

Un dispositif de visualisation 3D immersif pour les documents numériques

Rodrigo Almeida

CNAM / CEDRIC
292 rue St-Martin
F-75003 Paris
andrad_r@auditeur.cnam.fr

Jérôme Dupire

CNAM / CEDRIC
292 rue St-Martin
F-75003 Paris
dupire_j@cnam.fr

RESUME

L'omniprésence de la 3D dans les applications récentes illustre la tendance actuelle des développements informatiques. Mais si les logiciels ont migré du plan vers l'espace, les dispositifs de visualisation n'ont pas été transformés pour accueillir au mieux cette nouvelle dimension. Nous présentons dans cet article un dispositif de visualisation destiné aux environnements en 3D. Celui-ci se compose d'un écran hémisphérique immersif pour les tâches générales et d'un écran standard pour les travaux plus fins. L'intérêt de ce système réside dans l'optimisation des activités de recherche, d'organisation et de consultation de documents numériques dans un contexte 3D. Bien que notre prototype ait été développé dans le cadre des bibliothèques numériques, il peut facilement être étendu à n'importe quel environnement de travail informationnel.

MOTS CLES : Bibliothèques numériques, visualisation, multi-écran, vision périphérique, immersion, interaction 3D.

ABSTRACT

The omnipresence of 3D graphics in recent software shows the present trend in computer development. Even if computer software has migrated from the plane to the space, visualization hardware has not been transformed to better integrate this new dimension. In this paper, we present a visualization system intended for 3D environments. It is composed by an immersive hemispherical screen for general tasks and a standard monitor for more precise interaction. The goal of this system is to enhance research, organization, and consulting activities of digital documents within a 3D context. Although our prototype has been developed in a digital library research framework, it can be easily

extended to other kinds of information tasks.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.5.2 [User Interfaces]: Graphical User Interface, Interaction Styles, Ergonomics;

GENERAL TERMS: Design, Human Factor.

KEYWORDS : Digital libraries, visualization, multiple monitors, peripheral vision, immersion, 3d interaction.

INTRODUCTION

Depuis le « manifeste » d'Adrian van Dam [13] incitant les chercheurs et les industries à investir dans le développement des interfaces utilisateurs en 3D, des progrès considérables ont été réalisés dans ce domaine. L'explosion technologique des cartes graphiques, la baisse des coûts du matériel, la multiplication des langages de programmation et de script dédiés à la 3D ont banalisé l'accès à ce type de représentation. Que ce soit au travers des jeux vidéos ou des « bureaux 3D » [12], la tendance actuelle est résolument orientée vers l'abandon progressif des représentations en 2D. Pourtant les changements dans le domaine des dispositifs de visualisation ont été très réduits. La presque totalité des utilisateurs (professionnels, chercheurs ou particuliers) est toujours équipée aujourd'hui d'écrans traditionnels de 15 ou 17 pouces. La souris, l'écran, la tablette graphique sont autant de périphériques initialement destinés à explorer les environnements en 2D. Or, pour pouvoir tirer profit et développer de nouveaux paradigmes pour la 3D, il semble important de posséder des outils adaptés.

Nous présenterons tout d'abord le dispositif qui est au centre de nos expérimentations – la *VisionStation*. Nous évoquerons ensuite les points positifs et les obstacles rencontrés lors de son utilisation. Nous décrivons l'intégration de la *VisionStation* avec un second écran, ainsi que les interactions spatiales possibles pour un environnement de consultation, dans le contexte particulier des bibliothèques numériques. Nous proposerons enfin quelques orientations pour les travaux à venir.



Figure 1 : La disposition des deux écrans et des deux souris (à gauche la souris 3D).

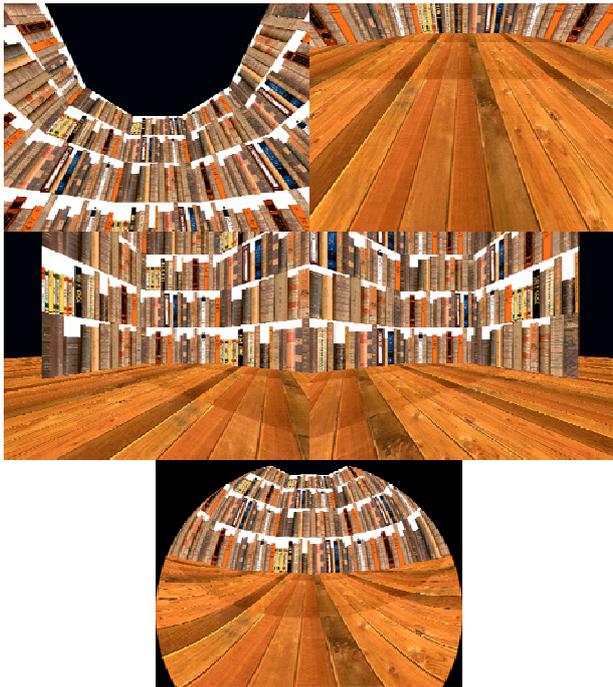


Figure 2 : Les 4 rendus initiaux et (en bas) l'image résultante de la fusion des précédentes, après déformation.

LA VISIONSTATION

Procurer à un utilisateur une meilleure immersion dans l'espace virtuel 3D nécessite de modifier les conditions de restitution visuelle de celui-ci. Patrick et al. [10] ont montré que la visualisation d'une scène qui occupe tout le champ de vision de l'utilisateur peut lui apporter une plus grande appropriation cognitive de l'espace virtuel. Dans cette perspective, seuls de rares périphériques, comme le casque de réalité virtuelle et les écrans larges, remplissaient les conditions préconisées. Notre choix s'est porté vers le système *VisionStation* (VS1024) produit par la société *Elumens* (figure 1). Ce dispositif est composé d'un écran semi-sphérique d'environ 1,5 mètre de diamètre, d'une tablette centrale sous laquelle est logé un projecteur EPSON (résolution maximale de 1024x768 pixels). Ce dernier est équipé d'une lentille spéciale de type *fish-eye* permettant de

projeter l'image sur la surface complète de l'écran [5]. Livrée avec le dispositif matériel, l'API SPI (*Spherical Projection for Images*) est destinée à traiter les images générées par l'application en vue de leur projection. Cette API est compatible avec *OpenGL* et *Direct3D*. Sans cette étape de transformation, l'image initialement destinée à un écran plat apparaîtrait déformée sur l'écran semi-sphérique. Le processus de traitement débute par le calcul du rendu de 4 points de vue de la scène 3D initiale (latéraux, supérieur et inférieur). L'étape suivante consiste à transformer chaque rendu en une texture, qui sera appliquée ensuite sur un maillage, préalablement déformé pour compenser la géométrie particulière de l'écran (figure 2). Enfin, cette image est projetée sur l'écran de la *VisionStation*, couvrant la totalité des 180° grâce à la lentille *fish-eye* du vidéoprojecteur.

IMMERSION

Dans la *VisionStation*, l'image occupe donc la totalité du champ de vision de l'utilisateur. Il est donc protégé du bruit visuel habituellement rencontré lors de l'utilisation d'écrans plats. Ceci permet d'accroître à la fois le confort d'utilisation mais aussi de faciliter la concentration sur les tâches en cours. En outre, l'augmentation de son espace virtuel de travail lui permet de rendre visible simultanément plusieurs documents. Il peut donc utiliser les régions de son champ de vision comme des éléments sémantiques pour un travail optimisé sur une information particulière [7, 9]. Cette propriété de spatialisation dans la visualisation offerte par le dôme donne à l'utilisateur une expérience plus réaliste dans la manipulation des documents. Un tel environnement procure un affichage fortement immersif, qui supprime chez l'utilisateur la sensation d'être un élément extérieur. Ainsi « plongé » dans cet espace, il peut mieux appréhender les différents objets, en transférant ses habitudes cognitivo-comportementales concernant leur manipulation, leur organisation et leur exploitation dans l'espace. Ce phénomène est d'autant plus important lorsqu'il s'agit d'utilisateurs novices qui ne sont pas habitués aux représentations de scènes en 3D.

OBSTACLES

Le principal inconvénient rencontré dans l'utilisation de la *VisionStation* comme outil de consultation de documents numériques est la résolution de l'image projetée. Elle est au maximum de 1024 x 768 pixels (limitation du vidéoprojecteur). Cette résolution reste très satisfaisante pour des applications comme les simulateurs de vol, les jeux vidéo et de manière plus générale, pour l'affichage d'images animées. Par contre, lors d'un travail plus précis sur des documents, textuels ou graphiques, la qualité de l'image perçue devient un critère essentiel pour le confort et la bonne compréhension des informations par l'utilisateur. Mutter et Maurutto montrent que la vitesse de lecture sur un écran

d'ordinateur est proportionnelle à la résolution de l'image affichée [8]. C'est dans ce contexte particulier que la *VisionStation* montre ses limites. On peut en effet discerner à l'affichage le détail des pixels projetés (figure 3). Ce phénomène constitue un obstacle important à l'utilisation de ce dispositif, dans cette configuration, pour ce type d'application.

Baudisch et al. [1] ont proposé un dispositif composé de matériel courant (un vidéoprojecteur, un écran de projection et un moniteur) permettant de projeter simultanément une vue globale de la scène et une partie de celle-ci à une résolution plus élevée. Ce système a été testé pour la visualisation et le travail informationnel en 2D tel que l'analyse de cartes ou d'images satellitaires. Ce dispositif ne semble pas approprié pour gérer simultanément des contextes différents, la vue détaillée étant inévitablement une partie de l'image globale. De plus, le problème du bruit visuel lié aux écrans traditionnels se retrouve encore un peu dans ce système.

Fort de ces constats, nous avons ajouté à notre dispositif un écran plat (TFT 17 pouces). Celui-ci est capable

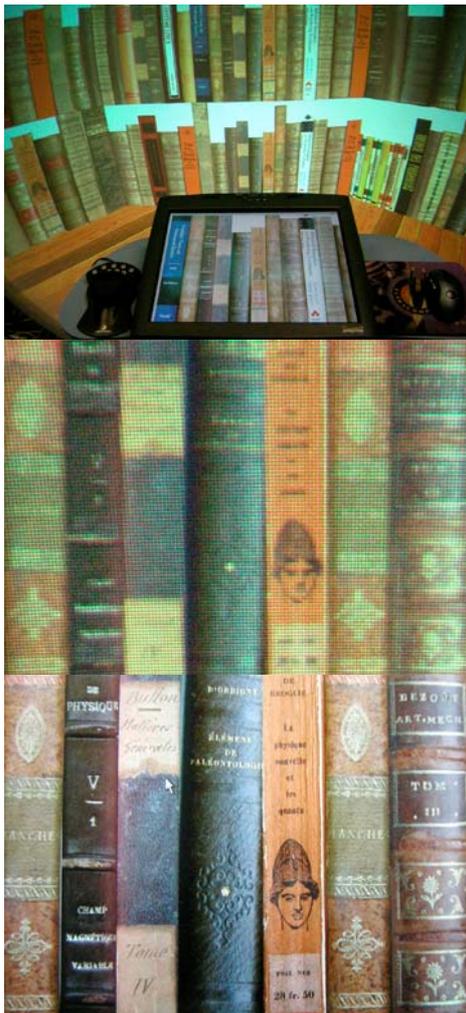


Figure 3: En haut, la vue globale de la scène sur la *VisionStation*. Au milieu, le détail de livres au centre de la projection. En bas, la même partie de l'image affichée sur l'écran plat. Noter les différences dans la qualité des images affichées.

d'afficher des résolutions plus fines que la *VisionStation* (jusqu'à 1280x1024). Nous avons donc envisagé l'utilisation de ce moniteur pour différentes tâches. Il pourrait permettre d'afficher une partie de la scène 3D, qui nécessiterait des conditions compatibles avec un travail sur les documents (confort visuel), ou d'isoler une partie de la scène, permettant une vision précise et plus détaillée de celle-ci. Nous pourrions, d'autre part, permettre à l'utilisateur d'accéder, par cet affichage complémentaire, à des éléments d'interaction non disponibles dans la vue globale.

FENETRES ET ECRANS

Pour les fonctions de fenêtrage et la gestion des interactions de notre prototype, nous avons utilisé la bibliothèque GLUT (OpenGL Utility Toolkit) [6]. Pour travailler dans un modèle bi-écran, nous avons créé deux contextes et associé chacun à une fenêtre. Pour chaque fenêtre, nous avons spécifié des fonctions de projection différentes. Malgré le fait que les deux fenêtres utilisent la même description de la scène, elles ont chacune leur champ de vision spécifique. La fenêtre destinée à la *VisionStation* utilise les fonctions d'affichage et de projection issues de l'API SPI alors que la fenêtre spécifiée pour l'écran normal utilise les fonctions de projection d'OpenGL et de la bibliothèque GLU (*OpenGL Utility Library*), pour un champ de vision de 30 degrés. Enfin, pour permettre l'affichage en bi-écran, nous avons utilisé une carte graphique *NVIDIA Quadro FX3000*, montée sur un PC (P4, 2,4 GHz, 512 RAM). Nous avons choisi de placer le deuxième écran sur la tablette de la *VisionStation*. L'avantage d'une telle configuration est de conserver à la fois l'immersion de l'utilisateur dans la scène 3D et la possibilité de travailler sur une image en haute résolution. Cela permet enfin d'associer ou de différencier le travail de l'utilisateur sur chaque visualisation.

IMPLEMENTATION-EXPERIMENTATION

Dans des travaux précédents, notre équipe a étudié de nouveaux modèles d'interaction en 3D, en particulier dans le domaine des bibliothèques numériques [3, 4]. Nous nous sommes servis de ces travaux comme support pour tester l'organisation des différentes fonctionnalités liées aux deux affichages. Le modèle d'organisation de la scène est cylindrique et correspond à celui décrit en [11]. L'affichage de cet espace se fait sur la *VisionStation*, et permet de visualiser une collection de livres. Ceux-ci sont identifiables par leur tranche, et organisés en « étagère ». L'affichage sur l'écran plat permet, après sélection d'un ouvrage, de le consulter avec un confort visuel adéquat (résolution élevée). Afin d'optimiser la navigation dans l'espace virtuel, nous avons décidé d'utiliser une « souris 3D » (*SpaceMouse Plus* de *3dConnexion* - figure 2). GLUT ne reconnaissant pas ce périphérique, nous avons utilisé une version modifiée de cette bibliothèque [2] afin de pouvoir intégrer ce périphérique. La *SpaceMouse*

permet d'accéder facilement aux mouvements de translation et de rotation selon et autour des 3 axes. Pour notre prototype, nous avons choisi de contraindre les mouvements afin de faciliter les « déplacements ». L'utilisateur a donc à sa disposition les translations selon les 3 axes et la rotation autour de l'axe vertical. Cette dernière offre la possibilité pour l'utilisateur de percevoir très rapidement tout l'environnement qui l'entoure. De telles contraintes sont nécessaires afin d'éviter que l'utilisateur se "perde" dans cet espace. Enfin, des techniques de gestion de collisions ont été utilisées pour restreindre son mouvement au volume interne du cylindre dans lequel se trouve notre bibliothèque.

CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

Cette première étude sur l'utilisation de nouveaux périphériques d'affichage nous offre de nouvelles opportunités en termes de visualisation et d'interaction. Parfaitement adaptée au rendu des scènes 3D, ce dispositif doit cependant être complété sur différents aspects. Tout d'abord, nous souhaiterions optimiser la relation de l'utilisateur vis à vis des deux écrans. Quelles pourrait être la répartition la plus efficace des tâches associées aux différents modes d'affichage ? D'autre part, nous pensons remplacer l'écran plat par un écran tactile. Nous pourrions alors implémenter, grâce à ce dispositif, de nouvelles interactions (feuilletter d'un livre par exemple). Il serait alors possible de remplacer la souris traditionnelle par un stylet ou par la main de l'utilisateur. Ce nouveau dispositif renforcera le caractère intuitif des interactions puisqu'elles seront basées sur un vocabulaire gestuel soit déjà connu de l'utilisateur, soit facilement assimilable [9]. Enfin, afin de tirer pleinement profit de l'immersion procurée par la *VisionStation*, nous devons proposer de nouvelles fonctionnalités dans l'aspect organisationnel du travail dans la scène 3D. L'immersion procurée par ce dispositif permettrait à l'utilisateur de s'approprier la topologie de la scène 3D et de transférer naturellement ses connaissances et habitudes organisationnelles du monde physique vers cet environnement virtuel. La recherche d'information, la visualisation de grandes quantités de données, l'organisation de celles-ci relativement aux besoins et demandes de l'utilisateur sont des aspects devant être donc étudiés.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Baudisch, P., Good, N., and Stewart, P.
Focus Plus Context Screens: Combining Display Technology with Visualization Techniques.
In *Proceedings of UIST '01*, Orlando, FL, Novembre 2001, pp.31-40.
- [2] Chung, A. J.
<http://www.doc.ic.ac.uk/~ajchung>
- [3] Cubaud P., P. Stokowski and A. Topol
Binding Browsing and Reading Activities in a 3D Digital Library.
In *Proceedings Joint Conference on Digital Libraries 2002*, Portland, Oregon, USA, July 14-18, 2002.
- [4] Cubaud, P., C. Thiria and A. Topol
Experimenting a 3D Interface for the Access to a Digital Library.
In *Proceedings ACM DL*, June 23-26, Pittsburgh, PA, USA, 1998.
- [5] Elumens
The SPIClops API.
Août 2001.
- [6] GLUT - OpenGL Utility Toolkit
<http://www.opengl.org/resources/libraries/glut.html>
- [7] Mackinlay, J. D., Heer, J. and Royer, C.**Wideband Visual Interfaces: Sensemaking on Multiple Monitors.**
In *Parc Technical Report*, 2003.
- [8] Muter, P., Maurutto, P.
Reading and Skimming from computer screens: the paperless office revisited.
In *Behavior and Information Technology*, 10(4), 257-266, 1991.
- [9] O'Hara K., Sellen A.
A comparison of reading paper and on-line documents.
In *Proceedings CHI 1997*, 1997, pp. 335-342.
- [10] Patrick E., Cosgrove D. et al.
Using a Large Projection Screen as an Alternative to Head-Mounted Displays for Virtual Environments.
In *Proceedings of the SIGCHI 2000*, Avril 2000, pp. 478-485.
- [11] Topol, A.
Interfaces 3D pour les Bibliothèques Numériques.
In *Mémoire de D.E.A. Médias et Multimédia du C.N.A.M.*, Septembre 1998.
- [12] Topol, A.
Immersion of XWindow applications into a 3D workbench.
In *Proceedings ACM CHI'2000*, The Hague, Netherlands, Avril, 2000.
- [13] Van Dam, A.
Escaping flatland in user interface design.
In *Proceedings of the 1992 symposium on Interactive 3D graphics*, Cambridge, MA, Etats-Unis, 1992.