

---

# Évaluation des moteurs de recherche cartographiques

## Analyse exploratoire

**Alexandra Ciaccia\*** — **Madjid Ihadjadene\*\*** — **Daniel Martins\***

*\* Équipe Psychologie cognitive des conduites complexes  
Université Paris X-Nanterre  
200 avenue de la république, F-92001 Nanterre cedex  
alexciacr@yahoo.fr ; d.martins@u-paris10.fr*

*\*\* Centre de recherche en information spécialisée  
Université Paris X-Nanterre  
200 avenue de la république F-92001 Nanterre cedex  
ihadjade@u-paris10.fr*

---

*RÉSUMÉ. Nous évaluerons dans cet article deux moteurs de recherche cartographiques : Kartoo (pour 18 usagers) et Mapstan (pour 16 usagers). L'évaluation de ces outils consiste en l'analyse de l'influence du mode de présentation des informations sur les processus cognitifs mis en jeu par l'utilisateur dans l'activité de recherche d'informations sur Internet. Plus particulièrement, nous avons examiné les procédures d'utilisation des outils lorsque les participants étaient confrontés à une présentation visualisée des résultats et à une présentation classique des résultats (version html). Les résultats de l'analyse suggèrent que la version cartographique est coûteuse d'un point de vue cognitif et montrent par ailleurs que la définition de l'objectif de recherche (flou ou précis) influence les procédures d'utilisation des moteurs de recherche.*

*ABSTRACT. Information visualization is a technique to show an amount of information to users. The results reported in this exploratory study, intended to test the effects of individual differences on web search strategy. This article focuses on the empirical evaluation of two cartographic engines Kartoo (for 18 users) and Mapstan (for 16 users). We study more particularly the way the tools were used when the participants were faced to a standard ranked-list presentation versus a cartographic presentation. The results of the analysis suggest that the cartographic version demands an important cognitive investment. Moreover, the results suggest that the goal of the information research task (more or less precise) impacts directly the users' cognitive strategy.*

*MOTS-CLÉS: visualisation, moteur de recherche, stratégie de recherche, évaluation expérimentale, usagers.*

*KEYWORDS: information visualization, evaluation, user studies, search engines.*

---

## 1. Introduction

De nombreux concepteurs de moteurs de recherche ont le souci de faciliter la tâche des utilisateurs et tentent de réduire le temps de navigation dans les sites en proposant divers moyens pour affiner la requête formulée avant d'entrer dans le web qui propose une trop grande quantité d'information au risque de s'y perdre. Des techniques de visualisation (appelées cartographie) sont proposées aux utilisateurs. Elles consistent, par exemple, à présenter des formes géométriques (sphères, cercles colorés) dont les traits perceptifs (taille, couleur, forme) sont censés représenter des informations pertinentes pour la recherche d'information.

On constate aujourd'hui que de nombreuses entreprises se sont positionnées soit directement sur ce marché, par exemple Amoweba, Mapstan, Kartoo, Semiograph, Grimmersoft, soit intègrent des modules de visualisation comme Temis, Lingway ou Datops.

L'évaluation des outils de visualisation est particulièrement d'actualité, et des efforts sont actuellement en cours aussi bien au niveau international que français (projet Cigogne). Dans ce contexte, l'action spécifique du GDR13<sup>1</sup> (du département STIC du CNRS) (<http://www.lirmm.fr/InfoViz/ASEval/index.php>) sur la visualisation pourra participer à l'établissement de benchmarks permettant la réalisation d'expérimentations contrôlées reproductibles. L'évaluation des systèmes de représentation cartographique de l'information permet en effet de déterminer s'ils sont adaptés ou non aux besoins des utilisateurs.

Par évaluation, nous désignons l'examen des différents composants des systèmes en usage soit dans un cadre réel, soit dans un laboratoire, dans le but d'améliorer le système en question. Les expériences de laboratoires sont assez largement utilisées pour évaluer les systèmes de visualisation d'information. On peut citer les travaux de (Chimera et Shneiderman, 1994 ; Veerasamy et Belkin, 1996 ; Sebrechts *et al.*, 1999 ; Sutcliffe *et al.*, 2000 ; Cugini *et al.*, 2000 ; Ridsen *et al.*, 2000 ; Nakakoji *et al.*, 2001), (Komlodi *et al.*, 2004) , (Koshman, 2005). Cugini a ainsi expérimenté différents types d'interfaces au travers de plusieurs travaux consécutifs (Cugini *et al.*, 2000). Pour (Cugini, 2000) toute technique de visualisation requiert de l'apprentissage de la part de l'utilisateur afin qu'il puisse l'utiliser efficacement. Ces travaux montrent aussi que l'usage d'un modèle de visualisation trop sophistiqué en 3D n'est pas recommandé pour les utilisateurs novices.

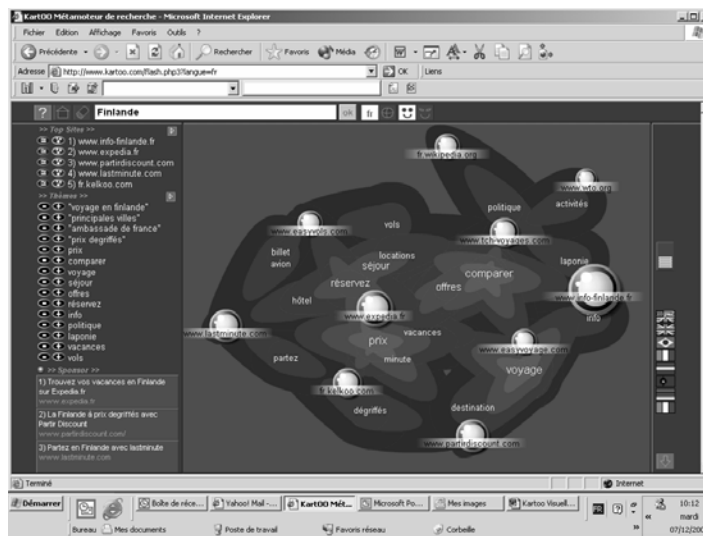
## 2. La visualisation cartographique de l'information

D'après la littérature, la visualisation permettrait d'augmenter le contrôle perceptif et les moyens de manipulation (Nakakoji *et al.*, 2001). Quant aux travaux issus de la psychologie cognitive, on ne dispose pas pour l'instant de données

---

1. <http://sis.univ-tln.fr/gdri3/>

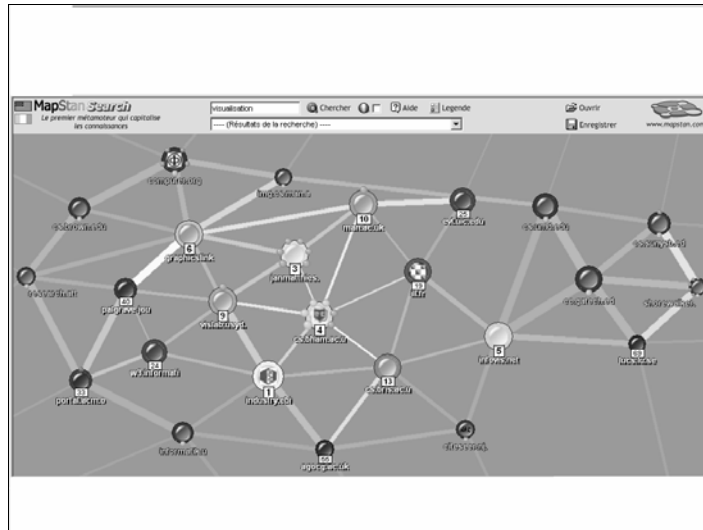
sérieuses, étant donné qu'il s'agit de techniques récentes. Néanmoins, la présentation d'une information sous forme verbale ou sous forme d'image visuelle a déjà été l'objet de nombreuses études. Par exemple, Mayer (1997) et Mautone et Mayer (2001) ont montré dans quelles conditions l'ajout d'images visuelles pouvait améliorer la compréhension et la mémorisation de textes. Enfin d'autres auteurs (Denis, 1989 ; Paivio, 1986), ont mis en évidence l'existence de processus d'encodage imagé relativement indépendants de l'encodage verbal. On peut donc supposer que le sujet opérera un traitement partiellement différent des résultats retournés par le moteur de recherche (appelé désormais MDR) selon leur mode de présentation : verbale ou cartographique. Partiellement, car même sous forme cartographique, une grande part de l'information permettant à l'utilisateur de juger de la pertinence de tel ou tel élément est présentée encore sous forme textuelle.



**Figure 1.** Interface du moteur de recherche Kartoo, matériel utilisé dans l'étude n° 1

Dans les moteurs de recherche que nous avons analysés (voir figures 1 et 2), les éléments de visualisation sont des sphères de différentes tailles, l'utilisateur devant construire et chercher leur signification. Le postulat d'utilisation est que la grosseur de la sphère indique le degré de pertinence du site par rapport à la requête lancée par l'utilisateur ; cependant la signification de l'échelle de grosseur des sphères n'est pas fournie par le MDR aux utilisateurs, elle est à construire à la différence d'images figuratives, tel qu'un dessin illustrant un texte. Contrairement à la présentation des résultats retournés par les moteurs de recherche classiques, sous forme d'une liste d'expressions verbales que sont les url, qu'il faut lire, ligne par ligne, la présentation cartographique présente, de manière simultanée, des informations cartographiées

(des sphères) qui sont appréhendées globalement par l'utilisateur. Il est possible que la présentation globale permette de décider plus rapidement de la pertinence des sites, d'autant plus que les éléments visuels sont accompagnés de légendes verbales qui résument le contenu du site.



**Figure 2.** Interface du moteur de recherche Mapstan, matériel utilisé dans l'étude n° 2

### 3. Etude n° 1 : évaluation de Kartoo

L'évaluation de Kartoo s'inscrit dans une approche expérimentale issue de la psychologie cognitive. L'évaluation est sous-tendue par des hypothèses de recherche.

#### 3.1. Hypothèses de recherche de l'étude n° 1

*Hypothèse 1.* La visualisation cartographique de l'information améliore la recherche d'informations. Elle permet à l'utilisateur d'effectuer sa recherche plus rapidement, dans la mesure où la cartographie permet une comparaison de la pertinence des sites entre eux, représentés sous forme perceptive et accompagnés de légendes verbales qui explicitent chaque site. La visualisation globale permettrait de faire les bons choix rapidement. En outre, la visualisation, dans la mesure où elle affiche plus d'informations sur l'écran, permettrait d'augmenter les moyens de manipulation, donnant ainsi au participant la possibilité d'affiner davantage sa représentation du but à atteindre, surtout lorsque le contenu de la question est flou.

*Hypothèse 2.* Le traitement des informations reliées au but de la recherche est plus approfondi lorsque le but de la recherche est précis que lorsqu'il est flou, alors que le traitement des informations non reliées à l'objectif de la recherche est plus approfondi lorsque le but de la recherche est flou que lorsqu'il est précis. En effet, lorsque la question est précise, certaines informations renvoyées par le MdR sont sémantiquement proches de l'objectif de la question et leur lecture active des liens préexistant dans le lexique mental entre ces informations et le contenu de la question. Cette activation conduit à ce que ces informations soient traitées en profondeur par opposition à celles qui sont éloignées sémantiquement du contenu de la question posée. En revanche, lors d'une recherche à but flou, la représentation du but à atteindre est floue et sans doute plus vaste. L'utilisateur n'est pas en mesure de décider quelles sont, parmi les informations renvoyées par le MdR, celles qui sont fortement reliées au contenu de la question et celles sans lien. Il est obligé de traiter toutes les informations sans être capable de privilégier certaines, c'est à dire celles qui sont réellement liées au contenu de la requête. On devrait donc avoir un pattern de mémorisation des informations renvoyées par le MdR, différent de celui obtenu avec les questions à but précis.

### 3.2. Procédure utilisée pour l'étude n° 1

Les participants étaient 18 sujets recrutés grâce à des appels lancés sur des listes de diffusion consacrées aux MdR sur internet, et recrutés à l'université de Paris X-Nanterre dans la Maîtrise des Sciences de l'information et dans les DESS et DEA de Psychologie (7 femmes et de 11 hommes, moyenne d'âge de 30 ans). Les participants ont été recrutés sur la caractéristique principale suivante : ils utilisent régulièrement l'outil informatique et en particulier internet. Un questionnaire de familiarité à l'outil internet permettait de contrôler leur niveau de familiarité.

Dans un premier temps, nous avons procédé à une *tâche de recherche d'information* (appelé désormais RI) sur internet pour laquelle nous avons fait varier le type de présentation des informations et le type de question posée suscitant la RI. Dans un second temps, les utilisateurs ont été soumis à une *tâche de reconnaissance lexicale* de mots lus lors de la tâche de RI.

Lors de la tâche de RI, les utilisateurs ont réalisé quatre recherches d'information suscitées par des questions ouvertes, comme par exemple « Trouver des informations sur la maladie de la vache folle chez l'homme », et à quatre recherches suscitées par des questions fermées comme par exemple « Trouver une carte géographique de l'Argentine ». Ils devaient chercher la réponse à la question posée soit dans la version cartographique soit dans la version html de Kartoo. Afin de contrôler l'interface de départ de la recherche, nous avons imposé le mot clé à inscrire dans le cartouche de requête. Par exemple, pour la question ouverte relative à la maladie de la vache folle, le mot clé imposé était « Vache folle ». De cette façon, tous les utilisateurs étaient confrontés aux mêmes interfaces de départ. Les deux versions

sont similaires du point de vue du contenu informationnel. De plus, le classement des sites par ordre de pertinence est le même dans les deux versions.

Lors de la tâche de reconnaissance, les participants devaient identifier dans une liste de mot ceux qu'ils avaient lus sur l'interface du moteur de recherche lors de la tâche de RI. La liste de mots à reconnaître était composée de seize mots reliés sémantiquement et de seize mots non reliés sémantiquement à l'objectif de la RI (deux mots reliés et deux mots non reliés par question) et trente-deux mots que les sujets n'avaient pas lus pendant la tâche de RI car ils ne figuraient pas sur l'interface du MdR (mots contrôlés<sup>2</sup>). Les mots reliés et non reliés faisaient partie des mots-clés proposés par le MdR à gauche de la première interface de présentation des résultats (même interface pour tous les participants). Par exemple, pour la recherche relative à l'Argentine (Trouver une carte géographique de l'Argentine), les deux mots reliés sémantiquement à l'objectif étaient « Amérique latine » et « pays » et les deux mots non reliés étaient « voyage » et « partir vivre ». La distinction « relié/non relié » est le résultat d'un travail préliminaire réalisé auprès de 5 juges à qui on avait demandé d'évaluer si les mots à gauche étaient ou n'étaient pas reliés au contenu de la requête.

Une mesure du temps et une mesure en unités d'action ont permis d'opérationnaliser les hypothèses de ce travail. Deux mesures de temps ont été enregistrées à l'aide d'un logiciel de capture (le logiciel Find out) : la mesure du temps passé sur l'interface de présentation des résultats et la mesure du temps de navigation dans les sites. La mesure en unités d'action a été réalisée grâce au logiciel de capture et à une grille de notation manuscrite. Les unités d'action notées sont : les clics "+" sur les mots-clés à gauche de l'écran, l'ouverture de sites et la consultation de la description des sites (disponible sous l'url du site dans la version html et disponible à gauche de l'écran en faisant glisser la souris sur la sphère en version cartographique). En outre, le nombre de mots reliés et non reliés reconnus *était* comptabilisé.

### **3.3. Résultats de l'étude n° 1 : le questionnaire de familiarité, la tâche de RI et la tâche de reconnaissance**

#### *3.3.1. Le questionnaire de familiarité*

A partir du questionnaire de familiarité à internet qui évalue le type et la fréquence des activités réalisées dans le web ainsi que les connaissances du système informatique, on a pu classer les participants en deux catégories.

---

2. Les mots contrôles permettent d'avoir une liste homogène du point de vue de la tâche : sur une liste de 64 mots, 32 mots avaient été lus car présents sur l'interface du MdR et 32 mots n'avaient pas été lus parce qu'absents de l'interface du MdR.

La première catégorie, que nous appellerons les *utilisateurs réguliers du web*, (N = 9), sont des sujets qui naviguent tous les jours sur le web, qui se connectent sur leur lieu de travail mais dont les activités réalisées sont peu diversifiées (principalement utilisation de la messagerie électronique et recherche d'information). La deuxième catégorie, que nous appellerons *utilisateurs expérimentés*, (N = 9) sont ceux qui, outre les caractéristiques des utilisateurs réguliers, ont des activités plus diversifiées (messagerie, recherche d'information, forum de discussion, banque en ligne, achat en ligne, etc.). Les utilisateurs expérimentés obtiennent un score moyen plus élevé pour la partie du questionnaire évaluant la connaissance du système informatique (en moyenne 9,77 points pour les utilisateurs expérimentés et en moyenne 7,44 pour les utilisateurs réguliers).

### 3.3.2. La tâche de RI : temps passé sur le premier contact avec l'interface et temps de navigation

Résultats observés pour tous les utilisateurs

Les résultats montrent un effet significatif du type de présentation sur le temps passé sur l'interface de présentation des résultats avant d'ouvrir un premier site ( $p < .05$ ). *Les utilisateurs passent plus de temps sur l'interface de présentation des résultats lorsqu'ils réalisent leur RI en version cartographique qu'en version verbale du MdR* (en moyenne, 67 secondes et 51 secondes par question, respectivement). Cependant les utilisateurs ont des temps de navigation dans les sites équivalents dans les deux versions du MdR (en moyenne, 76 secondes dans chacune des deux versions).

Résultats observés pour les utilisateurs expérimentés et réguliers

On observe une interaction significative des facteurs type de questions posées et catégorie d'utilisateurs (réguliers et expérimentés) sur le temps passé sur l'interface de présentation des résultats ( $p < .01$ ). *Les utilisateurs expérimentés passent moins de temps sur l'interface de présentation des résultats quand ils cherchent la réponse à une question fermée, alors que les utilisateurs réguliers passent moins de temps sur l'interface de présentation des résultats lorsqu'ils cherchent la réponse à une question ouverte par rapport à une question fermée*. Ce résultat est présenté dans la figure 3 en annexe.

### 3.3.3. Tâche de RI : consultation des mots-clés

Un effet significatif du facteur présentation des résultats sur la consultation des mots-clés à gauche de l'écran a pu également être mis en évidence ( $p < .01$ ). *Les utilisateurs consultent plus souvent les mots-clés en version cartographique qu'en version verbale* (nombre moyen de consultations : 1,91 vs 1,38).

### 3.3.4. Tâche de reconnaissance : les mots reliés et non reliés sémantiquement à l'objectif de la question

Résultats observés pour tous les utilisateurs

Les résultats montrent un effet significatif de l'interaction des facteurs type de questions posées et type de mots à reconnaître ( $p < .01$ ). *Bien que les mots reliés soient plus souvent reconnus que les mots non reliés, on constate que la différence entre ces types de mots est plus marquée pour les questions fermées (1,8) que pour les questions ouvertes (0,9)*. Les moyennes de mots reconnus sont présentées dans le tableau 1.

	Question fermée	Question ouverte
Mots reliés	2,4	1,9
Mots non reliés	0,6	1

**Tableau 1.** Moyennes de mots reconnus selon le type de question posée et selon le type de mots à reconnaître

Résultats observés pour les utilisateurs expérimentés et réguliers

On observe également un effet significatif de l'interaction des facteurs type de mots à reconnaître et catégorie d'utilisateurs ( $p < .05$ ). Les participants expérimentés qui ont développé des connaissances sur le système informatique sont plus performants dans la reconnaissance de mots reliés que les utilisateurs seulement réguliers, alors que pour la reconnaissance de mots non reliés, ce sont ces derniers qui sont les plus performants. Ce résultat est présenté dans la figure 4, en annexe.

### 3.4. Interprétation des résultats de l'étude n° 1

Les résultats ne s'accordent pas avec la première hypothèse selon laquelle la visualisation permet un gain dans le temps de recherche. Cependant, les résultats montrent que l'usage d'un système de visualisation cartographique de l'information entraîne les participants à utiliser davantage les fonctionnalités du Mdr (dans la consultation des mots-clés, de sites et dans le nombre de clics) qu'un système à modalité verbale. On peut penser que si l'utilisateur utilise plus souvent les fonctionnalités du Mdr dans sa version visualisée c'est qu'il est confronté à une tâche relativement nouvelle, en termes de résolution de problème. Pour comprendre le sens de la visualisation il utilise fortement les fonctionnalités concernées dans le souci d'expérimenter. Il serait en quelque sorte dans une phase d'apprentissage le conduisant à utiliser les fonctionnalités allongeant ainsi le temps de la recherche, particulièrement le temps du premier contact avec l'interface sans pour autant



améliorer la performance en ce qui concerne la qualité de la réponse, par comparaison avec une présentation classique (html, verbale). Pour comprendre la fonctionnalité des éléments de l'interface, l'utilisateur doit d'abord comprendre le sens de la représentation en interprétant les indices perceptifs.

La deuxième hypothèse qui porte sur le traitement des informations reliées ou non reliées à l'objectif de la recherche est confirmée. En effet, on constate que les participants reconnaissent plus de mots reliés que de mots non reliés au contenu de la question. Cependant la différence entre mots reliés et mots non reliés est plus forte quand il s'agit de questions fermées que des questions ouvertes (1,8 et 0,9, respectivement). Cette différence provient probablement de ce que les utilisateurs sont capables de mieux différencier les informations pertinentes des informations non pertinentes quand la question est précise (cas des questions fermées). Cette meilleure discrimination les conduirait à traiter plus efficacement les informations pertinentes et à négliger les autres. Ce mécanisme de différenciation est sans doute plus difficile à mettre en œuvre quand la question renvoie à des contenus plus flous.

#### 4. Etude n° 2 : évaluation de Mapstan

L'échantillon est constitué de 16 étudiants de psychologie de l'université Paris X-Nanterre, en fin d'étude (13 femmes et 3 hommes, moyenne d'âge de 30 ans).

##### 4.1. Procédure de l'étude n° 2

Un questionnaire de familiarité à l'outil internet (identique à celui de l'étude n° 1) a été proposé aux participants de l'étude n° 2, afin de les catégoriser en deux groupes : les novices et les experts internet.

Dans un second temps, les utilisateurs réalisaient une tâche de RI en utilisant soit le moteur de recherche Google soit le moteur de recherche Mapstan (<http://search.mapstan.net>). La principale différence tient donc dans le mode de présentation des résultats : sous Google, les résultats sont affichés en liste, tandis que sous Mapstan, ils sont affichés sous forme de carte. Les quatre questions de recherche étaient liées à la psychopathologie clinique (les questions sont en Annexe). De cette façon, les participants de l'étude sont considérés comme **experts** du domaine. Les questions posées sont les suivantes :

- trouvez la ou les pathologies pouvant être mises en évidence par le VRT de Benton ;
- trouvez une définition de la résilience en psychologie ;
- trouvez ce qui, succinctement, distingue le complexe d'Œdipe masculin et féminin ;
- trouvez une définition de la projection en psychologie.

Enfin, on proposait aux utilisateurs de répondre à un questionnaire d'évaluation subjective qui permettait, d'une part d'évaluer leur degré de satisfaction quant aux réponses qu'ils avaient trouvées lors de la tâche de RI, leur sentiment de compréhension de la question posée et leur sentiment de connaissance lié à l'objectif de la question posée, et, d'autre part d'évaluer la pertinence des résultats retournés par les moteurs de recherche et d'exprimer les points négatifs et positifs sur les MDR.

## **4.2. Résultats de l'étude n° 2**

### *4.2.1. Tâche de RI : influence du moteur de recherche utilisé*

Les réponses sont en moyenne significativement meilleures sur Google que sur Mapstan ( $p < .001$ ). Les utilisateurs trouvent des réponses pertinentes plus facilement en utilisant Google. Il s'avère finalement que Mapstan pénalise plus la recherche qu'il ne la facilite et ce, indépendamment de l'expertise internet des sujets effectuant la RI. Ce fait peut tenir à la nouveauté de Mapstan pour l'ensemble des sujets (expliqué par une faible expertise Système), tout comme il peut résulter des caractéristiques inhérentes à son ergonomie.

### *4.2.3. Tâche de RI : influence de l'expertise internet et du moteur de recherche utilisé*

On observe la série de résultats suivants :

- sur Google la différence entre novices et experts n'est pas significative, tandis que sur Mapstan, les experts ont des résultats significativement supérieurs à ceux des novices ( $p < .01$ ),
- les novices obtiennent des résultats significativement meilleurs sur Google que sur Mapstan ( $p < .001$ ) et,
- les experts obtiennent des résultats significativement meilleurs sur Google que sur Mapstan, ( $p < .01$ ).

### *4.2.4. Le questionnaire d'évaluation subjective*

En ce qui concerne Google, les points positifs identifiés sont les suivants :

Pour les novices,

- le classement séquentiel des résultats,
- obtention de réponses quelle que soit la qualité de la formulation de la requête ;
- la restriction possible de la recherche aux pages francophones.

Pour les experts,

- l'option de recherche avancée,
- la signalisation des sites déjà visités,

– l'accès à des informations supplémentaires sur les résultats (format du fichier, titre, adresse...).

La rapidité du MdR Google est appréciée par tous les participants.

En ce qui concerne Mapstan, les points positifs identifiés sont les suivants :

Pour les experts,

- la proposition de requête,
- la visualisation du rapport entre les résultats,
- la proposition de résultats complémentaires,
- l'ouverture systématique des pages sélectionnées dans de nouvelles fenêtres.

Les novices et les experts apprécient le fait d'avoir plus de résultats sur une seule page.

En revanche, tant les novices que les experts trouvent que Mapstan est lent, peu « maniable », « capricieux » pour la formulation des requêtes, qu'il manque de lisibilité, qu'il donne peu d'information sur chaque résultat et que sa sémiotique n'est pas des plus intuitives. Les novices lui reprochent spécifiquement de ne pas être séquentiel (l'option existe, mais n'était pas mentionnée dans le cadre de l'expérience), tandis que les experts regrettent qu'il ne soit pas possible de sélectionner ou d'éliminer certaines zones de la carte.

## 5. Conclusion

L'objectif de ce travail était d'évaluer la technologie de visualisation cartographique employée dans deux moteurs de recherche au travers d'une démarche expérimentale relevant de la psychologie cognitive.

Plusieurs résultats émergent. Premièrement la visualisation semble coûteuse cognitivement : elle est associée, en général, à des temps de traitement plus longs et à plus d'activités de manipulation, sans pour autant conduire à des meilleures performances, par comparaison avec une présentation en liste. Cela va à l'encontre d'un certain nombre de suppositions (Nakakoji *et al.*, 2000) d'après lesquelles la visualisation des résultats améliorerait le traitement cognitif. Il est probable que la visualisation entraîne des difficultés de deux ordres. Primo, sa nouveauté par rapport aux schémas de connaissance procéduraux (savoir-faire), stockés dans la mémoire à long terme des participants, ces derniers étant habitués à utiliser plutôt des présentations verbales sous format html. En second lieu, les participants doivent faire un effort cognitif afin d'interpréter les aspects perceptifs et les aspects sémantiques des informations visualisées. Ainsi si l'on se réfère au modèle de Rouet et Tricot (1998), il est possible que la visualisation des informations rende difficile le mécanisme élémentaire de comparaison et d'évaluation entre le but de la requête et les informations visualisées présentées par le MdR, étant donné leur probable opacité pour l'utilisateur. Mais il est possible que le mécanisme élémentaire de

traitement soit aussi perturbé dans la mesure précisément où le participant ne connaît pas exactement ce que le concepteur veut dire par les différents aspects de la visualisation proposée.

Deuxièmement, nos résultats mettent en évidence des relations intéressantes entre les connaissances générales développées sur les systèmes informatiques et le type de question proposée. Pour optimiser leur chance de réussite, les participants doivent d'une part préciser la requête d'une recherche à but flou pour éviter de se perdre dans le flot d'informations lors de la navigation sur internet, et, d'autre part, ils doivent davantage concentrer leur attention sur les informations reliées à l'objectif de la question que sur les informations non reliées. Les résultats montrent que les utilisateurs expérimentés adoptent ce type de stratégie alors que les utilisateurs uniquement réguliers dans l'utilisation d'internet montrent des comportements différents. On peut penser que les connaissances procédurales relatives au système informatique permettent d'activer des schémas d'utilisations stockées en mémoire à long terme et conduire ainsi à utiliser de stratégies optimales dans la RI. En effet, les utilisateurs expérimentés semblent avoir développé des savoir-faire relatifs au système informatique (par exemple effectuer des combinaisons sur le clavier permettant de rechercher l'information plus rapidement) et des connaissances plus générales du type heuristiques ou méthodes. La résolution de la RI nécessitant des étapes de choix, les heuristiques développées par les utilisateurs expérimentés leur permettent de décider plus facilement, lors d'une étape, quel est le choix le plus prometteur pour atteindre le but de la recherche. Nos données ne nous permettent cependant pas de dire quelle est la nature exacte de ces connaissances et de ces heuristiques. Une hypothèse raisonnable est que ces connaissances générales serviraient à planifier, réguler et contrôler le cheminement de la RI, si l'on se réfère au modèle de Rouet et Tricot (1998).

Ces deux études nous ont permis de montrer que le sens de la visualisation doit être clarifié si on veut optimiser la RI. En effet, sans cette clarification, l'utilisateur semble être déstabilisé. Les concepteurs doivent faciliter la compréhension des éléments visualisés. Ils faciliteront ainsi le développement rapide de savoir-faire dans l'utilisation d'interface d'une technique de visualisation cartographique de l'information. L'ensemble des résultats conduit à deux directions de recherche future. La première direction concerne la familiarité avec les systèmes informatiques, en général, et en particulier avec internet et conduit donc à poser la question des différents types d'expertise. Ainsi, selon nos résultats, l'expertise doit être examinée selon plusieurs points de vue : du point de vue de l'expérience générale des systèmes informatiques, du point de vue de la familiarité avec internet, sans oublier l'expertise dans le domaine. En ce qui concerne l'expertise domaine, il paraît raisonnable de penser que la distinction « question fermée/question ouverte » ne doit pas être posé de manière générale mais par rapport à un domaine d'expertise ou de connaissances. En effet, une question peut être considérée comme floue, ouverte et très large pour un novice dans le domaine mais relativement précise et fermée pour l'expert. A cet égard l'observation selon laquelle les utilisateurs expérimentés rappellent très bien les mots reliés sémantiquement au contenu de la RI, suggère que

ces participants avaient des connaissances lexicales ou conceptuelles qui ont permis de focaliser leur attention sur ces mots. Bien que de nombreuses études aient porté sur la question de l'expertise (Ihadjadene et Martins, 2004 ; Marchionini, 1989), il est probable que c'est une question très ouverte qui renvoie à différents types de schémas de connaissances (procéduraux, déclaratifs) qui entretiennent sans doute des relations entre eux, permettant dans certains cas des transferts et des compensations.

La deuxième direction de recherche porte sur le rôle de la visualisation dans les MdR. La visualisation pose la question de la nature des représentations figuratives par rapport aux informations verbales. Il serait intéressant d'examiner si ces nouveaux MdR sont susceptibles d'être assimilés par les utilisateurs à la suite d'essais d'apprentissage et si cette assimilation peut être transférée à des MdR équivalents (comme par exemple, Miner3D, Map.net, Thinkmap, Webbrain, etc.) et à des MdR classiques, utilisant des expressions verbales.

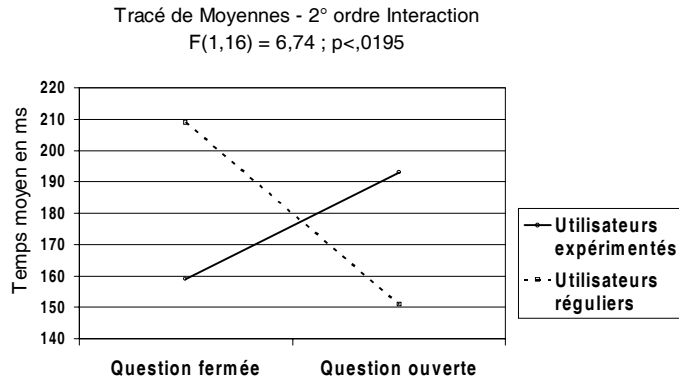
L'évaluation réalisée reste incomplète. Dans le futur il sera intéressant d'effectuer des études similaires sur des portails spécialisés utilisant des moteurs cartographiques et auprès des utilisateurs professionnels en activité. De plus, il serait intéressant d'examiner l'impact des différences interindividuelles en ce qui concerne les aptitudes visuelles/spatiales des sujets, (Gyselinck, Ehrlich, Cornoldi, de Beni et Dubois, 2000 ; Westerman et Cribbin, 2000). Les capacités des individus à se représenter et se repérer dans l'espace ou à interpréter une scène 2D ou 3D ont une incidence significative sur leurs performances dans l'utilisation des techniques de visualisation.

## 6. Bibliographie

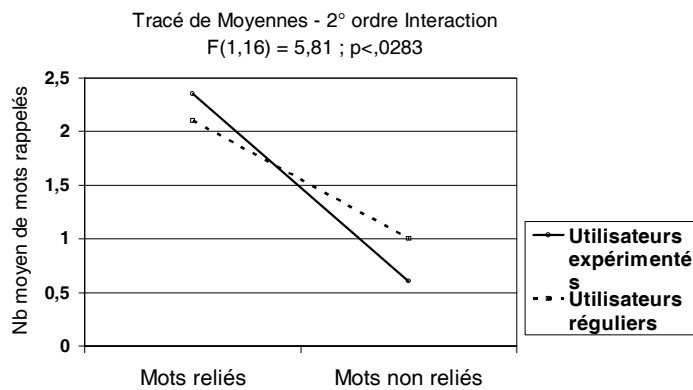
- Chimera R, Shneiderman B., « An exploratory evaluation of three interfaces for browsing large hierarchical tables of contents », *ACM Transactions on Information Systems*, 12, 4, 1994, p 383-406.
- Ciaccia A., Martins D., « Influence de la signalisation typographique sur la recherche et la mémorisation d'informations relatives aux choix professionnels », *Actes du colloque Compréhension et Hypermédia, Approches cognitives, communicationnelles et sémiotiques*, Université de Toulouse Le Mirail (LARA et LTC) et l'IUFM de Midi-Pyrénées (CERFI et LAVEA), 2002.
- Cugini J, Laskowski S, Sebrechts M., « Design of 3d visualization of search results : Evolution and evaluation », In *Proceedings of IST/SPIE's 12th Annual International Symposium : Electronic Imaging 2000 : Visual Data Exploration and Analysis (SPIE 2000)*, San Jose, CA, January 2000.
- Denis, M., *Image et Cognition*, Paris: PUF, 1989.
- Gyselinck, V., Ehrlich, M.-F., Cornoldi, R., de Beni & Dubois, V., « Visuospatial working memory in learning from multimedia systems », *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 2000, p. 166-176.
- Ihadjadene M., Martins D., « Expertise dans le domaine et expertise dans Internet : leurs effets sur la recherche d'informations », Paris, Hermès 39, 2004, p. 133-142.

- Komlodi, A., Sears, A., Stanziola, E., Information Visualization Evaluation Review, ISRC Tech. Report, Dept. of Information Systems, UMBC. UMBC-ISRC-2004-1 [http://www.research.umbc.edu/~komlodi/IV\\_eval](http://www.research.umbc.edu/~komlodi/IV_eval), 2004.
- Le Blanc, C. Obernesser, B. Claverie. « Validation et évaluation cognitives de techniques de navigation et de visualisation de données », *Revue des sciences et technologies de l'information*, RSTI série RIA-ECA 17(1-2-3): 93-104, 2003.
- Marchionini G., « Information-seeking strategies of novices using a full-text electronic encyclopaedia », *Journal of the American Society for Information Science*, 40, 1989, p. 54-66.
- Mautone P. D., Mayer R. E., « Signalling as a cognitive guide in multimedia learning », *Journal of Educational Psychology*, 2, 2001, p. 377-389.
- Mayer R. E., « Multimedia learning: Are we asking the right questions? » *Educational Psychologist*, 32, 1997, p. 1-19.
- Nakakoji K., Takashima A., Yamamoto Y., « Cognitive Effects of Animated Visualisation in Exploratory Visual Data Analysis », *Information Visualisation 2001*, IEEE Computer Society, Los Alamos, CA., 2001, p. 77-84.
- Paivio, A., *Mental representations: a dual coding approach*, Oxford University Press, 1986.
- Risden, K., Czerwinski, M. P., Munzner, T., & Cook, D. B., « An initial examination of ease of use for 2D and 3D information visualizations of web content », *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(5), 2000, p. 695-714.
- Rouet J.F., Tricot A., « Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs », In A. Tricot, J-F. Rouet, (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris: Hermès, 1998, p. 57-74.
- Sebrechts, M.M., Vasilakis, J., Miller, M.S., Cugini, J.V., et Laskowski, S., « Visualization of search results: A comparative evaluation of text, 2D, and 3D interfaces », In *Proceedings of the 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* New York: ACM Press, 1999, p. 3-10.
- Sherry Koshman (2005) « Testing User Interaction With a Prototype Visualization-Based Information Retrieval System », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56,8, 2005, p. 824-833.
- Sutcliffe, A. G., Ennis, M., Hu, J., « Evaluating the effectiveness of visual user interfaces for information retrieval », *International Journal of Human Computer Studies*, 53, 5, 2000, p. 741-763.
- Tricot A., « Ergonomie cognitive des systèmes hypermédia », In *Actes du colloque de prospective Recherches pour l'Ergonomie*, Toulouse, 18-19 novembre, 1993, p. 115-122.
- Veerasingam, A., Belkin, N.J., « Evaluation of a tool for visualization of information retrieval results », In *Proceedings of the 19th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* New York:, 1996, p. 85-92.
- Westerman Cribbin, « Mapping semantic information in virtual space: dimensions, variance and individual differences », *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(5), 2000, p. 765-788.

Annexe



**Figure 3.** Effet de l'interaction des facteurs Familiarité avec le système informatique et Type de questions posées sur le temps passé sur l'interface de présentation des résultats



**Figure 4.** Effet de l'interaction des facteurs Familiarité avec le système informatique et Type de mots à reconnaître lors du test de reconnaissance sur la mesure du rappel des mots