

# ArcheoTUI

*Patrick Reuter*✧✧✧, *Nadine Couture*✧✧, *Guillaume Rivière*✧✧

✧INRIA - ✧LaBRI  
351 cours de la Libération  
33405 Talence cedex  
preuter@labri.fr

✧ESTIA  
Technopôle Izarbel  
64210, Bidart, France  
[n.couture, g.riviere]@estia.fr

## RESUME

Nous avons conçu ArcheoTUI sur la demande d'archéologues et en collaboration directe avec eux. En effet, les fragments archéologiques trouvés sont souvent brisés en un grand nombre de fragments, et les archéologues sont confrontés à la reconstruction de "puzzles" 3D d'une grande difficulté. Nous présentons des techniques d'interactions basées sur le concept des interfaces tangibles permettant de faciliter l'assemblage de fragments archéologiques numérisés en 3D.

**MOTS CLES :** Interface Utilisateur Tangible, Périphérique d'entrée, Techniques d'Interaction.

## ABSTRACT

We designed ArcheoTUI on the demand of archeologists and in a direct collaboration with them. Cultural objects of archeological findings are often broken and fractured into a large amount of fragments, and the archeologists are confronted by 3D puzzles when reassembling the fractured objects. We revealed that the tangible interface was accepted, and that all the users managed to solve simple assembly tasks.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H5.2 User-centered design and Input devices and strategies

**GENERAL TERMS:** Design, Experimentation

**KEYWORDS:** Tangible User Interface; Input device; Interaction Techniques;

## INTRODUCTION

Les fragments archéologiques trouvés (figure 1) sont souvent brisés en un grand nombre de fragments et les archéologues sont confrontés à la reconstruction de "puzzles" 3D d'une grande difficulté.



Figure 1 : Photographie des fragments d'une fontaine.

Scanner les fragments et les assembler virtuellement est une solution élégante et c'est même parfois la seule solution (figure 2). Une interaction efficace de la part de l'utilisateur pour orienter et mettre en position les pièces 3D est essentielle, éventuellement en complément de techniques de mise en correspondance automatique. Nous avons conçu ArcheoTUI sur la demande d'archéologues et en collaboration directe avec eux dans le but de faciliter, voire de rendre possible, l'assemblage de fragments archéologiques numérisés en 3D.

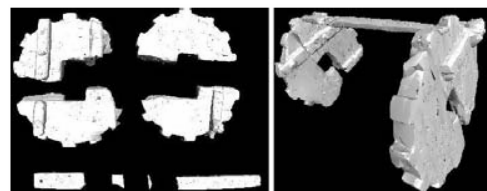


Figure 2 : Les mêmes fragments numérisés, puis assemblés.

## TECHNIQUES D'INTERACTION

Lorsqu'il assemble deux fragments l'utilisateur doit manipuler en un même temps deux fois 6 degrés de liberté (DOF). Les interfaces utilisateurs classiques telles que la souris et le clavier s'avèrent alors vite peu performantes pour cette tâche. Notre proposition s'inspire des travaux de Hinckley [3] où des objets réels sont utilisés en tant qu'interface pour la visualisation en neurochirurgie. Avec l'interface ArcheoTUI, l'utilisateur a dans chaque main deux interacteurs et tous les mouvements (translations et rotations) qu'il effectue avec ceux-ci sont immédiatement reproduits à l'écran sur les deux fragments numériques associés. ArcheoTUI est une interface tangible dont la partie tangible est constituée de deux blocs de bois. Une interface tangible selon Ishii [4] augmente le monde réel en couplant l'information numérique à des objets de notre environnement quotidien. Dans notre contexte les formes à assembler sont très complexes ce qui a pour conséquence pour l'utilisateur, pour ne pas

avoir de surcharge cognitive, de ne pouvoir manipuler que deux objets à la fois. Le nombre de blocs à un instant  $t$  est donc réduit à deux interacteurs, ainsi une technique d'interaction bi-manuelle basée sur le cadre conceptuel de Guiard [2] est proposée. Nous avons intégré au système deux techniques d'interaction pour associer/dissocier le mouvement des interacteurs aux mouvements des fragments numériques : deux pédales au niveau des pieds de l'utilisateur (figure 4, items 3 et 4) ou deux boutons sur les interacteurs (figure 3). Un système d'embrayage utilisant une seule pédale a été proposé dans [3] et nous l'avons étendu à deux pédales, une pour chaque interacteur dans chacune des mains. Deux pédales pour deux pieds ont déjà été utilisées dans [1] en associant deux rôles différents à chaque pieds, ce qui n'est pas notre cas.

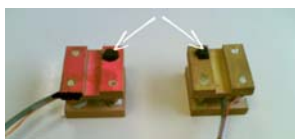


Figure 3 : Les interacteurs avec les boutons

### CONCEPTION DU SYSTEME

L'idée clé du système ArcheoTUI est d'utiliser deux interacteurs comme à la fois une représentation physique et un moyen de contrôler les fragments archéologiques numérisés. La figure 4 présente l'interface utilisateur. Dans chaque main, un interacteur (les items 1 et 2) peut être librement manipulés dans l'espace 3D. A chaque interacteur correspond une pédale (les items 3 et 4). C'est seulement lorsque les pédales (respectivement les boutons sur 1 et 2) sont enfoncées, que les mouvements de translation et de rotation des interacteurs correspondants sont associés à la visualisation sur l'écran du fragments numérique (les items 5 et 6). Ainsi, les utilisateurs ont une sorte de retour haptique passif lorsqu'ils manipulent les interacteurs. Une fois que la pédale (respectivement le bouton) est relâchée, le mouvement de l'interacteur est dissocié de celui du fragment numérique. Ainsi, alors que la position de fragment numérique est fixée, l'utilisateur peut à loisir se remettre dans une position plus confortable. ArcheoTUI a été développé en C++ sur station Linux. Nous avons utilisé Qt pour les interfaces graphiques et OpenGL pour le rendu 3D des fragments. Un graphe de scène représente l'assemblage des différents fragments dont les nœuds internes contiennent les transformations spécifiées par les interactions de l'utilisateur. Les fragments sont stockés dans une base SQL, que nous avons intégrée avec SQLite.

### DISCUSSION ET CONCLUSION

Grâce à une première expérimentation du système présenté dans cet article muni des deux pédales [5], nous avons montré que l'interaction tangible dans l'assemblage de fragments archéologiques numérisés en 3D est non seulement acceptée mais efficace. Sur un plan plus général, une seconde expérimentation avec des archéo-

logues et des concepteurs habitués à utiliser la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) a montré que pour un mécanisme d'embrayage les pédales sont à privilégier par rapport aux boutons sur les interacteurs tangibles. En effet, avec les pédales les mouvements des mains des utilisateurs sont plus proches (qu'avec les boutons) des mouvements réels réalisés lors d'une tâche réelle d'assemblage. Ainsi, les utilisateurs peuvent rester concentrés sur la tâche d'assemblage et faire chaque mouvement avec toute l'ampleur voulue.

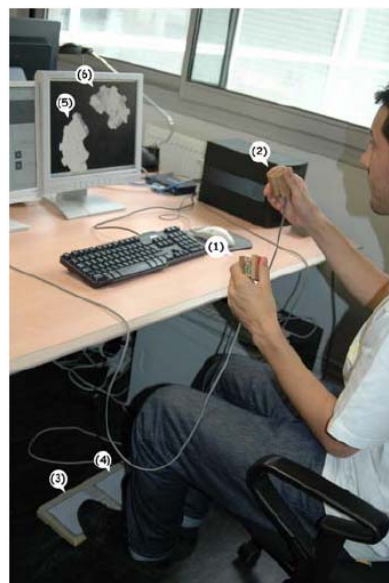


Figure 4 : L'interface utilisateur d'ArcheoTUI

### REMERCIEMENTS

N. Sorraing, S. Mahut, L. Espinasse, R. Vergnieux et toutes les personnes qui ont participé aux évaluations.

### BIBLIOGRAPHIE

1. Balakrishnan, R., Fitzmaurice, G. W., Kurtenbach, G., and Singh, K. Exploring interactive curve and surface manipulation using a bend and twist sensitive input strip. In *Proc. of I3D*, 1999, pp. 111–118.
2. Guiard, Y. *Symmetric division of labor in human skilled bimanual action: The kinematic chain as a model*. The Journal of Motor Behaviour, vol 19(4), 1987, pp 486–517.
3. Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J. C., and Kassell, N. F. Passive real-world interface props for neuro-surgical visualization. In *Proc. of CHI*, 1994, pp. 452–458.
4. Ishii, H. and Ullmer, B. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proc. of CHI*, 1997, pp 234–241.
5. Reuter, P., Rivière, G., Couture, N., Sorraing, N., Espinasse, L., Vergnieux, R. ArcheoTUI - A Tangible User Interface for the Virtual Reassembly of Fractured Archeological Objects. In *Proc. of VAST'07*, 2007, pp 15–22.