation et les méthodes d'analyse des différences individuelles dans l'espace virtuel. Il nous est apparu important de comparer ces méthodes employées afin d'être en mesure d'en déterminer les limites et les forces. Voici une comparaison schématique présentant les caractéristiques principales des sujets étudiés et des tâches-test envisagées (voir tableau 1).

Tableau 1 : Les sujets

Nombre de sujets

Dans les trois méta-analyses : variation allant de 2 à 500 sujets.

Dans les douze études contemporaines :

Nbre de sujets	Nbre d'études	Auteurs
10 à 20	4	Chen et Czerwinski 1997 ; Chen 2000, études #1 et #2 ; Chen et Ford 1998
21 à 30	1	Calvi 1997
31 à 40	2	Vincente et Williges 1988 ; McDonald et Stevenson 1998
41 à 50	2	Palmquist et Kim 2000 ; Kim 2000
51 à 70	2	Borgman 1989 ; Chen et Ford 2000
Plus de 100	1	Westerman et Cribbins 2000

Âge

50 % des études mentionnent l'âge des sujets : échelle de 17 à 40 ans.

Domaine

5 études sur 12 ne font pas mention de l'occupation des sujets.

6 études sur 12 s'intéressent au comportement d'étudiants universitaires.

1 étude sur 12 porte sur des étudiants de niveau universitaire et des employés d'établissements universitaires.

Emprunts méthodologiques à la psychologie différentielle

« Pour exécuter une tâche donnée, les sujets mettent-ils en œuvre la même stratégie cognitive, avec plus ou moins d'efficacité, ou, au contraire, choisissent-ils une stratégie donnée dans un répertoire de stratégies possibles, plus ou moins évocables selon les sujets, les situations ou les interactions sujets-situations? Cette question a servi de fil conducteur à un ensemble de travaux effectués ces dernières années, travaux qui ont eu pour objet, notamment, la mise au point d'une nouvelle approche. Cette approche considère, en premier lieu, les performances de chaque sujet pris individuellement en essayant d'identifier le plus précisément possible et de la manière la plus valide, sa ou ses stratégies. Ce n'est qu'après avoir procédé à cette identification des stratégies individuelles que l'on regroupe les sujets en sous-ensembles homogènes. Cette homogénéité rend légitime le calcul des moyennes de performances ainsi que l'élaboration d'un modèle moyen pour chacun de ces sous-ensembles. » (Marquer, J., 2000).⁵

Cette citation à propos de la psychologie différentielle reflète bien la problématique fondamentale et les étapes suivies par les chercheurs dans l'étude des différences individuelles et de la navigation hypertextuelle. Ils ont tout d'abord tenté d'identifier des critères de définition de la pertinence et de l'utilisabilité de l'espace virtuel sous forme de facteurs de performance dans la réalisation de tâches données. Puis ils se sont attardés à l'identification des stratégies de navigation individuelles. Mais la difficulté survient lorsqu'il s'agit de regrouper les sujets en groupes homogènes.

Au nombre des tentatives de modélisation des utilisateurs, nous pouvons mentionner les travaux sur :

- les *sérialistes* et les *holistes*, modèles d'utilisateurs empruntés à la psychologie différentielle de Pask (1976; 1979; 1988) et de Pask et Scott (1972; 1972) (cités par Ford 2000, 543);
- les styles d'apprentissage: *Field Dependant* et *Field Independent* (théorie de Messick 1976);
- le *modèle spatial-sémantique de la perception de la forme information-*

Tableau 2: Les tâches-test

Type de tâches	Auteurs
Objectif de la navigation	
Navigation arbitraire (Question ouverte ou exploration d'un programme spécifique)	Calvi 1997; Chen et Ford 1998; Chen et Ford 2000; Palmquist et Kim 2000; Kim 2000
Recherche d'articles sur un sujet pointu (Question factuelle)	Calvi 1997; Chen et Czerwinski 1997; McDonald et Stevenson 1998; Chen 2000, études #1 et #2; Palmquist et Kim 2000; Kim 2000
Localisation d'un objet précis dans un espace sémantique	Westerman et Cribbins 2000
Tâche combinée avec l'objectif de la navigation	
Verbalisation sur les clusters de l'espace (les nommer)	Chen et Czerwinski 1997
Verbalisation de la stratégie adoptée	Calvi 1997
Post-test	
Questionnaire choix multiples sur la connaissance du sujet d'apprentissage	Chen et Ford 2000
Mise en application des apprentissages acquis	Chen et Ford 2000
Dessin de la structure sémantique préalablement explorée	Chen 2000

*nelle*⁶ élaboré par Dillon (2000, 525-526) qui essaie de découvrir les régularités sémantiques de l'information et de s'en servir comme cadre interprétatif pour les utilisateurs;

- la grille de McKnight (2000), une méthodologie pour extérioriser la perception qu'ont les individus d'un espace informationnel;
- le *modèle cognitif pour l'apprentissage non linéaire dans les programmes hypermédias*⁷ de Chen (2002);
- le *modèle cognitif de l'acquisition des connaissances lors du processus de navigation*⁸ (Gordon et al. 2001).

Les méthodes d'observation⁹ empruntées à la psychologie différentielle apparaissent clairement dans les travaux :

- l'observation provoquée sous forme de questionnaires de satisfaction;
- l'observation du comportement et l'observation provoquée en contexte d'utilisation, objectif poursuivi par tous les articles expérimentaux;
- les tests psychologiques: *Witkin's Group Embedded Figure test* (GEFT), *Riding's Cognitive Styles Analysis* (CSA), la série de tests d'habileté dans la visualisation spatiale, la vitesse de perception, le balayage de

l'espace développée par Eckstrom, French et Harman (1976), le test d'habileté verbale, *Nelson-Denny Reading Test* (1973).

À ces emprunts méthodologiques à la psychologie s'ajoute une série de tests sous forme de tâches-type évaluées en fonction de facteurs de performances extrêmement variés.

Tâches-test

Dans toutes les expérimentations, la tâche principale consistait à rechercher de l'information en fonction de questions ouvertes et/ou fermées, ou de se familiariser avec un système d'apprentissage en ligne. Aucune étude ne s'est attardée à des tâches plus spécifiques (par exemple, la lecture de courrier électronique, le clavardage, etc.) ou à des tâches très ouvertes comme l'exploration aléatoire d'un espace, sans but précis.

5. Procédures individuelles et modèles moyens en psychologie cognitive : apports de la psychologie différentielle à la psychologie générale. Document présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris V. URL : <http://www.psych.univ-paris5.fr/pages/dircogda.htm> page visitée le 10/04/03.

6. Traduction libre.

7. Traduction libre.

8. Traduction libre.

9. Guillaume, P. *La psychologie différentielle*. URL : <http://www.votre-psy.com/Mental/pages/059.htm> page visitée le 10/04/03.

Tableau 3 : Les critères de performance et de pertinence

	Egans 1988	Vincente et Williges 1988	Chen et Rada 1996	Calvi 1997	Chen et Czerwinski 1997	McDonald et al. 1998	Chen et Ford 1998	Chen, 2000 #1	Chen 2000 #2	Chen et Ford 2000	Palmquist et al. 2000	Westerman et al. 2000	Kim 2001
Duplication des nœuds visités			✓				✓						
Nbre erreurs / échecs	✓											✓	
Nbre réponses total	✓				✓	✓							
Nbre d'accès aux aides / outils						✓				✓			✓
Nbre de mouvements			✓				✓						
Nbre de nœuds / pages / objets visités / concepts repérés			✓			✓	✓			✓		✓	✓
Précision / exacti- tude / pertinence (suivant différents calculs)			✓		✓			✓	✓				
Temps d'accomplis- sement d'une tâche (de recherche ou de repérage)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

Critères de définition de la pertinence et de l'utilisabilité des espaces virtuels

Le but visé par l'étude des différences individuelles est de définir des espaces virtuels favorisant une navigation adéquate et évitant le problème de désorientation et de surcharge cognitive. Ce mandat relève également du domaine de l'ergonomie des interfaces qui s'attarde à la fois aux critères d'utilité¹⁰ et d'utilisabilité¹¹ des systèmes. Pour détecter comment ces systèmes répondraient adéquatement à ces critères, il est essentiel de définir les facteurs de performance attendus. Or, ces facteurs n'apparaissent pas clairement dans les études et les écrits théoriques. Ce qui est évident, c'est la diversité des modes d'évaluation de la performance : après le dépouillement des études expérimentales, nous avons relevé plus de cinquante modes d'évaluation des performances du comportement de navigation des utilisateurs (voir un résumé au tableau 3).

Sur les cinquante modes d'évaluation des performances du comportement de

navigation des utilisateurs, huit ont été retenus. Nous avons ajouté un critère au tableau à chaque fois que deux études en mentionnaient l'utilisation, c'est ce qui explique l'absence de certaines études. Nous avons également regroupé certains critères qui nous apparaissaient similaires.

Trois critères nous semblent suffisamment redondants et pourraient éventuellement constituer la base d'une grille méthodologique pour l'étude de la navigation dans les espaces virtuels (bien qu'à chaque système défini soient reliées des tâches de navigation spécifiques) :

- temps pour réaliser une tâche-test : 12 / 15 études : 80 % ;
- nombre de nœuds, de pages, d'objets visités ou de concepts repérés : 6 / 15 études : 40 % ;
- précision / exactitude ou pertinence des réponses données suivant divers calculs. Soulignons l'absence de l'utilisation des traditionnels taux de rappel et de pertinence : 4 / 15 études : près de 30 %.

Habiletés cognitives et différences individuelles dans l'espace virtuel

Parcourir sans faille les espaces hypertextuels exige des habiletés cognitives dont les niveaux semblent varier en fonction des différences individuelles. De nombreuses hypothèses ont été émises afin de fournir une explication plausible aux problèmes de désorientation et de surcharge cognitive induits par le processus de navigation, causes principales des échecs liés à la navigation dans un espace

10. Défini en terme de capacité du logiciel à permettre aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs fondamentaux, de réaliser leurs tâches (rédiger un texte, conduire un processus de contrôle du trafic, piloter une centrale, etc.). Les choix correspondant à cette adéquation concernent les caractéristiques techniques et fonctionnelles des applications. *Méthode pour l'ergonomie des logiciels*, INRIA, <http://www.inria.fr/rapportsactivite/RA98/merlin/fonde.html> visitée le 20/04/03.

11. Capacité du logiciel à permettre aux utilisateurs d'atteindre facilement leurs objectifs d'interaction (i.e., accéder à une option particulière, passer à un autre état du système, etc.). Les choix correspondant à cette adéquation concernent les caractéristiques des interfaces de communication. *Méthode pour l'ergonomie des logiciels*, INRIA, <http://www.inria.fr/rapportsactivite/RA98/merlin/fonde.html> visitée le 20/04/03.

Tableau 4 : Impacts des habiletés cognitives sur la navigation

Habileté spatiale	
■ Amélioration de la navigation dans les structures	Vicente et Williges 1988 Benyon et Höök 1997 Darken, Allard, et Achille 1998
■ Aide à la visualisation de l'organisation de l'information	Dillon 2000 Chen et Czerwinski, 1997
■ Complétion accélérée des tâches	Benyon et Höök 1997
■ Stimulation de la mémoire spatiale ; l'utilisateur se souvient de la structure <i>a posteriori</i>	Chen et Czerwinski 1997
■ Appuie l'utilisateur lorsque le contenu sémantique de l'espace est faible : détecte les liens sémantiques entre les objets de l'espace	Westerman et Cribbin 2000
■ Influence positive sur le processus d'interaction avec l'hypertexte: performances et satisfactions plus élevées	Chen et Rada 1996
■ Complétion d'un plus grand nombre de tâches	Chen, C. 1998
■ Aide pour l'élaboration d'un modèle mental de la structure	Calvi 1997 Westerman et Cribbin 2000
■ Navigation améliorée dans les structures abstraites	Chen, Czerwinski, Macredie 2000
■ Meilleures performances dans les interfaces graphiques	Borgman 1989
Mémoire associative	
■ Stratégies navigationnelles impliquant la répétition de mouvements et l'usage de procédés mnémotechniques améliorés	Dillon 2000 Chen 2000
■ Élaboration de modèles mentaux efficaces en contexte informationnel sémantique. Si les objets sont structurés sans patron sémantique, la navigation est entravée	Westerman et Cribbin 2000
Mémoire spatiale	
■ Appréhension et compréhension de la structuration de l'espace.	Chen, Czerwinski, Macredie 2000
■ Amélioration de la performance au cours de l'interaction : complétion accélérée des tâches	Chen, Czerwinski, Macredie 2000
Mémoire visuelle	
■ Mémorisation de la structure et localisation des objets dans l'espace	Dillon 2000
Sens de la forme	
■ Double interprétation des qualités spatiales et sémantiques des objets. Interaction multimédia facilitée, les objets deviennent information. Rejoint le concept de construction personnelle de l'espace informationnel de McNight (2000)	Dillon 2000

informationnel complexe (Chen 1998, p.267). La raison de ces échecs est difficile à établir avec certitude, car elle est largement attribuable aux habiletés issues de la psychologie propre à chaque individu. Les chercheurs prennent en compte une foule de caractéristiques individuelles (nous en avons dénombré vingt-trois dans quinze études expérimentales), dont les plus fréquentes sont :

- les styles cognitifs ;
- l'expérience technologique ;
- la connaissance du domaine de référence (cf. l'annexe).

Styles cognitifs

Witkin et Goodenough (1981 ; cités par Ford et Chen 2002, 283) définissent les styles cognitifs comme des « *préférences stylistiques constamment démontrées par les individus dans leur manière d'organiser l'information, réagir aux stimuli et construire la signification nécessaire à l'interprétation des expériences vécues* ». Difficiles à isoler, souvent indissociables et inextricablement liées en un réseau d'associations complexes, ces habiletés ont été regroupées en des appellations diverses dans le cadre de la navigation hy-

pertextuelle : habileté spatiale, mémoire associative, mémoire spatiale, mémoire visuelle, mémoire à court terme, sens de la forme. Elles ont fait l'objet de nombreuses études empiriques. Le tableau 4 résume leurs impacts sur les performances de navigation.

Habiletés spatiales et visuelles ; mémoires visuelles et associatives

Analysée depuis l'existence de systèmes qui présentaient une structure hiérarchique au sein de laquelle l'utilisateur pou-

vait naviguer en mode commande (Vincente et Williges 1988), *l'habileté spatiale* s'entend comme « *l'habileté à manipuler ou à transformer l'image d'un patron spatial en d'autres arrangements* » (Eckstrom cité par Chen 2000, 530). La moitié des expérimentations passées en revue considère cette habileté spatiale comme un facteur cognitif déterminant pour la navigation. Indépendamment du type d'espace étudié, l'habileté spatiale semble faciliter la représentation et la mémorisation de la couche conceptuelle (organisation sémantique d'un domaine de connaissance) et de la couche structurelle (organisation physique des objets d'un domaine de connaissance). Chen (1997) a comparé la mémoire spatiale des usagers en leur faisant réaliser des croquis de la structure informationnelle explorée préalablement. La différence majeure réside au niveau des détails exprimés : plus les habiletés spatiales de l'utilisateur sont élevées, plus le niveau de précision du croquis est accentué. Les usagers avec de plus faibles capacités spatiales sont hésitants à explorer une grande quantité de catégories (Vincente et Williges 1988) et de niveaux de profondeur hiérarchique (Calvi 1997), ou bien ont de la difficulté à déterminer les liens sémantiques entre les documents (Chen 2000, études #1 ; Westerman et Cribbins 2000). Globalement, ils sont plus aisément désorientés et accomplissent un plus petit nombre de tâches. Ils retournent davantage à la table des matières que ceux qui possèdent des capacités plus développées. Confrontés à des structures abstraites ou inexistantes, les usagers ont été plus facilement désorientés, ce qui semble être largement attribuable au fait qu'ils n'ont pu, à proprement parler, élaborer la carte mentale de l'espace à l'aide de leur *connaissance spatiale* (Vincente et Williges, 1988 ; Calvi, 1997 ; Chen, 1998 ; Chen et al. 2000 ; Westerman et Cribbin 2000).

La *mémoire associative* « *fait référence à l'habileté d'associer deux parties d'un objet donné, les deux pièces étant préalablement présentées ensemble mais n'ayant véritablement aucun rapport logique entre elles* » (principe de Carroll cité par Chen 2000, 531). Ce qui implique le stockage et le repérage de l'information dans une mémoire intermédiaire¹². Les différences individuelles dans ces conditions dépendent des stratégies utilisées comme la répétition ou l'usage de

facteurs mnémotechniques (Chen 2000 ; Dillon 2000). Une bonne mémoire associative devrait permettre à l'utilisateur de se construire une carte mentale de l'environnement virtuel plus rapidement à partir des indices textuels et graphiques de l'environnement (Westerman et Cribbin 2000). C'est grâce à la représentation mentale de l'espace et à l'élaboration d'une carte cognitive que l'utilisateur pourra naviguer sans subir les effets de la désorientation (Chen et Czerwinski 1997 ; Chen 2000).

Quant à la *mémoire visuelle* et à l'habileté visuelle, elles impliqueraient des processus cognitifs sollicités par les stimuli visuels (Chen et Czerwinski 1997 ; Chen et Ford 2000). Chen (2000) émet l'hypothèse qu'une bonne mémoire visuelle devrait permettre aux usagers de mémoriser et localiser plus efficacement les structures.

L'analyse approfondie des résultats issus des expériences sur des individus en contexte de navigation a démontré des effets, somme toute, minimaux de la mémoire visuelle (Chen et Czerwinski 1997), de la mémoire associative (Chen 2000 ; Westerman et Cribbins 2000) et des habiletés visuelles (Nielsen 1989 ; Chen et Czerwinski 1997). Chen et Rada (1996), contrairement à Vincente et Williges (1998), affirment, en guise de conclusion, que l'habileté spatiale ne serait qu'un facteur moyen. Cette assertion est appuyée par Dillon (2000) qui dénonce les limites dans le pouvoir explicatif de ces différences individuelles, difficiles à évaluer. Un facteur primordial à considérer serait le processus incrémentiel induit par la navigation, par conséquent les facteurs cognitifs déterminants au niveau de l'apprentissage (Ford 2000 ; Ford et Chen 2000 ; Palmquist et Kim 2000 ; Kim 2001).

D'autres habiletés, comme le balayage perceptuel de l'espace (Benyon et Höök 1997), la vitesse de perception (Allen 2000 ; Chen et al. 2000), les styles d'apprentissage (Ford 2000 ; Ford et Chen 2000 ; Palmquist et Kim 2000 ; Kim 2001) et l'expérience technologique (Nielsen 1989 ; Chen et Ford 1998 ; Chen 2000, étude #2 ; Chen et Ford 2000 ; Kim, 2001), ont également été mises de l'avant pour expliquer les problèmes de désorientation et de surcharge cognitive.

Styles d'apprentissage

Avec la complexification des interfaces et des tâches, l'utilisateur a davantage tendance à être considéré comme accomplissant une performance *en temps réel* au sein d'un espace. De ce point de vue, l'acquisition d'information en contexte virtuel solliciterait davantage les styles d'apprentissage des usagers (Chen et Ford 2000 ; Kim 2001).

Les styles d'apprentissage ont été étudiés en contexte d'utilisation générale de l'Internet (Palmquist et Kim 2000 ; Kim 2001), de l'hypertexte (McDonald et Stevenson 1998) et en contexte d'utilisation d'outils de formation en ligne (Chen et Ford 1998 ; Chen et Ford 2000). La typologie des profils d'apprentissage préconisée par Messick en 1976 est citée dans tous les cas. Les sujets sont analysés et divisés en deux sous-groupes, les *Field Independants* et les *Field Dependents*. Ces deux styles cognitifs influencent largement le processus de recherche (*seeking*) et d'assimilation de l'information. De manière générale, la catégorie des *Field Independants* serait plus performante.

Personnalité et caractéristiques individuelles

L'une des pionnières dans l'étude des différences individuelles en sciences de l'information, Borgman, a découvert une importante corrélation entre la discipline académique choisie et les performances au repérage : les étudiants issus des sciences sociales, humaines et pures ont différents styles d'*information seeking* et priorisent, de manière caractérisée, l'usage de sources particulières.

De manière générale, l'âge semble influencer les résultats de navigation, et ce, pour trois raisons. Les personnes âgées ont plus de difficultés à générer des énoncés de recherche complexes (Borgman 1989), l'âge est fréquemment corrélé à la connaissance du domaine de référence (Chen et Ford 2000) et les

12. En psychologie, le stockage est défini comme la *deuxième phase du processus de mémorisation qui consiste à placer une information en mémoire pendant une certaine période de temps*. Le premier processus est le codage, qui consiste à transformer un stimulus sensoriel en une représentation pouvant être placée en mémoire. (Glossaire de psychologie, <http://www.ustboniface.mb.ca/cusb/psychology/psy120/glossair.html> visité le 27/04/03).

Dans l'ensemble, les usagers détenant une connaissance préalable du domaine relié à la tâche à accomplir ont des performances supérieures

personnes plus âgées ont fréquemment des *a priori* notables sur les nouvelles technologies (Egans 1988; Nielsen 1989).

Finalement, il y aurait une corrélation entre la stratégie navigationnelle et le sexe de l'individu. De manière générale, les hommes seraient plus performants et moins fréquemment désorientés que les femmes (Chen et Ford 1998; Chen et Ford 2000).

Expérience technologique

L'impact de l'expérience technologique sur la navigation a été étudié dans plus de la moitié des expériences. Notons que l'opposition antérieure entre l'aptitude à utiliser un ordinateur, l'*aptitude technique* (par opposition au support papier) et l'aptitude à utiliser l'hypertexte, l'*aptitude technologique* (Nielsen 1989) n'a plus de raison d'être avec l'intégration massive des technologies dans nos foyers. Les auteurs subséquents parlent plutôt de l'expérience technologique et certains établissent des distinctions en fonction des outils utilisés: expérience de la *navigation hypertextuelle* (Chen et Ford 1998, 2000), expérience de l'*Internet* (Kim 2001), expérience de recherche dans les *bases de données* (Palmquist et Kim 2000), expérience dans les *environnements sémantiques* (Chen 2000, étude #2), expérience dans les *environnements sémantiques multidimensionnels* (Westerman et Cribbins 2000). De manière générale, l'expérience technologique détenue par l'utilisateur peut réduire les limites imposées par les styles cognitifs individuels.

Connaissance du domaine de référence

Les connaissances relatives au domaine sur lequel porte la tâche influence les stratégies de navigation. Les experts d'un domaine sont intéressés par des

sujets plus spécifiques (navigation plus profonde dans les niveaux hiérarchiques) et lisent davantage l'information (temps de navigation élevé) alors que les novices changent fréquemment de sujets (plus de nœuds visités) et naviguent davantage (plus grande surface de l'espace parcouru). C'est ce qui résulte de notre analyse des trois études portant sur la question (Egans 1988; McDonald et Stevenson 1997; Chen et Ford 1998)

Principales corrélations

Parmi la multiplicité des différences individuelles évoquées dans les recherches, il est possible de déceler la répétitivité de certains résultats, ce qui laisse présager que la mise en pratique d'une approche différentielle pour l'étude de la navigation hypertextuelle n'est pas un vain défi.

Outre les effets de l'habileté spatiale sur les performances de navigation et sur la mémorisation des structures notés plus haut, on peut remarquer les effets d'atténuation d'autres facteurs.

Il est possible, par exemple, que les sujets avec une faible habileté spatiale puissent développer des stratégies de recherche compensatoires s'ils réussissent à comprendre, à plus ou moins long terme, l'organisation de la structure informationnelle (Chen 1997). L'expérience technologique serait également un important facteur d'atténuation des impacts d'une faible habileté spatiale sur la navigation (Benyon et Höök 1997). Du point de vue comportemental, il y a eu des corrélations significatives entre l'expérience préalable d'Internet et le nombre de pages visitées (Chen et Ford 2000; Kim 2001), le nombre de déplacements dans les pages (Chen et Ford 1998), le temps de réalisation des tâches (Chen et Ford 1998; Chen 2000; Palmquist et Kim 2000; Kim, 2001) et l'utilisation de fonctions de navigation: les sujets avec une expérience préalable d'In-

ternet utilisent davantage les boutons de navigations du navigateur et délaissent les fonctions de navigation offertes par le système (Chen et Ford 1998). Cependant, il ne semble pas que la totalité des limites causées par la faible habileté spatiale puisse être surmontée grâce à l'expérience du système (Westerman et Cribbin 2000).

Les auteurs s'entendent pour affirmer que l'ajout de points de repère, de parcours balisés et d'indices saillants améliorent la qualité de l'orientation et du repérage. La présence ou l'absence d'indices semble avoir une influence supérieure à celle des différences individuelles sur la désorientation.

De bonnes connaissances du domaine de référence entraînent une utilisation accrue des outils de navigation (liens référentiels, boutons de sous-sections, retour en arrière), ce qui laisse présager l'influence de besoins sous-jacents. Il semble que les usagers aient des besoins informationnels plus pointus, car ils sélectionnent davantage de pages, naviguent dans une quantité plus importante de catégories et atteignent des niveaux de spécificité plus élevés (Chen et Ford 1998). Dans l'ensemble, les usagers détenant une connaissance préalable du domaine relié à la tâche à accomplir ont des performances supérieures: avec un temps de réalisation des tâches plus court, ils obtiennent des résultats supérieurs. Un fait intéressant cependant: l'usage des cartes offrant une vue globale sur la thématique couverte par le système élimine le clivage entre connaisseurs du domaine et non-experts.

Il est également possible de dégager d'importants patrons comportementaux à partir des études portant sur les styles d'apprentissage qui visent la comparaison des *fields indépendants* aux *fields dépendants* (typologie de Messick) et les sérialistes aux holistes (typologie de Pask). Certaines études mettent en parallèle ces deux catégories de styles d'apprentissage (Chen et Ford 1998; Chen et Ford 2000). À partir d'une définition générale de ces modèles cognitifs¹³, nous pouvons dresser un portrait général relatif aux modes d'apprentissage: les *fields indépendants* seraient plus analytiques que les

13. Inspirée par les études de Chen et Ford (1998, 2000), Palmquist et Kim (2000) et Kim (2001).

fields dependants. Ils excellent dans les situations qui leur demandent d'appliquer une structure à l'information qu'ils sont en train d'assimiler, car ils opèrent de manière procédurale en fonction d'un cadre de référence interne. On a eu tendance à rapprocher ce groupe d'individus avec les sérialistes définis par Pask (Chen et Ford 1998). Car ces derniers auraient tendance à se concentrer sur une action à la fois au profit d'un apprentissage procédural. Ainsi, le modèle conceptuel de l'information acquise n'émerge que tardivement. La reproduction ultérieure de ce modèle ressemblera à s'y méprendre au modèle présenté par le système.

C'est sur ce point que les *fields independants* diffèrent des sérialistes. Ce sont les *fields dependants* qui auraient également cette tendance à préserver l'ordre original et la structure de l'information stockée peu à peu dans leur mémoire. Ce groupe d'individus traite l'information de manière globale. Ils excellent davantage dans les situations où les structures et l'analyse de ces structures sont explicites, car ils opèrent suivant un cadre de référence externe. En ce sens, ils rejoignent les holistes qui apprennent suivant une vision globale de l'information, concentrant leur attention sur divers aspects du sujet enseigné. Les holistes se basent sur une carte conceptuelle élaborée préalablement dans laquelle ils ajouteront les détails au fil du processus. Tel que démontré par Chen et Ford (1998, 2000), Palmquist et Kim (2000) et Kim (2001) ces patrons d'apprentissage sont appliqués lors de la navigation hypertextuelle. En effet, les sérialistes auraient tendance à se concentrer sur les détails et à naviguer dans les niveaux hiérarchiques leur permettant davantage de précision. Ils portent une attention séquentielle au sujet. De ce fait, ils utilisent davantage les index (plus spécifiques que les cartes). Les holistes, quant à eux, font davantage usage des cartes, s'attardent au résumé de chaque sous-section, et passent davantage de temps dans les niveaux supérieurs de la hiérarchie. Les *field dependants* accèdent à moins de pages que les *fields independants* tout en demeurant dans les niveaux généraux. Dans un test de satisfaction générale, les *fields dependants* ont avoué avoir rencontré des problèmes de désorientation (Chen et Ford 1998). L'expérience technologique réduirait ces problèmes d'orientation et le temps de re-

pérage des *fields dependants*. Et, même si l'expérience avec le système semble avoir un impact important sur les performances de ce groupe d'utilisateurs, il en est tout autrement pour les *fields independants*. La différence au niveau des performances entre les *fields independants* novices et les *fields independants* expérimentés n'était pas significative.

Typologie des modèles de navigation et de systèmes

Malgré la diversité des systèmes et des tâches, il semble que quelques modèles de navigation hypertextuelle aient émergé. Nous en citons trois, à titre d'exemples : *Schematic Framework for navigation* (Spence 1999 cité par Benyon 2000, 427) ; *Landmark-Route-Survey Model of spatial Knowledge* de Siegel et White (1975) cité par Darken et al. (1998)

nomie des tâches-test. Dillon et Watson (1996, 619) ont également observé les maigres progrès réalisés depuis les dix dernières années au niveau de l'observation de l'interaction entre l'homme et la machine. S'il existe bien des différences individuelles entre usagers expérimentés et usagers inexpérimentés, il demeure encore difficile de prédire comment ces usagers réagiront en face de certains éléments de design et en fonction de structures informationnelles variées. Malgré l'importance des emprunts méthodologiques à la psychologie différentielle, l'application des modèles cognitifs généraux aux usagers des systèmes est limitée. L'évolution rapide des technologies semble en freiner la reproductibilité.

Comme l'expérience et la connaissance du domaine semblent être d'importants facteurs de réduction des différences entre les individus, il serait possible

Le dépouillement des études a permis de relever des relations significatives, mais aussi des contradictions, entre les principales variables relatives aux différences individuelles.

et Chen et al. (2000). Le modèle que propose Allen (2000) est basé sur les notions de capitalisation et de compensation (Messick 1976) pour le design de systèmes pouvant être optimaux pour tous les types d'utilisateurs confrontés à des tâches représentant divers niveaux de difficulté.

Synthèse

Le dépouillement des études a permis de relever des relations significatives, mais aussi des contradictions, entre les principales variables relatives aux différences individuelles. Nos constatations font écho à celles de Chen et Rada (1996) qui, après avoir comparé et synthétisé vingt-trois études expérimentales sur l'hypertexte, ont dégagé cinquante-six paires de corrélation entre les usagers, les tâches et les outils. Ils ont dénoncé le manque d'interopérabilité de ces études dû au faible potentiel d'application des rares modèles existants et à l'absence de taxo-

d'atténuer de façon significative les faiblesses de chacun d'abord par une formation adéquate, ensuite par un design approprié : l'adaptabilité des systèmes, la structuration visuelle, la structuration sémantique et l'usage de la métaphore spatiale sont fréquemment évoqués par les auteurs. L'hypertexte pourrait offrir un accès non séquentiel et personnalisé à l'information ; des systèmes pourraient être conçus pour guider les individus en temps réel et leur proposer divers parcours en fonction de leurs choix précédents, cacher des liens jugés non pertinents en fonction du but de la navigation ou tout simplement déployer une série d'annotations qui expliqueraient le contenu des nœuds révélés par un lien hypertextuel (Chen 1998). Puisque les cartes graphiques ont un effet positif sur l'habileté spatiale, il est important de s'attarder à la structuration et à la visualisation des connaissances. De même, les indices spatiaux (couleurs, types de caractères et éléments visuels contrastés) ainsi que les

La littérature sur les différences individuelles pourrait fournir des pistes pour l'élaboration de méthodes inductives où les modèles serviraient à diriger les expériences menées sur le terrain.

éléments structurants visuels comme les liens explicites entre les grappes d'un réseau sémantique semblent faciliter l'élaboration de la carte mentale de l'utilisateur. La structuration sémantique a un impact significatif sur la manière dont l'individu se représente et conceptualise la structure d'un domaine. Et comme le contexte joue un rôle important dans la compréhension du signe, l'usage d'une métaphore spatiale dont les indices seraient associés à des modèles physiques sous-jacents pourrait faciliter l'interprétation des signes par les individus dans les espaces informationnels. En effet, il semble que l'être humain ait un penchant naturel à établir au sein de son esprit un lien métaphorique entre l'espace virtuel et l'espace du monde réel. Cette référence constante à l'environnement physique serait la tendance suivie par la plupart des usagers, « *la spatialisation de nos expériences par voie de projection métaphorique fait partie de nos opérations cognitives les plus fondamentales* » (Fastrez 1999, 107). Cependant, cette conception ne fait pas l'unanimité.

Certains auteurs dénoncent le faible potentiel de généralisation de ces études ; il semble que ces dernières soient extrêmement liées au contexte de réalisation de la tâche (Chen et Rada 1996 ; Dillon 2000). Devant la multitude des tâches à accomplir, on ne peut affirmer haut et fort que toutes ces variables ont réellement une influence significative sur les performances au repérage. On a émis l'hypothèse que le contexte de la tâche et l'expérience technologique antécédente seraient encore plus déterminants (Chen et Rada 1996 ; Dillon 2000). Également, peu d'études se penchent sur l'interaction entre caractéristiques individuelles (âge, personnalité, expérience technologique) et styles cognitifs, ce qui aurait comme conséquence, selon certains, une possible distorsion dans les résultats et leurs interprétations (Chen et Ford 1998).

L'interaction avec l'hypertexte est un processus dynamique fort complexe. Le processus peut être analysé d'un point de vue behavioriste, cognitif et social. Toutes les études évaluent les hypertextes en fonction de l'efficacité et de l'efficacité relatives à la complétion d'une tâche donnée, en délaissant l'étude de la dynamique de l'interaction. Or, l'utilisateur évolue au sein du système qu'il s'approprie. Peu d'études ont une approche orientée vers ce processus et il n'y a pas de modèle reposant sur les fonctions incrémentales et interprétatives de l'interaction (Chen et Rada 1996). C'est à partir de l'expérience et de l'analyse d'une situation en contexte que cette science ébauche des modèles qui sont, malheureusement, difficilement réutilisables. Or, la littérature sur les différences individuelles pourrait fournir des pistes pour l'élaboration de méthodes inductives où les modèles serviraient à diriger les expériences menées sur le terrain.

Accommoder les différences individuelles aux structures émergentes constituera un défi de taille à mesure que les espaces se complexifieront. On prévoit l'apparition de technologies sophistiquées induites par le potentiel de multidimensionalité des espaces, les nouveaux paysages informationnels (*information landscapes*), les espaces virtuels collaboratifs et l'informatique reposant sur l'ubiquité — *ubiquitous computing* — (Chen et al. 2000, p.505). Plusieurs générations d'hypertexte ont évolué depuis les dix dernières années. Notre analyse aura permis de démontrer comment l'étude de la navigation est appréhendée et comment les écrits tentent de définir le comportement navigationnel en regard des différents types d'espace. En 1996, Chen et Rada posaient la question suivante : « *Est-ce que les études démontrent des nouvelles tendances en même temps que les systèmes hypertextuels deviennent plus puissants ?* » (p.128). Il semble qu'à la lumière de notre analyse, nous puissions répon-

dre par l'affirmative. Mais, même si nous pensons que les écrits reflètent adéquatement le paysage technologique actuel, il n'en demeure pas moins que l'étude d'un type d'espace à la fois offre une vision parcellaire d'outils et de systèmes qui sont de plus en plus fréquemment imbriqués.

Par ailleurs, certains affirment qu'une approche orientée « caractéristiques des systèmes » pour la recherche et le design détourne la discussion essentielle sur l'espace sémantique. La majorité des recherches portant sur l'hypertexte s'intéresse aux comportements des usagers par rapport aux liens, aux menus, au logiciel de navigation, sans s'arrêter à la véritable exploitation sémantique de cet espace informationnel. L'utilisateur ne désire pas seulement atteindre sa cible, il doit obtenir un gain dans sa propre structure de connaissances issue de l'interaction avec le système (Dillon 2000). Il faudrait donc pouvoir caractériser des structures séquentielles de comportement, analyser les chemins suivis, découvrir les stratégies des usagers, leur manière individuelle d'exploiter le large potentiel de fonctionnalités du système auxquelles ils sont confrontés.

Un autre axe de recherche envisagé concerne les systèmes d'information collaboratifs et la *navigation sociale* : plusieurs critiques ont été émises face au trop grand intérêt posté aux différences individuelles qui masquerait une problématique plus importante : l'influence culturelle des utilisateurs en situation de recherche. Il y a une piste à suivre au niveau de l'organisation du discours d'une communauté (on pense notamment aux genres littéraires) qui fournit des points de repère dans l'environnement informationnel : des modèles cognitifs, des références sémantiques et des modes de lecture homogènes (Chen 1997).

Ce travail de synthèse avait pour objectif principal d'apporter une lumière nouvelle sur l'étude des différences individuelles et d'ouvrir la voie à des réflexions portant sur la pertinence réelle et l'adéquation de ces études face à la révolution technologique. Il semble que, à la lumière de notre analyse, nous puissions affirmer la pertinence de cet intérêt de recherche. Cependant, il semble également que certaines pistes puissent offrir davantage de

solutions afin d'être en adéquation avec les besoins actuels. Accommoder les différences individuelles aux structures émergentes constitue un défi de taille puisque les espaces se complexifient de jour en jour.

Dans cette étude, nous avons démontré comment l'évolution de la notion d'hypertexte vers le concept d'espace virtuel a eu un impact sur l'étude de l'orientation spatiale et des comportements navigationnels. Malgré la certitude concernant l'existence de différences individuelles entre usagers expérimentés et usagers inexpérimentés, il demeure cependant encore difficile de prédire comment ces usagers réagiront en face de certains éléments de design et en fonction de structures informationnelles variées. Car il apparaît que l'interaction au sein des espaces entraîne une expertise technologique non négligeable, expertise dont les études futures devraient tenir compte. Chen (1997) faisait remarquer que lors de l'exploration hypertextuelle, les sujets acquièrent de l'expérience puisqu'un nœud, *a priori* ignoré lors d'un premier passage, sera par la suite jugé digne d'intérêt lorsque l'utilisateur aura pris conscience des autres possibilités. Il y a augmentation ou diminution du degré d'acceptation à mesure qu'il y a gain d'expérience. À partir de ce constat, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'il en sera de même pour l'usage général de l'Internet et des nouvelles technologies de l'information. L'utilisateur, de plus en plus expérimenté, est en train de devenir un juge exigeant.

En ce sens, l'étude de Chen et Rada (1996) émettait l'hypothèse que les usagers, dans les systèmes hypertextuels, performant davantage que dans les systèmes simplement textuels. À la lumière de leur analyse portant sur treize études expérimentales, huit venaient en confirmer l'hypothèse. Près de 40 % des usagers préféraient donc l'usage d'une structure textuelle traditionnelle à l'hypertexte, et n'estimaient nullement le potentiel d'un tel outil. Devrions-nous, aujourd'hui, avoir une vision aussi pessimiste ou pouvons-nous penser que nos usagers ont évolué depuis les dix dernières années ? L'appréhension de la complexité d'un espace informationnel est-elle demeurée la même ? Quels sont les facteurs qui influencent la satisfaction et la perception de l'utilisateur

par rapport aux structures informationnelles complexes ? ■

Sources consultées

- Allen, B. 2000. Individual and the conundrums of user-centered design: Two experiments. *Journal on the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 508-520.
- Benyon, D.; Höök, K. 1997. Navigation in information space: Supporting the individual. In: *Proceedings of human-computer interaction - Interac '97*. Londres: Chapman & Hall; p. 39-46.
- Benyon, D. 2000. The new HCI? navigation of information space. *Knowledge-Based-Systems*, vol. 14, n° 8, p. 425-430. Page consultée le 10 mars 2003. Adresse URL: www.dcs.napier.ac.uk/~dbenyon/new.rtf.
- Borgman, C.L. 1989. All users of information retrieval systems are not created equal: an exploration into individual differences. *Information Processing and Management*, vol. 25, p. 237-251.
- Brookes, B. 1980. Information space. *Canadian Journal of Information science*, n° 5, p. 199-211.
- Calvi, L. 1997. Navigation and disorientation: a case study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 6, n° 3/4, p. 305-320.
- Chen, C.; Rada, R. 1996. Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, vol. 11, n° 2, p. 125-156.
- Chen, C.; Czerwinski, M. 1997. Spatial ability and visual navigation: An empirical study. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, vol. 3, p. 67-89.
- Chen, C. 1998. Bridging the gap: The use of Pathfinder networks in visual navigation. *Journal of Visual Languages and Computing*, vol. 9, n° 3, p. 267-286. Page consultée le 1^{er} mars 2003. Adresse URL: drexel.edu/~cc345/papers/jvlc.pdf.
- Chen, C. 2000. Individual Differences in spatial-semantics virtual environment. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 529-542.
- Chen, C.; Czerwinski, M.; Macredie, R. 2000. Individual Differences in Virtual Environments: Introduction and Overview. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 499-507.
- Chen, SY; Ford, N. 1998. *Modelling user navigation behaviors in a hypermedia-based learning system: an individual difference approach*. *Knowledge Organization*, vol. 25, n° 3, p. 67-78.
- Chen, SY. 2002. A Cognitive Model for Non-linear Learning in Hypermedia Programmes. *British Journal of Educational Technology*, vol. 33, n° 4, p. 453-464. Page consultée le 1^{er} mars 2003. Adresse URL: <http://www.brunel.ac.uk/~csstsys/cog.pdf>.
- Chen, SY; Macredie, R. 2002. *Cognitive styles and hypermedia navigation: development of a learning model*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 53, n° 1, p. 3-15. Page consultée le 1^{er} mars 2003. Adresse URL: http://www.brunel.ac.uk/~csstsys/sherry_paper.pdf.
- Darken, R.P.; Allard, T.; Achille, L.B. 1998. *Spatial orientation and wayfinding in large-scale virtual space: An introduction*. *Presence*, vol. 7, n° 2, p. 101-107.
- Dillon, A. 2000. *Spatial-semantics: how users derive shape from information space*. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 521-528.
- Dillon, A.; Watson, C. 1996. *User analysis in HCI: The historical lessons from individual research*. *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 45, n° 6, p. 619-637.
- Egan, D. 1988. *Individual differences in human-computer interaction*. In: Helander, M. *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, p. 543-568.
- Fastrez, P. 1999. *Aspects sémio-cognitifs de la navigation hypertextuelle: Approche théorique*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'études approfondies en communication, Université catholique de Louvain, p. 174.
- Ford, N. 2000. *Cognitive Styles and Virtual Environments*. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 543-557.
- Ford, N.; Chen, Y. 2000. *Individual differences, hypermedia navigation and learning: An empirical study*. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 9, n° 4, p. 281-311. Page consultée le 1^{er} mars 2003. Adresse URL: <http://www.brunel.ac.uk/~csstsys/JEMH94281.pdf>.
- Gordon, D.; Subramanian, D. 1998. *Modeling Individual Differences in the ONR Navigation Task*. In: *Proceedings of Cogsci-98*.
- Kim, K. 2001. *Information seeking on the Web: effects of user and task variables*. *Library and Information Science Research*, vol. 23, n° 3, p. 233-255.
- McDonald, S.; Stevenson, R.J. 1998. *Navigation in hyperspace: An evaluation of the effects of navigation tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext*. *Interacting with computer*, vol. 10, p. 129-142.
- McKnight, C. 2000. *The personal construction of information space*. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 8, p. 730-733.
- Newby, G. B. 2001. *Cognitive space and information space*. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 52, n° 12, p. 1026-1048. Page consultée le 1^{er} mars 2003. Adresse URL: www.ils.unc.edu/gbnewby/papers/cogstats-withimages.pdf.
- Nielsen, J. 1989. *The matters that really matters for hypertext usability*. In: *Proceedings of the ACM conference on hypertext '89*. New-York: ACM, p. 239-248.
- Palmquist, R.; Kim, K. 2000. *Cognitive style and online database search experience as predictor of Web search performance*. *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, n° 6, p. 558-566.
- Vicente, K.J.; Williges, R.C. 1988. *Accommodating individual differences in searching a hierarchical file system*. *International Journal of Man-Machine Studies*, p. 647-668.
- Westerman, S. J.; Cribbin, T. 2000. *Mapping semantic information in virtual space: dimensions, variance and individual differences*. *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 53, n° 5, p. 765-787.

Annexe - Différences individuelles et navigation

	Eqans 1988	Vincent et Williges 1988	Borgman 1989	Nielsen 1989	Chen et Rada 1996	Calvi 1997	Chen et Czerwinski 1997	McDonald et al. 1998	Chen et Ford 1998	Chen 2000 #1	Chen 2000 #2	Chen et Ford 2000	Palmquist et al. 2000	Westerman et al. 2000	Kim 2001
Âge	✓		✓	✓					✓			✓			
Aptitude à la compréhension orale															
Aptitude technique	✓		✓												
Cognition spatiale						✓									
Connaissance du domaine	✓							✓	✓						
Discipline académique			✓												
Expérience du domaine				✓											
Expérience technologique	✓			✓					✓		✓	✓	✓		✓
Fatigue				✓											
Habilité spatiale		✓		✓	✓		✓			✓	✓			✓	
Habilité navigationnelle						✓									
Habilité visuelle				✓			✓								
Mémoire associative										✓	✓			✓	
Mémoire visuelle							✓								
Motivation				✓								✓			
Perception									✓						
Personnalité et affect	✓		✓												
Satisfaction							✓								
Sexe									✓			✓			
Style d'apprentissage : Field Dependiant / Field Independiant									✓			✓	✓		✓
Style cognitif actif / passif					✓										