

## **Quand le monde numérique 3D et les technologies avancées se mettent au service du patrimoine !**

**Conférence proposée par l'Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et d'Industrie (ACFCI), la Chambre de Commerce et d'Industrie Bayonne Pays Basque et l'Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées (ESTIA)**

Judi 5 novembre 2009, de 11h30 à 12h30 – Studio-Théâtre de la Comédie Française

**Compte-rendu réalisé par Magali DA SILVA et Julie MERCIER**

*IREST, Université Paris 1 Panthéon - Sorbonne*

*Master professionnel Tourisme, spécialité Valorisation Touristique des Sites Culturels*

### **Intervenant :**

**Elric DELORD**, ingénieur de recherche à l'Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées (ESTIA)

Elric Delord est ingénieur à l'ESTIA. Avant d'intégrer cette école, il a suivi des études scientifiques en multimédia, spécialité "Réalité virtuelle, Interaction et Perception" à l'Université Bordeaux I. Après une présentation générale de l'ESTIA et de ses activités, Elric Delord présente deux projets : les projets SeARCH et le projet CARE.

## **I. Le rôle de l'ESTIA**

L'Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées a été créée par la Chambre de Commerce et d'Industrie de Bayonne Pays Basque et son incubateur/pépinière d'entreprises est certifiée par l'AFNOR (Association Française de Normalisation). On y forme des chefs de projets capables de travailler de la conception jusqu'à la fabrication du produit. Chaque étudiant de l'ESTIA acquiert à la fin de sa formation un double diplôme. L'ESTIA compte de nombreux partenaires nationaux et internationaux, notamment en Angleterre et en Espagne, en Colombie, au Mexique et même à Taïwan.

L'école se divise en trois pôles :

- ESTIA Entreprendre, agissant pour la création et la pérennisation d'entreprises.
- ESTIA Innovation, travaillant sur des technologies de l'éco-conception.
- ESTIA Recherche, regroupant trois branches : la mécatronique (énergie renouvelables, systèmes robotisés, microsystemes), l'ingénierie de la conception (interaction avec les

acteurs, avec les produits, avec les outils) et les changements organisationnels (gestion des connaissances et des comportements, organisation du changement). Elric DELORD intervient spécifiquement sur l'interaction avec les outils.

## **II. Les projets de l'ESTIA financés par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)**

### **1) Le projet SeARCH (Semi-Automatic Acquisition and Reassembly of Cultural Heritage)**

SeARCH est la contraction du titre anglais signifiant "Acquisition Semi-automatique 3D et Réassemblage du Patrimoine Culturel".

Ce projet a débuté en octobre 2009 et s'étend sur une durée de trois ans. Il est réalisé en collaboration avec des experts et des archéologues dans le but de reconstituer des « puzzles 3D » d'objets archéologiques retrouvés détériorés.

#### **a. L'acquisition 3D**

L'intervenant insiste sur l'importance du numérique pour reconstituer des vestiges du passé, à l'instar des travaux manuels. En effet, les archéologues sont souvent confrontés à une grande difficulté quand il s'agit de reconstituer des vestiges du passé dans leur intégralité car ceux-ci peuvent être cassés, disparus, dispersés ou encore trop lourds pour être déplacés et manipulés. L'intervenant soulève un autre problème auquel son équipe a dû faire face : il leur a fallu plusieurs mois pour avoir accès à certaines pièces car elles étaient conservées dans des musées différents. C'est pour contrer ces différents problèmes que l'assemblage virtuel est utilisé.

Le projet SeARCH est un travail de reconstruction de vestiges archéologiques par l'usage de la numérisation 3D et d'un logiciel d'assemblage virtuel. Les objectifs de ce projet sont de préserver intégralement les vestiges du patrimoine culturel par le biais du numérique, ce qui permet de les étudier, de les analyser et de les stocker plus facilement sans toutefois les endommager. SeARCH permet aussi de communiquer sur ce patrimoine. L'outil est utilisé dès l'acquisition des fragments sur le site archéologiques et jusqu'à la reconstitution finale.

L'intervenant met l'accent sur le travail en réseau qui leur permet de mettre en place ce projet et cite les nombreux partenaires qui y sont associés. Des informations sont disponibles sur [www.anr-search.labri.fr](http://www.anr-search.labri.fr).

Au cœur du projet SeARCH, Elric Delord présente la reconstitution 3D du *Phare d'Alexandrie* dont la construction a été entamée par Ptolémée I<sup>er</sup> en 297 avant J.C. et achevée sous le règne de son fils Ptolémée II. Ce monument colossal, considéré comme la dernière des sept merveilles du monde antique, a aujourd'hui disparu. De nombreuses statues d'environ dix mètres de haut ont été retrouvées dans l'eau autour de l'emplacement du phare.

Le gigantisme de ces éléments rend la reconstitution très difficile si l'on doit manipuler ces vestiges. L'usage de la 3D devient incontournable. Ce travail a été réalisé en partenariat avec l'INRIA-Ipara Project, CEAlex (expertise en patrimoine culturel) et Ausonius Archéovision (capture 3D par scanner et photogrammétrie).

Les appareils d'acquisition 3D sont présentés brièvement selon leur utilisation (pour numériser une grande surface, pour des petits éléments, etc.). Certaines pièces ont été numérisées

directement sous l'eau car elles étaient trop lourdes et trop fragiles pour être remontées. Dans les premiers temps de la numérisation l'objet est représenté par un nuage de points qui reproduisent son enveloppe volumétrique. Puis, la surface et les textures sont retrouvées.

C'est à ce moment que l'intervenant pose la question de l'érosion d'un objet. En effet, comment peut-on déjouer les altérations que le temps a causées sur un vestige ? Pour retrouver l'aspect initial de l'objet, il faut réaliser un algorithme pour inverser le processus d'érosion. Une étude a été publiée sur le sujet lors de la conférence mondiale *Siggraph'09* (sur le multimédia, l'image et les techniques interactives). L'exemple de la restitution du nez d'un sphinx est pris pour montrer le travail sur le processus d'érosion.

La deuxième étape de la reconstitution du *Phare d'Alexandrie* est le réassemblage possible des pièces manquantes grâce à une représentation en 3D. Les ingénieurs établissent différentes possibilités de reconstitution et les archéologues valident les décisions selon la cohérence du travail. L'intervenant insiste bien sur le caractère d'authenticité de la reconstitution en précisant que la décision finale revient toujours aux archéologues, qui contrôlent étape par étape l'évolution du projet. Si le résultat ne correspond pas aux attentes des archéologues, le « dessin » numérique 3D est retravaillé.

SeARCH est donc un projet de reconstitution 3D semi-automatique car sa finalité est toujours validée par les archéologues.

## **b. Le réassemblage 3D**

Elric Delord présente le logiciel *ArcheoTUI* qui existe depuis deux ans et qui présente des interfaces tangibles (une des spécialités de recherche de l'ESTIA, dirigée par Nadine Couture).

Une fois que l'objet a été reconstitué virtuellement, les interfaces tangibles permettent de manipuler les objets 3D. Pour ce faire, le logiciel *ArcheoTUI* est utilisé avec des "props" (objets tenus dans les mains et reliés à l'ordinateur) et non pas avec une souris et un clavier. L'usage de ces "props" permet aux ingénieurs et archéologues d'avoir l'impression de faire tourner les objets sur l'écran, comme s'ils les manipulaient avec leurs propres mains. Pour illustrer cette explication technique, l'intervenant projette une vidéo explicative de l'utilisation de ces "props". L'utilisateur se sert de ses pieds et de ses mains pour manipuler les pièces. Il existe trois possibilités de transformation et trois possibilités de rotation de l'objet, ce qui permet de travailler sur la globalité de l'objet depuis son écran d'ordinateur. Les pieds, eux, activent une pédale qui permet de zoomer sur l'objet et de faciliter la précision de la reconstitution. L'archéologue choisit les pièces dans un menu, pour effectuer un assemblage virtuel.

Ce premier exemple du projet nous démontre donc qu'avec l'utilisation de la 3D, le problème du poids des objets est écarté. Il est ainsi aisé de manipuler virtuellement des vestiges qui pèsent en réalité plusieurs tonnes. L'intervenant fait part des résultats de plusieurs tests ergonomiques de rapidité qui ont démontré que l'usage des interfaces tangibles dans *ArcheoTUI* était beaucoup plus rapide que les manipulations à l'aide du clavier et de la souris.

## **2) Le projet CARE (Cultural experience : Augmented Reality and Emotion)**

CARE est l'abréviation anglaise d' "Expérience Culturelle : Réalité Augmentée et Emotion". L'intervenant constate d'abord qu'il y a peu de techniques numériques, du type réalité augmentée, appliquées à la sphère culturelle. Le projet CARE est né du besoin de processus de conception et d'évaluation.

Il regroupe trois axes d'études : les expositions culturelles, le principe de la réalité augmentée et la capture d'émotions. Son objectif principal est de réaliser des techniques interactives adaptées au domaine culturel.

Deux applications ont servi à la mise en place du projet CARE, à savoir Malandin Ballet Biarritz et le Museum d'Histoire Naturelle de Toulouse. A partir de ces travaux, l'idée est de généraliser et de pouvoir appliquer les innovations techniques à tous types de lieux culturels.

De nombreux partenaires prennent part à ce projet sur trois ans : les sociétés Métapages (Toulouse) et Immersion (Bordeaux), IRIT (Toulouse), LIMSI du CNRS Paris, GIPSA et LIG de Grenoble, et enfin UTT de Troyes.

### **a. L'application Musée**

Cette application a été mise en place en collaboration avec le Museum d'Histoire Naturelle de Toulouse. Son objectif est de mettre en valeur le contenu pour renforcer son impact émotionnel. Une démarche pédagogique est réalisée pour informer le visiteur : des interacteurs (nouveaux périphériques) sont installés pour mettre à disposition les vues du musée en réalité augmentée. La société Immersion a par exemple élaboré le *CubeTile* dont les surfaces sont tactiles, ce qui permet de manipuler les objets représentés dessus. Des images sont consultables sur [www.careproject.fr](http://www.careproject.fr).

### **b. L'application Ballet**

Le but est de créer des technologies capables d'augmenter le plaisir du spectateur et de développer la compréhension de certains spectacles par le public. Pour ce faire, des éléments virtuels peuvent être ajoutés à un spectacle et la capture de mouvements d'un danseur peut être utilisée comme un élément de la représentation.

La collaboration avec Malandin Ballet Biarritz s'est faite à l'initiative des chercheurs de l'ESTIA qui ont su convaincre le directeur des ballets Thierry Malandin. Le chorégraphe envisage par des travaux conjoints de réaliser ses aspirations chorégraphiques pour un ballet inspiré de *L'Ombre* d'Evgueny Schwartz. Il désire créer un décor virtuel pour simuler la présence d'une ombre sur la scène. Cela est possible en projetant l'ombre sur le mur et le sol. La capture de mouvements des danseurs en temps réel et la capture des émotions servent alors pour l'animation de l'ombre virtuelle. Un doctorant en thèse à l'ESTIA a mis au point un logiciel pour déduire des émotions à partir des mouvements de danseur.

Pour illustrer l'application Ballet du projet CARE, l'intervenant projette deux vidéos. La première présente un danseur du Ballet, Gaël Domenger, portant une combinaison à capteurs qui permet d'enregistrer ses mouvements et de les attribuer à son avatar 3D à côté de lui. Cette combinaison a été créée en lien avec le logiciel de *XSens*. Grâce à ce procédé, l'ombre virtuelle se détache du corps du danseur pour évoluer indépendamment.

Enfin, la seconde vidéo montre l'intervenant lui-même portant cette combinaison. Son ombre virtuelle réagit selon ses mouvements mais elle prend l'apparence d'un robot. Au-dessus de son ombre virtuelle, une sphère réagit en fonction des mouvements de sa main droite. Cette sphère illustre parfaitement le principe de la réalité augmentée : une image virtuelle ajoutée et animée dans un décor purement réel.

Pour conclure, il est important de souligner que le travail en réseau est vital pour mener à bien ce type de réalisation. L'ESTIA conçoit "*une palette d'outils logiciels et matériels destinée à des experts*". Ceux-ci travaillent donc en collaboration directe avec les chercheurs de l'école.

Elric Delord constate l'importance de la préservation du patrimoine culturel, et l'amplification de l'impact économique et sociétal des technologies de préservation virtuelle. Les compétences

techniques de l'ESTIA et de leurs partenaires peuvent tout à fait être appliquées au patrimoine religieux.

Pour terminer, Elric Delord remercie les différents acteurs qui lui ont permis de réaliser cette conférence. Tout d'abord le directeur de l'ESTIA, Jean-Roch Guiresse, Nadine Couture, Patrick Reuter et différents établissements de recherche comme l'ANR (Agence Nationale de Recherche), Ateliers d'Arts de France et enfin l'ACFCI.

• **Question 1 : Existe-t-il des outils pour capturer des gestes, des savoir-faire artisanaux, afin de préserver le patrimoine immatériel et d'éveiller des passions auprès du public ? L'auditrice prend l'exemple d'un maître de l'étain.**

Ceci est effectivement possible. Exemple d'un chorégraphe détenant une technique spécifique qu'il ne peut plus enseigner. Les mouvements ont été capturés sur l'un de ses meilleurs élèves pour en faire une application et conserver une trace en 3D. La capture de mouvements peut être précise lorsqu'il s'agit d'un travail manuel très spécifique.

• **Question 2 : Comment se fait la sélection des lieux avec lesquels collabore l'ESTIA ? Cela se fait-il au travers des universités ou directement par l'ESTIA ?**

L'exemple du Museum d'Histoire Naturelle de Toulouse est mentionné. Il y avait un besoin spécifique, sur lequel un partenaire et le musée ont travaillé en collaboration. Quand les axes de recherche incluent des experts, l'ESTIA cherche à travailler avec les meilleurs. Par exemple, pour l'interaction "émotion", Jean Claude Martin (Paris) avait été contacté. Cela fonctionne aussi dans le sens inverse : des experts peuvent faire appel aux compétences de l'ESTIA.