



# **Technologies d'aujourd'hui et de demain pour la numérisation et la manipulation de modèles 3D**

Jean-Baptiste de La Rivière, Marc Audonnet

## **► To cite this version:**

Jean-Baptiste de La Rivière, Marc Audonnet. Technologies d'aujourd'hui et de demain pour la numérisation et la manipulation de modèles 3D. Virtual Retrospect 2007, Robert Vergnienx, Nov 2007, Pessac, France. pp.95-99. <hal-01766367>

**HAL Id: hal-01766367**

**<https://hal.science/hal-01766367v1>**

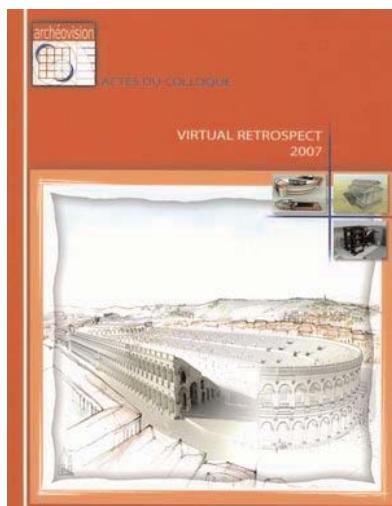
Submitted on 18 Apr 2018

**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.



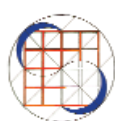
HAL Authorization



Vergnienx R. et Delevoie C., éd. (2008),  
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2007,  
Archéovision 3, Editions Ausonius, Bordeaux

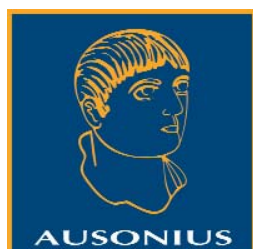
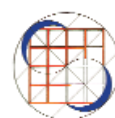
## Tiré-à-part des Actes du colloque Virtual Retrospect 2007

Pessac (France) 14, 15 et 16 novembre 2007



J.-B. de la Rivière, M. Audonnet

*Technologies d'aujourd'hui et de demain pour la numérisa-  
tion et la manipulation de modèles 3D* ..... pp.95-99



Conditions d'utilisation :  
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage  
personnel et non commercial.  
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation préalable.  
Contact : [virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr](mailto:virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr)

<http://archeovision.cnrs.fr>



# Technologies d'aujourd'hui et de demain pour la numérisation et la manipulation de modèles 3D

Jean-Baptiste de la Rivière, Marc Audonnet  
Responsable R&D, Responsable Commercial  
Immersion SAS

12 rue Feaugas 33000 Bordeaux

<http://www.immersion.fr>

[Jb.delariviere@immersion.fr](mailto:Jb.delariviere@immersion.fr), [marc.audonnet@immersion.fr](mailto:marc.audonnet@immersion.fr)

**Résumé :** L'intérêt d'utiliser des maquettes virtuelles en lieu et place d'objets réels n'est plus à démontrer. Leur valorisation repose cependant sur de nombreux outils logiciels, mais également matériels. Se reposant sur notre longue expérience dans le domaine du matériel de Réalité Virtuelle, cet article a pour objectif de décrire les solutions existantes et futures qui facilitent et optimisent la numérisation et l'utilisation du modèle 3D. Il abordera chacune des étapes de la chaîne de simulation, et détaillera ainsi l'étape de numérisation, les interfaces de visualisation et les outils d'interaction.

**Mots-clés :** matériel, numérisation, interaction, visualisation

**Abstract :** Virtual mockups show numerous advantages against the manipulation of real archeological objects. However, using them in the best way require various software tools, but also the correct and most efficient hardware. Relying on our long experience in the virtual reality hardware domain, this paper describe the various solutions from today and the ones that will be available tomorrow, which will help the digitization process and enhance the use of 3D models. The paper therefore copes with every aspect of the simulation work by detailing the digitization step, the various visualization interfaces and the interaction tools.

**Keywords :** hardware, 3D scanners, interaction, visualization

## INTRODUCTION

L'étude de maquettes virtuelles et d'objets 3D permet de s'affranchir de nombreuses contraintes. Cependant, avant d'offrir à l'expert ou au spectateur une restitution fidèle des objets originaux, une étape cruciale de numérisation est nécessaire. Observer ces différents modèles nécessite ensuite un équipement de visualisation adéquat, comme leur manipulation requiert des périphériques d'interaction adaptés au public visé.

En tant que distributeur et développeur de solutions matérielles innovantes dédiées au domaine de la Réalité Virtuelle, Immersion se propose de synthétiser les solutions matérielles existantes permettant de répondre à ces problématiques. Notre expérience, composée de résultats d'une veille

technologique constante, d'expérimentations et études internes, comme d'échanges quotidiens avec nos différents clients, nous permet de décrire tant les solutions classiques mais efficaces que les dernières évolutions technologiques.

Nous aborderons ainsi les différentes solutions de visualisation, des écrans LCDs aux murs d'images. Nous décrirons les solutions d'interaction avec les modèles 3D, des classiques Space Navigator aux plus innovantes dalles tactiles. Nous nous pencherons également sur les différentes options pour la numérisation.

## NUMÉRISATION

Tout utilisateur aura le choix entre deux familles d'outils de numérisation différents : les scanners palpables et les scanners laser. La décision se fera suivant la taille de l'objet, la précision requise, le budget ou d'autres contraintes propres.

### Scanners Palpables

La famille des scanners palpables est constituée de bras articulés, atteignant une précision au dixième de millimètre pour un espace de travail de plusieurs mètres. À l'image des produits de Rommer ou Faros, ou encore le Microscribe d'Immersion Corporation (fig. 1) plus abordable mais un peu moins précis, ces solutions se présentent sous la forme d'un bras articulé monté sur une base et dont l'utilisateur tient l'autre extrémité, mobile, en main.

Numériser un objet à l'aide de ces scanners nécessite de déposer la pointe sur chaque point d'intérêt de l'objet source. L'opération doit être répétée pour des milliers de points pour obtenir un nuage de points suffisamment détaillé pour permettre d'en extrapoler de façon logicielle un maillage, base d'un modèle 3D exploitable. Ces solutions sont relativement onéreuses, et ne conviennent pas à tous les types de problématiques.



Fig. 1. Microscribe.

### Scanners laser

Beaucoup d'utilisateurs sont donc intéressés par les scanners laser. Ils reposent sur le principe de passage d'un rayon laser sur l'objet et de l'analyse de ses déformations. La mesure n'est donc plus ponctuelle, comme pour les scanners palpables, mais plutôt constituée d'un ensemble continu de droites superposées. Certains sont également capables d'extraire des informations de couleur, numérisant non seulement un maillage mais également sa texture associée.

C'est le cas du Minolta VI91, qui offre également une précision importante pour un prix élevé. Plus abordables, les ZScanner 700 et 800 sont transportables, permettent la manipulation de l'objet source, mais nécessitent la pose de marqueurs à sa surface. Le Fastscan est portable et positionné à un prix encore plus avantageux, mais doit supporter les inconvénients des technologies magnétiques perturbées par les objets métalliques.

### Technologies de demain

Peu de révolutions émergent, mais quelques nouvelles solutions apparaissent comme le produit alternatif laser à très bas coût que propose la société NextEngine avec son Desktop3D. De la taille d'une grosse encyclopédie, il est capable de numériser la géométrie et la texture d'un objet posé sur son plateau devant l'objectif, mais sera confronté à des problèmes de capture d'objets concaves. Notons

également que beaucoup de solutions à base de scanners palpables peuvent maintenant être complétées d'une tête laser. Ces solutions profitent ainsi de la précision des scanners palpables pour déterminer l'emplacement des têtes laser, qui sont elles-mêmes rapides et pratiques pour parcourir l'intégralité de la surface d'un objet.

Évolution récente du bras Microscribe, l'objectif du Microscribe X est de concurrencer les Rommer et Faro par une précision accrue, mais surtout par un frein électronique permettant un support automatique du bras pour réduire la fatigue occasionnée par sa manipulation.

### VISUALISATION

Numériser un objet permet de le dématérialiser et de le transformer en un maillage 3D qui puisse être interprété par n'importe quelle application. L'opération offre ainsi l'avantage d'une observation de l'objet au travers de son modèle 3D, à distance, sans risque, et d'un partage beaucoup plus facile. Cependant, pour tirer parti de tous ces avantages et nouvelles possibilités, il est nécessaire d'utiliser des méthodes d'affichage adaptées à chaque utilisation.

### Affichage de bureau

La première possibilité qui se présente est d'utiliser un des classiques écrans de PC. Le CRT, technologie phare de l'époque des vieux écrans à tube, tend à disparaître au profit des LCDs. Elle offre pourtant l'avantage d'une colorimétrie très juste et mieux contrôlée, principal défaut des LCDs mais qui tend à disparaître. Prochainement, les utilisateurs pourront également choisir des moniteurs intégrant des technologies proches comme le SED ou FED, qui présentent notamment des taux de rafraîchissement accrus, moins de rémanence et ainsi un confort renforcé.

Le coût des LCDs décroissant d'année en année, il devient de nos jours très envisageable de réfléchir à des solutions multi-écrans. Elles sont simples à mettre en œuvre et la puissance de calcul des machines actuelles est suffisante pour synthétiser les images encore plus détaillées qu'ils nécessitent. De nombreux supports existent également, réduisant la difficulté de mise en place de telles configurations.

Les tendances actuelles sont à une définition de plus en plus élevée et aux diagonales de plus en plus grandes (résolution quad-HD pour du 42"). Au-delà des caractéristiques géométriques, des technologies comme l'Ambilight de Philips démontrent une volonté d'aller plus loin que le simple écran. Ils utilisent le matériel comme vecteur d'influence sur l'environnement par la création d'une ambiance lumineuse dépassant le cadre de l'écran.

### Systèmes Immersifs

Dans une configuration de bureau, l'utilisateur assis derrière son moniteur doit faire face à un affichage limité pour interpréter les images de synthèse. Les systèmes dits immersifs permettent d'améliorer et de rentabiliser l'expérience 3D et

l'observation de l'objet en immergeant l'utilisateur au cœur de l'environnement 3D.

Les casques de réalité virtuelle constituent un exemple classique où la configuration est telle que la personne ne perçoit plus du tout l'environnement physique et est intégralement plongée dans l'environnement virtuel. Pour peu que champ de vision et résolution soient en accord avec l'application, et que le système se voit associé le capteur de tête obligatoire, l'expérience devient pleinement immersive et rentabilise ainsi le temps passé par l'utilisateur dans l'environnement 3D. De tels systèmes ne sont cependant pas universels, puisque exclusivement réservés à un utilisateur unique, certaines personnes se trouvant également incommodées par de tels dispositifs.

Les casques de réalité augmentée constituent une alternative intéressante. Ceux-ci permettent de visualiser l'environnement virtuel sans bloquer la perception visuelle de l'environnement physique. Ils permettent par exemple de surimposer à la visualisation d'un objet réel des informations synthétiques, comme pour surligner des points d'intérêt et expliciter leur contenu.

Les propriétés de ces deux types de casques sont définies par un ensemble de nombreuses caractéristiques, comme le champ de vision, la résolution, les possibilités de réglage, le type de fixation, le poids... Ce sont ces points qui déterminent le prix, des solutions à bas coût très performantes pouvant être proposées, comme d'autres plus onéreuses à meilleures définitions ou champ de vision.

Ces types d'équipement sont mono-utilisateur. Dans des configurations reposant sur de grands écrans de projection, l'utilisateur est autant immergé mais n'a aucun équipement et peut être accompagné d'autres experts, partageant ainsi expérience et connaissances. Grâce à la démocratisation et au large choix d'équipements de projection, de nombreuses solutions, à tous les prix, peuvent être construites sur mesure.

### **Stéréoscopie**

Ces équipements, qu'ils soient casques ou écrans de projection, voire de bureau, peuvent tous servir de support à la restitution d'images stéréoscopiques. La vision stéréoscopique, dont les classiques lunettes possédant un œil vert et un rouge ont démocratisé l'usage, repose sur le principe de créer une vision en 3D en offrant à chaque œil des images synthétiques légèrement décalées. Ce processus simule notre vision réelle, où l'œil gauche se trouve, par définition, un peu plus à gauche que l'œil droit et restitue donc des images sous un angle légèrement différent.

Alors qu'elles partagent toutes le même principe, les différentes technologies potentielles offriront des avantages et inconvénients propres. On retrouve la possibilité de stéréo active (les lunettes bloquent chaque œil alternativement) ou celle de stéréo passive (principes de séparation de la couleur ou de polarisation de la lumière). Aujourd'hui, des équipements

existent pour permettre de visualiser du contenu stéréo sans lunettes. Ces écrans autostéréoscopiques utilisent des réseaux lenticulaires pour séparer les images de chaque œil dans l'espace. La technologie est aujourd'hui suffisamment mûre pour que l'effet puisse être perçu instantanément, à distance ou proche de l'écran.

### **Technologies de demain**

L'affichage holographique a toujours symbolisé le futur de la visualisation. Alors que des écrans volumétriques existent, aux contraintes malheureusement relativement fortes, une nouvelle catégorie d'afficheurs proposant la génération d'images sur des surfaces transparentes se répand à l'heure actuelle. L'affichage est clairement 2D, mais bien mis en scène et plongé dans un environnement physique cohérent il est possible de donner l'illusion du contenu flottant dans l'espace.

Ces caractéristiques du support (taille, résolution, transparence) sont une des pistes d'évolution des afficheurs. La couleur est également un axe majeur. En effet, des écrans dits HDR (pour High Dynamic Range) font leur apparition sur le marché et proposent d'étendre l'intensité des couleurs qu'un écran classique est capable d'afficher. Ainsi, ils peuvent afficher quantité de détails dans des zones très sombres comme offrir assez de détails pour éblouir et simuler les conséquences d'une surexposition lumineuse.

Les tables interactives (fig. 2), offrant surface de projection horizontale et possibilités d'interaction, sont en passe de devenir des outils privilégiés pour des échanges multi-utilisateurs. À la manière des plans 2D, l'horizontalité permet à une poignée de personnes d'observer confortablement un objet commun, quand l'interactivité de ces surfaces permet une manipulation proche de travaux sur bureau.

### **INTERACTION**

Affichage et modèle 3D à disposition, il ne manque plus qu'un logiciel adapté pour permettre l'observation et étude de l'objet d'origine. Cependant, sans aucun périphérique d'entrée, l'utilisateur ne pourra interagir avec l'application et sera dans l'incapacité de changer de point de vue ou de manipuler le modèle 3D.

### **Solutions classiques**

À l'image de ce que font la plupart des applications actuelles, des périphériques tels que joysticks, claviers ou souris apporteront cette composante interactive si nécessaire. Outre leur nombre de boutons, leur ergonomie, les types d'interaction supportés par l'application et la familiarité du public amèneront à privilégier tel ou tel choix. Il serait cependant dommage d'adopter ces solutions génériques alors que des alternatives plus adaptées à une utilisation 3D existent.

Très abordables financièrement, des solutions comme la Air Mouse de Logitech ou la SpaceNavigator de 3dConnexion



Fig. 2. Visualisation collaborative sur la table Immersion.

proposent des approches différentes mais plus adaptées à de grands écrans. La première fonctionne, sur un bureau, comme une souris classique mais un ensemble de capteurs permet de détecter également les mouvements de la souris dans l'air. Le contrôle reste cependant purement en 2 dimensions, au contraire de la SpaceNavigator proposant 6 degrés de liberté (3 translations et 3 rotations). Tous ces contrôles sont concentrés en un seul bouton, qui présente alors l'inconvénient d'être difficilement utilisable sans entraînement préalable.

### Périphériques de Réalité Virtuelle

Périphériques emblématiques du domaine de la réalité virtuelle, les gants de données sont toujours disponibles mais adaptés à des applications très particulières où repérer les paramètres de chacun des doigts est nécessaire. Les périphériques haptiques vont se révéler plus adaptés à des applications de manipulation d'objet. Ils offrent le retour d'effort, souvent crucial pour appréhender la texture d'un objet dans ses moindres détails. De nombreux produits coexistent, de tous les prix et aux caractéristiques variées en terme de raideur, force ou amplitude. Ces produits se partageront en deux familles :

- Les architectures parallèles, reposant sur plusieurs bras attachés à un effecteur (exemple des produits Force Dimension ou du nouveau Virtuouse d'Haption, fig. 3),
- Les architectures séquentielles, n'utilisant qu'un unique bras articulé (exemple des Phantom).

Dans une optique différente, les interfaces tactiles deviennent plus répandues. Quand l'application peut se satisfaire du peu de degrés de liberté offerts, l'interface présente alors tous les atouts pour se retrouver intuitive, transparente et efficace.

### Outils de demain

Alors que des interfaces tactiles sont sur le marché depuis des années, de récents développements permettent maintenant de supporter les entrées de plusieurs doigts ou utilisateurs simultanément. Différentes technologies sont ici proposées, dont le choix sera dépendant de paramètres comme la taille de l'affichage, l'éclairage ambiant, la configuration de la surface...

Les outils appelés icônes tangibles poursuivent ce même objectif de transparence en amenant les utilisateurs à manipuler des objets physiques dont les mouvements sont directement associés aux objets virtuels correspondants. Enfin, de nombreuses recherches ont pour objectif d'apporter en un périphérique unique les capacités de contrôler les six degrés de liberté nécessaire aux manipulation/navigation en 3D. C'est ainsi qu'Immersion finalise actuellement le CAT dans le cadre d'un projet de transfert technologique avec l'Inria / LaBRI (fig. 4). Ce périphérique sera dédié à l'interaction dans le cadre de systèmes de projection immersifs.

### CONCLUSION

Cet article a pour objectif de réaliser un tour d'horizon des interfaces matérielles potentiellement utiles aux archéologues soucieux de travailler avec des objets 3D. En tant que spécialistes des technologies de Réalité Virtuelle et Réalité Augmentée, nous cherchons à brosser un état de l'art pertinent tant des solutions existantes que des pistes de recherche qui, à notre sens, feront évoluer nos relations aux environnements virtuels. De solutions simples et abordables à d'autres plus chères et radicales, chacun aura trouvé un ensemble de pistes à même d'optimiser sa propre application 3D.





Fig. 3. Le Virtuose d'Haption.



Fig. 4. Le CAT, collaboration Inria-Futurs et Immersion..