



HAL
open science

Projet TORE : de l'intention à la réalisation

Sébastien Canaud, Samuel Degrande

► **To cite this version:**

Sébastien Canaud, Samuel Degrande. Projet TORE : de l'intention à la réalisation. Journées de la Réalité Virtuelle, Oct 2018, Evry, France. hal-02489096

HAL Id: hal-02489096

<https://hal.science/hal-02489096>

Submitted on 24 Feb 2020

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.

Projet TORE: de l'intention à la réalisation

Sébastien Canaud¹

Antycip Simulation

Samuel Degrande²

CNRS / Université de Lille

RÉSUMÉ

Nous présentons le projet TORE (*The Open Reality Experience*) de l'Université de Lille, qui ambitionne de dépasser les imperfections inhérentes aux équipements immersifs de type Cave™, par la mise en œuvre d'un écran à double courbure (de forme « torique »). D'un diamètre de 8m pour une hauteur de 3m, cet écran est illuminé en rétro-projection par 20 vidéo-projecteurs [Figure 1], pour une densité d'affichage avoisinant 1 mm/pixel. Sans aucune arête, ce dispositif fait progresser l'état de l'art technologique des salles immersives.

Nous décrivons le projet dans sa globalité, depuis l'intention émise par les ingénieurs/chercheurs de l'Université de Lille à la réalisation par Antycip Simulation, en passant par les essais et validations à la fois mécaniques, optiques et logiciels.

1 INTRODUCTION

En 1992 a été conçu le Cave™ (CAVE Automatic Virtual Environment) à l'Université de l'Illinois [1]. Depuis lors, les salles de Réalité Virtuelle ont vu leur qualité grandement s'améliorer avec l'évolution de la technologie. Cependant, elles restent encore aujourd'hui majoritairement basées sur leur concept initial de forme cubique, qui simplifie leur mise en œuvre, mais qui possède des imperfections liées à l'utilisation de mur-écrans plans. En effet, l'œil perçoit les arêtes du cube et il doit sans cesse adapter sa distance focale le long des plan-écrans, ce qui influe sur la fatigue, mais surtout fournit à l'utilisateur une information, même si non consciemment perçue, sur la forme de l'environnement physique, qui peut ne pas être en cohérence avec la scène virtuelle représentée.

Dès sa fondation en 2010, le pôle Sciences et Cultures du Visuel, porté par le CNRS et l'Université de Lille, envisageait l'acquisition d'un équipement immersif. Un des axes de recherche de ce pôle concerne l'étude des aspects perceptifs, cognitifs et émotionnels de la réception des contenus visuels et des interactions avec ces contenus. Dans ce champ, la validité écologique des situations simulées revêt une grande importance. Si les environnements virtuels immersifs sont reconnus comme pouvant offrir un haut niveau de validité écologique, les artefacts de ces équipements posent cependant question quant à leur impact sur les résultats des expérimentations menées, en particulier pour les études sur la perception [2].

Seuls quelques équipements ont exploré d'autres dispositions d'écrans. On citera, entre autre, sur la base de forme cylindrique, le CAVE2 de l'Université d'Illinois composé d'un cylindre formé d'écrans LCD [3], ou encore « The Yurt » de Brown University utilisant un écran cylindrique surmonté d'un toit conique [4]. Quelques rares projets ont envisagé de

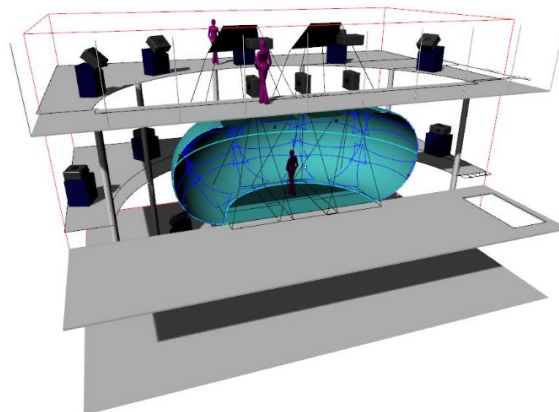


Figure 1: Représentation 3D du système avant réalisation

remplacer les arêtes par des *arrondis*, tels que le « DISH » de Disney Imagineering, ou le « Panolab » du Max Planck Institute for Biological Cybernetics de Tübingen [5]. Ces derniers conservent cependant une forme globalement plane pour les écrans.

Pour aller au-delà, Antycip Simulation et l'Université de Lille ont étudié et installé un écran à double courbure, à travers plusieurs années de travail collaboratif Industrie/Recherche.

2 MÉTHODOLOGIE

Antycip Simulation a rapidement éliminé l'option d'un Cave™ de quatre ou cinq faces pour proposer un concept de demi-sphère aplatie aux deux pôles offrant une surface de projection homogène à 180 degrés, de forme « torique » [Figure 1].

Deux défis technologiques devaient être levés pour assurer la réalisation de ce projet : la possibilité de construire l'écran par assemblage de plusieurs *pièces* (l'utilisation d'un unique moule complet et le transport d'un écran formé d'une seule pièce étant peu envisageables), et la possibilité d'assurer une déformation dynamique temps-réel de l'image projetée (la déformation étant nécessairement à calculer en fonction de la position de l'utilisateur).

L'Université de Lille désirait également vérifier que la forme *doublement-arrondie* d'un tel écran n'aurait pas d'influence notable sur la perception des surfaces planes (tels que les murs d'une pièce).

Il a donc été convenu de réaliser un *Proof Of Concept* (POC) répondant au cahier des charges, et permettant de valider la capacité d'Antycip de réaliser l'écran complet [Figure 2].

La livraison du POC a été effectuée au bout d'une année de travail durant laquelle chaque étape était validée par l'Université de Lille.

3 ÉTAPES DE LA RÉALISATION

La surface de projection est composée d'éléments acryliques en forme de pétales collés avec de l'acrylique liquide. Une fois le matériau durci après refroidissement, l'ensemble a été poncé pour obtenir une surface homogène sans jointure visible. Au total ce sont 10 écrans de 30mm d'épaisseur (dont 8 courbés) qui ont été livrés sur place avant d'être assemblés. Antycip

¹ sebastien.canaud@antycipsimulation.com

Antycip Simulation, 9 av du marais, 95100 Argenteuil, France

² samuel.degrande@univ-lille.fr,

Univ. Lille, CNRS, Centrale Lille, UMR 9189 – CRISTAL
Centre de Recherche en Informatique Signal et
Automatique de Lille, F-59000 Lille, France

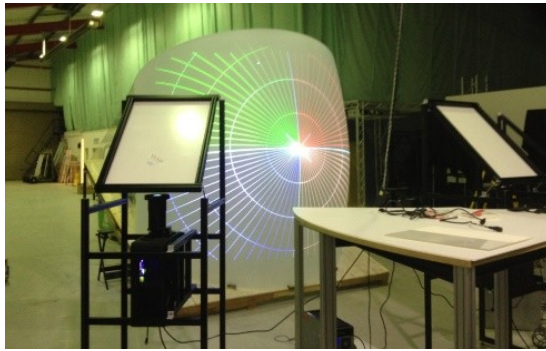


Figure 2: Réalisation d'1/4 du système pour tests et études

Simulation a dû concevoir un outillage sur mesure permettant cet assemblage.

Les équipes d'Antycip ont ensuite testé différentes couches de projections appelées « coating » avant d'opter pour celle qui offrait les meilleures performances. Une fois montée, la structure a été complétée par 20 projecteurs Tri-DLP Christie.

Les logiciels classiques de warping et blending n'ayant pas été conçus pour gérer une telle surface utilisant 20 canaux de projection, Antycip a développé un plugin unique et adapté au TORE via son partenaire d'auto-calibration [Figure 3].

La dernière étape a consisté à intégrer le tracking dans la solution finale. Ici, Antycip Simulation a sélectionné des lunettes 3D actives permettant de restituer au mieux le contenu. Le positionnement des caméras a été étudié afin d'avoir la plus faible empreinte possible sur les champs de vue de l'utilisateur. Il était rédhibitoire de placer des caméras face à l'utilisateur, car cela aurait d'une part capté son attention visuelle, et d'autre part nécessité de percer l'écran (ce qui l'aurait fragilisé).

Ce projet a permis de coucher sur le papier des idées nouvelles :

- Géométrie : nouvelle forme très immersive
- Principe optique : traversée de la lumière dans différents matériaux
- Mathématique : calcul de déformation géométrique temps réel
- Tracking : mise en place d'un système hors du champ de vue
- Déformation géométrique automatisée sur surface quelconque

4 PREMIÈRES CONSTATATIONS

De réelles évaluations de ce nouvel équipement n'ont pas encore été menées. L'observation, non formelle, du comportement des premiers visiteurs du TORE permet cependant de relever deux points remarquables.

Lorsque des visiteurs non informés arrivent devant l'écran, ils ne sont pas en mesure de définir la forme de l'écran, ni sa profondeur. Ils n'arrivent à en prendre réellement conscience qu'en allant voir l'écran par l'arrière (dans la zone technique) [Figure 4]. D'autre part, après quelques minutes d'utilisation d'une application nécessitant une navigation virtuelle, plusieurs utilisateurs se sont *retournés* vers les murs du bâtiment d'accueil, afin de se re-situer dans l'espace.

Ces premières constatations nous permettent d'avancer que la forme particulière de l'écran fait perdre toute référence spatiale à l'utilisateur, ce qui est bien l'intention première du projet. On retrouve alors les mêmes sensations d'*infini* que celles obtenues dans les installations *Infinity Environment* de l'artiste Doug Wheeler.



Figure 3: Visualisation d'une scène après calibration



Figure 4: Vue de l'arrière du TORE

Des évaluations formelles permettant de comparer le TORE avec les équipements de forme cubique sont maintenant à mener.

5 CONCLUSION

Sans faces planes, sans arêtes, les barrières visuelles rappelant la réalité disparaissent. Le visiteur entre dans une simulation où l'immersion est totale. Ceci est valable à la fois pour le domaine de la réalité virtuelle et celui de la simulation immersive.

Avec le projet TORE, Antycip Simulation et l'Université de Lille ouvrent un nouveau concept de système immersif inédit, offrant de multiples perspectives à un grand nombre de secteurs tels que la recherche, l'architecture, la construction, le design, l'automobile, l'aéronautique ou encore l'énergie.

REMERCIEMENTS

Ce projet a été financé par le PIA, ANR (ANR-11-EQPX-0023), le FEDER (FEDER-Presage 41779) et la Métropole Européenne de Lille.

RÉFÉRENCES

- [1] C. Cruz-Neira, D. J. Sandin, T. A. DeFanti, R. V. Kenyon, and J. C. Hart. The cave: audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, 35(6):64-72, 1992.
- [2] J.M. Loomis, J.J. Blascovich, A.C. Beall. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. In *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(4):557-564, 1999.
- [3] K. Reda, A. Febretti, A. Knoll, J. Aurisano, J. Leigh, A. Johnson, M. Papka, and M. Hereld. Visualizing large, heterogeneous data in hybrid reality display environments. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, 33(4):38-48, 2013.
- [4] A. Kenyon, J. Van Rosendale, S. Fulcomer, D. Laidlaw. The Design of a Retinal Resolution Fully Immersive VR Display. In *IEEE Virtual Reality 2014*, pages 69-90, March-April 2014.
- [5] <http://www.cyberneum.de/research-facilities/panolab.html>