Visualisation 3D des résultats de recherche : quel avenir ?

Nicolas Bonnel, Alexandre Cotarmanac'H, Annie Morin

▶ **To cite this version:**

Nicolas Bonnel, Alexandre Cotarmanac'H, Annie Morin. Visualisation 3D des résultats de recherche : quel avenir ?. 8ème Conférence Hypermedias Hypertexts, Products, Tools and Methods ($H^2PTM'05$), Université de Paris VIII (Laboratoire PARAGRAPHE, Ecole Doctorale : Cognition, Langage et Intéraction), CNAM (CEDRIC), Université de Valenciennes (LSC-DREAM), Nov 2005, Paris, France, pp.325-339. inria-00001053

HAL Id: inria-00001053
https://inria.hal.science/inria-00001053

Submitted on 22 Mar 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Visualisation 3D des résultats de recherche : quel avenir ?

Nicolas Bonnel[*,] — Alexandre Cotarmanac'h[*] — Annie Morin[**]**

[*] *France Telecom, Division R&D*
4, rue du Clos-Courtel – B.P. 91226
35512 Cesson-Sévigné Cedex – France
{nicolas.bonnel,alexandre.cotarmanach}@francetelecom.com

[**] *IRISA*
Campus universitaire de Beaulieu
Avenue du Général Leclerc
35042 Rennes Cedex – France
amorin@irisa.fr

RÉSUMÉ. *Lors de recherches sur le Web, l'utilisateur est souvent confronté à un grand nombre de résultats généralement triés selon leur degré d'appariement à la requête et affichés sous la forme d'une liste. Constatant les limites de cette approche, nous proposons d'explorer de nouvelles organisations et présentations des résultats de recherche, ainsi que de nouveaux types d'interaction avec les résultats afin de rendre leur exploration plus intuitive et efficace. Bien que la « pertinence » soit liée à la qualité des résultats issus du système de recherche, l'efficacité de la restitution de ces résultats représente un moyen alternatif d'augmenter la « pertinence » pour l'utilisateur. Cet article s'intéresse essentiellement aux métaphores 3D de visualisation des résultats de recherche. Nous proposons d'exploiter une métaphore 3D, basée sur le concept de ville, pour améliorer l'efficacité de la restitution des résultats. Une évaluation de cette approche est également proposée. L'utilisation d'un environnement 3D pour l'affichage des résultats permet d'augmenter l'espace de représentation, mais le succès de ces approches passe par une réflexion sur un ensemble de critères bien spécifiques au type d'interface et d'application visées. Ces principaux critères sont présentés dans cet article.*

ABSTRACT. *While searching the web, users are often confronted by a great number of results, generally sorted by their rank and displayed as an ordered list. Facing the limits of this approach, we propose to explore new presentations of search results, as well as new types of interaction with the results to make their exploration more intuitive and efficient. Although the relevance depends on the quality of the results coming from the search engine, the effectiveness of the result processing represents an alternative way to improve the relevance for the user. This paper focuses primarily on 3D metaphors for visualizing search results. We propose to exploit a 3D metaphor based on the city concept, to improve the effectiveness of the result visualization. An*

Actes de la huitième conférence Hypermedias Hypertexts, Products, Tools and Methods (H²PTM'05), pages 325-339, Paris, France, Novembre 2005.

evaluation of this approach is also proposed. Using an 3D environment to display search results enables to increase the representation space, but the success of these approaches passes by a reflexion on a set of criteria quite specific to the type of interface and application concerned. These main criteria are presented in this paper.

MOTS-CLÉS : *restitution des résultats de recherche, interfaces 3D, cartographie des résultats de recherche, évaluation d'interfaces.*

KEYWORDS: *search results visualization, 3D interfaces, cartography of search results, interface evaluation.*

1. Introduction

Cet article se place dans le contexte particulier de recherches sur le Web. La quantité de données disponibles sur le Web ne cesse de croître de plus en plus vite, ce qui entraîne l'augmentation des résultats pour une requête donnée. L'affichage linéaire de ces résultats *via* des listes ordonnées selon un « critère de pertinence », bien qu'encore largement utilisé, n'a jamais mieux montrer ses limites. Les moteurs de recherche proposent de plus en plus de résultats sémantiquement désorganisés, ce qui est en contradiction avec les attentes des utilisateurs qui ne consultent que les 3 premières pages de résultats [IPR 04]. Une solution à ce problème consiste à améliorer les interfaces de restitution par une organisation et une visualisation efficaces des résultats. Face à cette augmentation des résultats, la volonté d'agrandir l'espace de représentation a amené de nombreuses propositions d'interfaces 3D avec plus ou moins de succès.

Cependant le choix des visualisations 3D n'est plus uniquement guidé par le souhait d'augmenter l'espace de représentation, mais aussi par la volonté de simplifier l'Interface Homme-Machine (IHM). Ainsi, de nombreuses perspectives s'ouvrent à ce type d'interface : l'utilisation des connaissances de l'utilisateur par des métaphores[1] cognitives, la proposition d'une spatialisation du Web dans lequel l'utilisateur peut se balader (immersion), la proposition d'une mutualisation des recherches par une interface collaborative… Cependant, si les performances de la 3D ne sont plus une préoccupation majeure, le problème de l'interaction avec les métaphores 3D reste un challenge à relever pour le succès de ces approches.

Les utilisateurs se représentent le Web comme un espace virtuel (en témoigne le vocabulaire employé : **adresse** web, **site** web, ***home*** *page*, *chat* ***room***…) et pourtant la plupart des moteurs de recherche utilisent des métaphores de livre ou de page (issues du domaine de l'information) pour représenter les résultats (*i.e. le Web*). Il y a donc un décalage entre la façon dont les utilisateurs imaginent le Web et les moyens fournis pour y accéder [SPA 02]. Ce constat joue en faveur de nouvelles interfaces géographiques, notamment en 3D. Cependant, pour les utilisateurs, la visualisation 3D reste encore essentiellement liée aux jeux vidéo. En effet, bien que de nombreuses interfaces 3D aient déjà été proposées dans le domaine de la recherche d'information, les applications grand public utilisant ce type d'interface sont très rares ; ce qui explique par ailleurs le manque d'expérience des utilisateurs dans ce domaine. Mais l'émergence de la 3D dans certaines applications incontournables, telles que notre bureau (figure 1), risque de modifier les comportements. En effet, les futurs environnements de bureau annoncés par *Sun Microsystems* (figure 1(a)) ou *Microsoft* (la librairie graphique *Avalon* de son prochain système d'exploitation baptisé *Longhorn* devrait être dotée de fonctions d'affichage 3D), vont probablement modifier les habitudes des utilisateurs face à la 3D. Ainsi, notre bureau virtuel pourra peut-être, dans le futur, aussi nous servir d'espace de recherche (local ou sur le Web), de messagerie, de jeu ou encore d'espace multimédia (figure 1(b))… Le succès de métaphores 3D pour la vi-

1. Le mot métaphore, largement utilisé par la suite, est défini comme la réalisation d'une association entre des paramètres graphiques de la visualisation et des informations sur les résultats.

Actes de la huitième conférence Hypermedias Hypertexts, Products, Tools and Methods (H²PTM'05), pages 325-339, Paris, France, Novembre 2005.

sualisation de notre bureau pourrait alors signifier le début des interfaces 3D grand public.

(a) *Looking Glass* (b) *3DNA*

Figure 1. *Bureaux virtuels en 3D. La figure (a) montre un exemple de multifenêtrage du projet de développement Open Source d'environnement graphique 3D proposé par Sun Microsystems. La figure (b) montre un aperçu du logiciel 3DNA qui propose différents mondes 3D qu'il est possible d'explorer et de personnaliser afin d'avoir un bureau immersif.*

C'est dans ce contexte que cet article s'intéresse aux visualisations 3D des résultats de recherche. L'objectif est de faire un point sur ces approches, d'identifier les critères spécifiques aux interfaces 3D dans le contexte des résultats de recherche et de donner quelques pistes sur leur évolution. La section 2 permet de dresser un bref état des méthodes existantes concernant la visualisation 3D des résultats. Ensuite nous proposons une métaphore 3D de visualisation basée sur le concept de ville (section 3), ainsi qu'une évaluation de cette métaphore (section 4). D'un point de vue plus général, un ensemble de critères est défini en section 5 afin de proposer une aide à la réalisation d'interfaces 3D pour la visualisation de résultats de recherche.

2. État de l'art

Cette section donne un aperçu des différentes métaphores 3D existantes pouvant être utilisées pour visualiser les résultats d'une recherche. Certaines de ces métaphores peuvent initialement avoir été proposées dans un but similaire tel que la visualisation du Web ou de grands ensembles de documents.

2.1. *Taxonomie des métaphores 3D*

Dans cette partie, nous proposons une taxonomie des métaphores 3D de visualisation des résultats de recherche. Cette classification (figure 2) se veut assez généraliste et elle est uniquement basée sur les caractéristiques visuelles des métaphores.

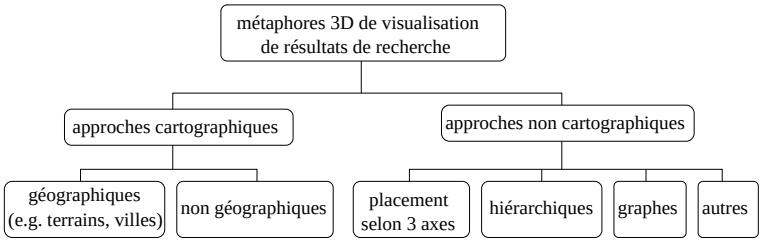


Figure 2. *Taxonomie des métaphores 3D de visualisation de résultats de recherche*

Par abus de langage, les approches cartographiques représentent ici les méthodes utilisant une organisation des résultats sur un plan 2D. Il existe déjà de nombreuses techniques de visualisation 3D des résultats de recherche. *Cyber Geography Research*[2] de Martin Dodge, le *Pacific Northwest National Laboratory*[3] et [BEN 99, WIZ 04] donnent un aperçu des différentes métaphores 3D utilisées dans le contexte de la restitution de résultats de recherche. Dans la suite de cette section, seuls quelques exemples illustrant les différentes catégories de cette taxonomie sont présentés.

2.2. *Métaphores non cartographiques*

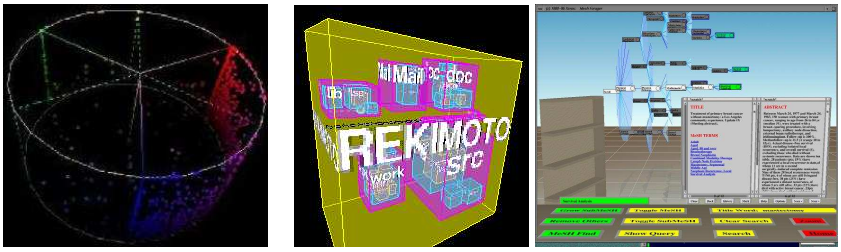
Ce paragraphe présente des méthodes basées sur un placement des résultats selon 3 axes. Le projet ***Easy-DOR*** [CHE 02] consiste à définir une interface adaptative pour l'aide à la recherche d'information sur le Web. Il propose un module de visualisation des résultats de recherche basé sur une répartition spatiale 3D spécifique (figure 3(a)). Les résultats sont placés dans un cylindre selon trois axes qui représentent chacun une association de mots-clés de la requête. Il existe d'autres approches similaires telles que ***VR-VIBE*** [BEN 95] ou ***Three-keywords axes display*** [CUG 96]. Les exemples précédents sont basés sur la distribution des termes de la requête. Il existe aussi d'autres approches telles que ***DocCube*** [MOT 03] qui est un exemple d'interface différent proposant une visualisation globale de grands ensembles de documents. Cette technique utilise des hiérarchies de concepts pour structurer l'ensemble des documents.

Une autre catégorie concerne les métaphores hiérarchiques telles que ***Information Cube*** [REK 93] qui permet de visualiser en 3D des informations hiérarchiques. Cette

2. http ://www.cybergeography.org/
3. http ://www.pnl.gov/infoviz/technologies.html

technique est basée sur la métaphore de boîtes imbriquées (figure 3(b)). L'utilisation d'un rendu semi transparent permet au système de contrôler la complexité de l'information présentée à l'utilisateur. Grâce aux techniques d'interaction fournies par le système, l'utilisateur peut reconnaître et inspecter intuitivement la structure de l'information. Le système peut être utilisé *via* un équipement de réalité virtuelle, mais il est aussi accessible avec un affichage conventionnel. Un autre exemple est ***Cat-a-Cone*** [HEA 97] qui utilise une visualisation 3D d'un arbre (*Cone Trees* [ROB 91]) afin d'afficher simultanément les résultats obtenus et une hiérarchie de catégories (Figure 3(c)).

Parmi les autres approches se trouvent les graphes 3D qui ont cependant l'inconvénient d'être peu lisibles avec l'augmentation des informations à afficher. Il existe aussi d'autres métaphores n'appartenant à aucune des catégories précédentes telles que ***Web Book*** et ***Web Forager*** [CAR 96], ***Perspective Wall*** [MAC 91]...



(a) *Easy-DOR* (b) *InfoCube* (c) *Cat-a-Cone*

Figure 3. *Métaphores ne proposant pas de cartographie des résultats*

2.3. *Métaphores cartographiques*

La grande majorité de ces approches sont géographiques et principalement basées sur les concepts de terrain, de ville ou de mondes virtuels. Par exemple, ***ThemeView***[4], qui est utilisé dans l'outil de visualisation ***IN-SPIRE***, propose de donner un aperçu des principaux sujets contenus dans un ensemble de documents. Pour cela, cette technique utilise une métaphore permettant de visualiser les thèmes d'un ensemble de documents sous la forme d'une carte en relief d'un terrain naturel. La proximité de deux thèmes sur la carte reflète leur similarité et les thèmes dominants sont indiqués par le relief (*e.g.* les montagnes). ***VxInsight*** [BOY 02] est un outil similaire qui permet de découvrir des relations dans de grandes bases de données *via* l'utilisation d'une métaphore de terrain, fournissant ainsi un environnement d'exploration intuitif. ***City Of***

4. Cette technique est proposée par le *Pacific Northwest National Laboratory*.

News [SPA 97, SPA 02] est un navigateur Web en 3D et immersif, basé sur le concept de ville (Figure 4(b)). *City of News* est un paysage urbain d'information qui grandit dynamiquement. Il s'agit d'un navigateur immersif et interactif qui tire avantage de la capacité des utilisateurs à se souvenir de la disposition spatiale tridimensionnelle environnante. Partant d'une page d'accueil choisie (qui est associée à un espace physique), ce navigateur cherche et affiche les URLs afin de former des gratte-ciel et des ruelles de texte et d'images à travers lesquels l'utilisateur peut « voler ». La ville est organisée en quartiers qui fournissent des regroupements territoriaux d'activités urbaines. ***ViOS***[5] (figure 4(a)) est un autre exemple proposant une visualisation du Web sous la forme d'un monde 3D en ligne dans lequel l'utilisateur peut naviguer en temps réel. Cependant, la métaphore employée utilise des concepts géographiques (univers sous forme de terrain dans lequel l'utilisateur peut se déplacer) sans pour autant appartenir au monde réel (contrairement à la métaphore de ville).

(a) Le centre de l'univers *ViOS*

(b) *City Of News*

(c) *NIRVE - Spoke and Wheel Model*

Figure 4. *Métaphores cartographiques. Elles peuvent être géographiques telles que les univers (a) et les villes (b), ou non géographiques (c).*

L'autre catégorie concerne les approches non géographiques. Un exemple est le prototype ***NIRVE*** [CUG 00] qui permet à l'utilisateur de visualiser et manipuler un ensemble de documents résultant d'une requête sur un moteur de recherche. Il possède plusieurs méthodes de visualisation dont un exemple est proposé sur la figure 4(c). Dans cet exemple, l'utilisateur peut agréger des mots-clés afin de former un plus petit ensemble de concepts. A partir de ces concepts, des *clusters* sont créés et affichés de telle façon que la distance angulaire entre les *clusters* soit proportionnelle à la distance logique entre eux. De même les distances radiales entre les documents reflètent les distances métriques qui séparent leurs profils (basés sur les concepts définis par l'utilisateur).

5. Visual Internet Operating System

3. Métaphore 3D proposée

L'objectif de la métaphore 3D proposée est de fournir à l'utilisateur une visualisation efficace des résultats de recherche préalablement organisés. Cette métaphore propose alors une cartographie « sémantique » des résultats sous la forme d'un espace tridimensionnel dans lequel l'utilisateur peut naviguer et interagir. Par rapport à la taxonomie proposée (*c.f.* figure 2), notre métaphore se situe dans la catégorie des approches géographiques.

3.1. *Description*

La métaphore 3D de visualisation proposée est celle d'une ville (figure 5(a)). Le choix de cette métaphore cognitive permet d'exploiter la mémoire visuelle de l'utilisateur et d'organiser efficacement l'information. Les résultats sont représentés par des bâtiments dont la texture correspond au contenu de la page Web. La hauteur des bâtiments est associée à la pertinence des résultats. Contrairement aux moteurs de recherche traditionnels, une approche sous forme d'intervalles est utilisée pour représenter le rang des résultats. Par exemple, les 10 premiers résultats possèdent la même hauteur de bâtiment. En effet, deux résultats de rangs consécutifs n'étant pas forcément voisins sur l'interface, le choix de deux hauteurs légèrement différentes n'aurait pas apporté d'information à l'utilisateur ; ce dernier étant incapable de différencier visuellement les deux hauteurs. La disposition au sol des bâtiments est basée sur le calcul d'une carte auto-organisatrice [KOH 95]. Cet algorithme d'organisation des résultats permet un découpage de la ville en quartiers qui représentent chacun un groupe de résultats similaires. Et, d'après les propriétés de l'algorithme, deux quartiers voisins contiennent des résultats aussi proches que possible. De plus, un post-traitement de la carte auto-organisatrice permet de créer des zones « thématiques » sur la carte qui sont matérialisées par différentes couleurs sur le sol des quartiers [BON 05b]. La métaphore 3D est accompagnée de parties 2D telles que le plan de la ville, la zone d'expression de la requête (et des différents paramètres) ou encore l'affichage contextuel des informations sur les résultats (URL, *snippet*, mots-clés). D'ailleurs l'affichage contextuel des informations sur le résultat sélectionné est accompagné de l'affichage d'informations sur des résultats voisins et donc sémantiquement proches. La navigation dans la scène 3D n'est pas contrainte, l'utilisateur est donc libre de ses mouvements. De plus, le plan 2D est interactif et permet ainsi de faciliter les déplacements vers les différents quartiers. Il est aussi possible de visualiser les images contenues dans une page Web *via* une autre métaphore 3D utilisant le concept d'une galerie et possédant une navigation contrainte. La figure 5(b) donne un aperçu de cette métaphore qui a cependant été détournée de son but initial afin de visualiser, sous forme 3D, la liste des résultats proposée par les moteurs de recherche traditionnels. Plus de précisions sur cette métaphore de ville se trouvent dans [BON 05a, BON 05b].

Actes de la huitième conférence Hypermedias Hypertexts, Products, Tools and Methods (H²PTM'05), pages 325-339, Paris, France, Novembre 2005.

(a) Métaphore de ville (b) Métaphore de galerie

Figure 5. *Métaphores 3D de visualisation des résultats de recherche.*

3.2. *Discussion*

Le regroupement des résultats similaires (du point de vue de leur sens) au sein de mêmes zones de la carte auto-organisatrice (et donc de la ville) offre de multiples avantages. Il permet notamment à l'utilisateur de retrouver plus rapidement l'information pertinente, et d'avoir un classement distinct des résultats dans les différentes zones. Ainsi, il n'est plus nécessaire de comparer des résultats traitant de thèmes différents, ce qui est encore le cas de nombreux moteurs de recherche. Un autre avantage consiste à ne plus favoriser, dans l'espace des résultats, un thème par rapport aux autres. L'organisation visuelle des résultats ou groupes de résultats est un autre atout de cette interface 3D (par rapport à une exploitation linéaire des résultats). Cela permet de diminuer les efforts de l'utilisateur par un placement des informations sémantiquement proches dans des espaces voisins sur l'interface. Dans la métaphore proposée, les capacités de la 3D sont volontairement sous-exploitées, afin de ne pas compliquer la navigation et la compréhension de l'interface. En effet, les utilisateurs sont encore peu familiers des interfaces 3D et notamment de leur mode de navigation. Par ailleurs, un rendu réaliste de la métaphore ne ferait que desservir notre objectif.

4. Évaluation

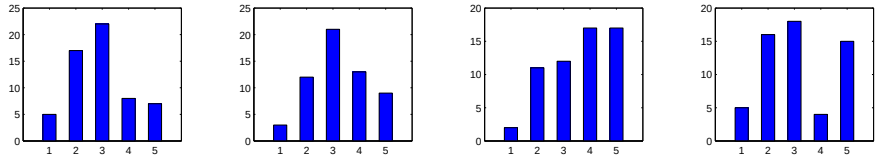
La métaphore 3D de visualisation présentée dans la section 3 est intégrée dans un prototype dont l'objectif est de proposer et d'évaluer de nouvelles méthodes de restitution des résultats de recherche. Ce prototype, décrit dans [BON 05a], permet de générer dynamiquement des visualisations mixtes (2D et 3D) et son utilisation ne requiert qu'un navigateur VRML (ainsi qu'un environnement d'exécution *Java* que possède déjà la majorité des ordinateurs). Cette section s'intéresse à l'évaluation qui

est une tâche particulièrement importante dans un processus de restitution de l'information à l'utilisateur. L'évaluation de la métaphore de visualisation prend en compte des critères allant des choix graphiques à l'organisation des résultats. Un test utilisateur a été réalisé sur la métaphore proposée. Il faut cependant préciser que ce test porte sur une version antérieure à celle présentée sur la figure 5(a). Les différences majeures sont l'absence de la texture des bâtiments, de l'affichage contextuel des quatre résultats voisins et de l'interactivité du plan, ainsi qu'une organisation au sol basée sur un placement selon deux axes (domaines et mots-clés). Un extrait du test utilisateur est présenté sur la figure 6. Pour chaque question, l'utilisateur doit donner une note comprise entre 1 et 5, ou éventuellement ne pas se prononcer. La moyenne des notes, par question, se situe globalement entre 3 et 4. D'un point de vue général, il semble que les utilisateurs ont tendance à favoriser les notes centrales au détriment des notes extrêmes. Ce test révèle cependant que les utilisateurs ne trouvent pas d'inconvénient majeur à utiliser notre interface 3D. Le choix de la métaphore de la ville est d'ailleurs plutôt bien accepté (figure 6(f)) malgré la nécessité d'améliorer certains points tels que les déplacements dans la métaphore (figure 6(g)) ou la clarté du prototype (figure 6(a)). D'après la figure 6(d), les capacités de l'utilisateur doivent mieux être prises en compte ou alors il faut mieux cibler le public visé par cette métaphore. Enfin il semble que les utilisateurs soient prêts à utiliser des degrés d'abstraction sur les résultats tels que le *clustering* (figure 6(h)), ce qui est pris en compte dans la métaphore proposée en section 3. Ce test utilisateur, basé sur les propositions de [SHN 98] en matière d'évaluation d'interfaces, peut probablement être amélioré en y intégrant des questions plus spécifiques aux interfaces 3D de restitution de résultats de recherche et des scénarios d'utilisation. Concernant les interfaces de restitution, un projet intéressant serait de mettre en place une campagne d'évaluation similaire à celles existantes pour évaluer la qualité des résultats obtenus, telles que TREC[6],CLEF[7] ou INEX[8]. Cependant, cela nécessite de définir préalablement les critères d'évaluation [CHE 05].

5. Critères spécifiques aux métaphores 3D

L'affichage des résultats de recherche dans un espace 3D implique la prise en compte d'un ensemble de critères spécifiques. En général, il n'est pas évident de prendre en compte tous ces critères de façon optimale. Un compromis doit donc être trouvé. L'objectif de cette section est d'identifier les principaux critères spécifiques à l'utilisation d'interfaces 3D pour la visualisation de résultats de recherche, afin de proposer une aide à la construction de telles interfaces. Il faut également préciser que le problème des occultations n'est pas mentionné explicitement dans cette section, étant donné qu'il s'agit d'un problème récurrent, présent dans plusieurs critères tels que le placement des résultats, la navigation ou encore le choix de la métaphore. L'attitude

6. Text REtrieval Conference, http ://trec.nist.gov
7. Cross-Language Evaluation Forum, http ://clef.isti.cnr.it
8. Initiative for the Evaluation of XML Retrieval, http ://inex.is.informatik.uni-duisburg.de/2005/

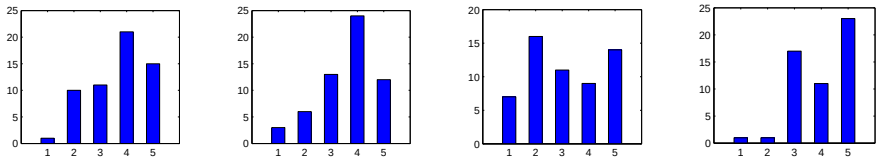


(a) Clarté d'utilisation du prototype (NE=1)

(b) Facilité d'utilisation du prototype (NE=2)

(c) Apprendre à utiliser le prototype (NE=1)

(d) Destiné à tous les niveaux d'utilisateurs (NE=2)



(e) Compréhension de la métaphore ville (NE=2)

(f) Pertinence de la métaphore ville (NE=2)

(g) Déplacements dans la métaphore ville (NE=3)

(h) Utilité d'une visualisation regroupant certaines pages Web (NE=7)

Figure 6. *Extraits du test utilisateur réalisé sur 60 personnes d'âges et de professions différents. La valeur **1** correspond à la plus mauvaise note et la valeur **5** à la meilleure note. La valeur **NE** représente les réponses non exprimées.*

à adopter consiste généralement à minimiser ou prioriser ces occultations, ainsi qu'à proposer différents points de vue.

Choix de la métaphore. Il existe une grande liberté dans le choix de la métaphore. Cependant certaines métaphores sont préférées pour leur aspect cognitif, telles que les métaphores de livre, de bibliothèque, de ville ou plus généralement les métaphores géographiques. Ces dernières permettent notamment de fournir une cartographie de l'information en proposant à l'utilisateur une métaphore qu'il connaît déjà. Le choix de métaphores appartenant au monde réel pose cependant un problème : celui du réalisme du rendu. Ce piège doit être évité en proposant justement une visualisation respectant les principes de la métaphore sans pour autant chercher à ressembler graphiquement à la réalité. En effet, plus la visualisation tentera d'être réaliste, plus l'utilisateur identifiera des incohérences et sera alors détourné de son but initial qu'est

la recherche d'information. La métaphore doit donc être au service des fonctionnalités et non à la recherche du réalisme.

Placement des résultats. Deux types de placement se distinguent principalement. Le premier consiste à positionner les résultats dans l'espace en utilisant les 3 dimensions. Les distances entre les résultats doivent donc être évaluées par l'utilisateur dans un espace tridimensionnel. Or il s'avère que cette évaluation n'est pas triviale et nécessite souvent d'avoir plusieurs points de vue. C'est pourquoi le second type de placement est plus apprécié. Il consiste à placer les résultats sur un plan 2D. La troisième dimension n'est alors pas nécessaire pour évaluer les distances entre les résultats, ce qui rapproche l'utilisateur du monde réel, notamment pour certaines métaphores comme celle de la ville. En effet, se déplacer dans une ville revient à se déplacer au sol (information 2D) et ensuite la troisième dimension est éventuellement utilisée. L'idée est donc de respecter cette habitude en se servant de la troisième dimension uniquement pour représenter une information supplémentaire telle que la pertinence, mais pas une information relative au placement.

Navigation. Cet aspect pose généralement moins de problèmes pour les interfaces 2D où la navigation est restreinte aux déplacements 2D et au zoom. Le passage à une interface 3D donne la possibilité à l'utilisateur de se déplacer selon le troisième axe, ce qui permet alors une immersion de l'utilisateur dans l'espace des résultats (et augmente le phénomène d'occultations). Les interfaces 3D offrent aussi généralement plusieurs modes de navigation (tels que le survol ou la marche au sol), ainsi que la possibilité d'effectuer des rotations. L'absence d'interfaces 3D grand public, excepté les jeux, rend l'utilisateur peu familier avec les environnements 3D et avec leur manipulation (navigation et interaction). De plus les moyens d'interaction ne sont pas vraiment adaptés à la navigation 3D (souris, écran), comme en témoigne l'utilisation de la souris proposée par les navigateurs VRML. Des travaux proposant d'autres types d'interaction pour la navigation ont été réalisés, tels que [SPA 02] pour la navigation dans une ville, mais sans réel succès pour l'instant. De plus, il est très probable que la mise en œuvre de nouveaux moyens d'interaction nécessitera de nouveaux équipements pour les ordinateurs actuels. Il faut aussi préciser que ces moyens d'interaction ne doivent pas se traduire par des contraintes trop fortes sur les utilisateurs pour être acceptés.

Position initiale. Il faut placer l'utilisateur dans l'espace des résultats. Ce placement peut se faire à l'intérieur ou à l'extérieur de la scène ; cependant le deuxième choix permet d'avoir une vue d'ensemble des résultats. Le choix peut aussi être guidé par la thématique la plus importante, les résultats les plus pertinents, la meilleure position pour un aperçu de l'ensemble des résultats, la présence de signets dans les résultats...

Immersion. Une interface 3D peut proposer une immersion de l'utilisateur dans la scène ou alors se contenter de lui proposer une manipulation 3D de l'extérieur de la scène. L'immersion de l'utilisateur dans l'environnement 3D entraîne rapidement

une perte de repères. Il faut alors l'aider à se repérer en lui proposant, par exemple, sa position sur un plan 2D ou encore des points de repères dans la scène.

Performances. Les performances de la 3D ne représentent plus aujourd'hui un handicap au choix de ce type d'interface. Par exemple, dans notre cas, l'organisation des résultats est une tâche plus coûteuse que la génération et l'affichage de l'interface 3D. Par contre, il faut faire attention à la taille du fichier contenant l'environnement 3D, plus particulièrement lorsque sa création se fait sur le serveur. Le cadre applicatif n'impose pas d'avoir des scènes 3D réalistes, ce qui permet de sous-exploiter les capacités de la 3D et donc d'avoir des performances acceptables.

Utilisateur. La prise en compte de l'utilisateur n'est pas propre à la visualisation 3D de résultats mais il s'agit plutôt d'un critère général à toute IHM. Dans notre cas, il faut que tous les choix en matière d'affichage répondent à une attente de l'utilisateur. Par ailleurs, il faut également tenir compte de la catégorie de l'utilisateur, c'est-à-dire de l'ensemble de ses capacités, afin d'adapter la visualisation. Le respect de ce critère s'évalue généralement par des tests utilisateurs (*c.f.* section 4).

6. Discussion

Cet article fait le point sur les interfaces 3D de visualisation des résultats de recherche. Nous proposons aussi une métaphore 3D de type ville, permettant de visualiser efficacement les résultats grâce notamment à l'organisation des résultats et à l'utilisation d'une métaphore cognitive. Afin de situer les utilisateurs par rapport aux approches 3D, une évaluation de notre métaphore est présentée. Elle va aussi permettre d'améliorer certains points de notre approche tels que la navigation. Cet article propose également une liste des principaux critères à prendre en compte lors de la réalisation d'une interface 3D pour visualiser les résultats d'une recherche. Ces critères montrent les différents choix possibles et leurs conséquences. Ils pourraient être un point de départ pour s'interroger sur la définition de spécifications liées à ces interfaces 3D.

Cependant beaucoup de chemin reste à parcourir dans ce domaine. Il sera notamment intéressant de suivre l'évolution de ces métaphores 3D avec le Web sémantique qui va permettre d'enrichir les interfaces de restitution [LEG 02]. De même, la personnalisation des résultats étant à la mode, les interfaces 3D peuvent proposer des espaces personnalisables de restitution des résultats. Ainsi, chaque utilisateur pourrait avoir sa propre représentation virtuelle du Web. Les interfaces 3D permettent, grâce à leur caractère immersif, d'impliquer plus fortement l'utilisateur dans l'espace de ses résultats de recherche. Elles sont aussi un atout pour représenter l'aspect collaboratif d'une recherche, en proposant de partager l'espace des résultats avec d'autres utilisateurs. Ces derniers peuvent être représentés par des avatars, faisant ainsi appel à notre mode naturel de communication. Cette perspective rapproche alors les espaces 3D de visualisation de résultats de recherche à ceux des jeux vidéo. L'aspect collaboratif peut aussi se décliner par un partage d'informations ou d'espaces de recherche, ce

Actes de la huitième conférence Hypermedias Hypertexts, Products, Tools and Methods (H²PTM'05), pages 325-339, Paris, France, Novembre 2005.

qui représente une application possible des réseaux *peer to peer*. La visualisation des résultats de recherche, ainsi que les interactions qui peuvent y être associées, restent donc un challenge à relever pour les moteurs de recherche. En effet, les moteurs « traditionnels » tardent à proposer de nouvelles interfaces de visualisation innovantes... et si la réponse venait de l'ambitieux projet franco-allemand *QUAERO*[9] ?

7. Bibliographie

[BEN 95] BENFORD S., SNOWDON D., GREENHALGH C., INGRAM R., KNOX I., BROWN C., « VR-VIBE : A Virtual Environment for Co-operative Information Retrieval », *Computer Graphics Forum (Proc. Eurographics'95)*, vol. 14, n° 3, 1995, p. 349-360.

[BEN 99] BENFORD S., TAYLOR I., BRAILSFORD D., KOLEVA B., CRAVEN M., FRASER M., REYNARD G., GREENHALGH C., « Three Dimensional Visualization of the World Wide Web », *ACM Computing Surveys*, vol. 31, n° 4es, 1999.

[BON 05a] BONNEL N., COTARMANAC'H A., MORIN A., « Gestion et visualisation des résultats d'une requête », *Actes de l'atelier Visualisation et Extraction de Connaissances - EGC'05*, 2005, p. 37-47.

[BON 05b] BONNEL N., COTARMANAC'H A., MORIN A., « Meaning Metaphor for Visualizing Search Results », *IV'05 : Proceedings of the 9th International Conference on Information Visualisation*, IEEE Computer Society, 2005, p. 467-472.

[BOY 02] BOYACK K. W., WYLIE B. N., DAVIDSON G. S., « Domain visualization using VxInsight for science and technology management », *JASIST*, vol. 53, n° 9, 2002, p. 764–774, John Wiley & Sons, Inc.

[CAR 96] CARD S. K., ROBERTSON G. G., , YORK W., « The WebBook and the Web Forager : An Information Workspace for the World-Wide Web », *CHI'96 : Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM Press, 1996, p. 111–ff.

[CHE 02] CHEVALIER M., « Interface adapative pour l'aide à la recherche d'information sur le web », Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 2002.

[CHE 05] CHEVALIER M., HUBERT G., « Evaluation d'une interface de restitution de recherche : Quelles conclusions en tirer ? », *Actes de l'atelier Visualisation et Extraction de Connaissances - EGC'05*, 2005, p. 15-27.

[CUG 96] CUGINI J., PIATKO C., LASKOWSKI S., « Interactive 3D Visualization for Document Retrieval », *Proc. of the Workshop on New Paradigms in Information Visualization and Manipulation, ACM CIKM*, 1996.

[CUG 00] CUGINI J., LASKOWSKI S., SEBRECHTS M., « Design of 3D Visualization of Search Results : Evolution and Evaluation », *Proc. of IST/SPIE's Int. Symp. : Electronic Imaging 2000 : Visual Data Exploration and Analysis*, 2000.

[HEA 97] HEARST M., KARADI C., « Cat-a-Cone : An Interactive Interface for Specifying Searches and Viewing Retrieval Results using a Large Category Hierarchy », *Proc. of the 20th Ann. Int. ACM/SIGIR Conference*, 1997, p. 246-255.

[IPR 04] IPROSPECT, « iProspect's Search Engine User Attitudes Survey Results », White paper, 2004.

9. http ://www.gtfa-2005.com/

[KOH 95] KOHONEN T., *Self-Organizing Maps*, Springer, 1995.

[LEG 02] LE GRAND B., SOTO M., « Visualisation of the Semantic Web : Topic Maps Visualisation », *Proc. of Int. Conf. on Information Visualisation*, 2002, p. 344-.

[MAC 91] MACKINLAY J. D., ROBERTSON G. G., CARD S. K., « The perspective wall : detail and context smoothly integrated », *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM Press, 1991, p. 173–176.

[MOT 03] MOTHE J., CHRISMENT C., DOUSSET B., ALAUX J., « DocCube : multi-dimensional visualisation and exploration of large document sets », *JASIST*, vol. 54, n° 7, 2003, p. 650–659, John Wiley & Sons, Inc.

[REK 93] REKIMOTO J., GREEN M., « The Information Cube : Using Transparency in 3D Information Visualization », *Proc. of the Third Ann. Workshop Information Technologies & Systems (WITS'93)*, 1993, p. 125-132.

[ROB 91] ROBERTSON G., MACKINLAY J., CARD S., « Cone Trees : Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information », *Proc. of ACM CHI'91 Human Factors in Computing Systems Conference*, ACM Press New York, 1991, p. 189-194.

[SHN 98] SHNEIDERMAN B., *Designing the User Interface*, Addison-Wesley, 1998.

[SPA 97] SPARACINO F., PENTLAND A., DAVENPORT G., HLAVAC M., OBELNICKI M., « City of News », *Proc. of the Ars Electronica Festival*, 1997.

[SPA 02] SPARACINO F., WREN C., AZARBAYEJANI A., PENTLAND A., « Browsing 3-D spaces with 3-D vision : body-driven navigation through the Internet city », *Proc. of Int. Symp. 3DPVT*, 2002, p. 224-233.

[WIZ 04] WIZA W., WALCZAK K., CELLARY W., « Periscope - A System for Adaptive 3D Visualization of Search Results », *Proceedings of the international conference on 3D Web technology*, 2004, p. 29-40.