

**Development of a Virtual Reality Interface
coupled to a Knowledge database:
An interactive application aimed to museum's public
Olivier Rochard, Florent Laroche**

Abstract (EN)

Nowadays, in a complex industrial context, everything has to be done so quickly and must be more profitable, that humans, machines and industrial plants are transferred, transformed, given up... It is the global humanity technical knowledge that disappears.

The method consists in "reversing the design axis times" and proposes, starting from the technical object and external information, and thanks to the use of tools, a model for a use case in virtual situation.

In order to visualize those numerical models, many virtual reality softwares are available on the market. Nevertheless they are mainly aimed to professionals; They are in fact not suitable at all for non technical people, and definitely not for museum's public.

Joining three disciplines, data processing – mechanical conception – technical history, it has been developed a program that allows everyone (and consequently Museums) to access those technical knowledge and culture via a simple interface.

Keywords: Virtual Reality, Open Source, knowledges, dynamic situations, Technical History, heritage valorisation, museography.

Résumé (FR)

Dans un contexte industriel où tout s'accélère et doit être le plus rentable, les hommes et *a fortiori* les machines et les complexes industriels sont transférés, transformés, abandonnés,... C'est la connaissance technique de l'humanité qui disparaît.

L'approche consiste à "renverser l'axe des temps de la conception mécanique" et de proposer, à partir de l'objet technique et des informations dont on dispose et grâce à l'utilisation d'outils, une

modélisation en vue d'une remise en situation d'usage virtuelle.

Pour visualiser ces modèles numériques, les outils du virtuel sont nombreux sur le marché. Cependant, ils sont le plus souvent réservés aux professionnels ; dès lors, il n'est pas envisageable de diffuser la connaissance sous cette forme et encore moins de la présenter à un large public... ni dans un Musée...

Alliant informatique, conception mécanique et histoire des techniques, les trois disciplines se sont réunies pour développer un système permettant de visualiser ces machines virtuelles par une interface accessible à tous et permettant également d'être diffusé le plus largement possible afin de permettre un accès à la connaissance et la culture technique du passé ... y compris dans les Musées.

Mots clés: Réalité Virtuelle, Open Source, visualisation des connaissances, situations dynamiques d'usages, Histoire des Techniques, valorisation du patrimoine, muséographie.

Zusammenfassung (DE)

In der heutigen Industrielwelt, wo alles schneller gehen muss und mehr Profit gemacht werden muss, werden die Menschen und Maschinen, wie auch gesamte industrielle Niederlassungen verlegt, verändert, geschlossen... Die allgemeinen technischen Kenntnisse der menschen gehen somit verloren.

Die Methode besteht darin, "die Zeitaxe des Konzeptes umzusetzen" und, von einem technischen Objekt und zugängigen Informationen, und Dank von Hilfsmitteln, eine Modell in Hinischt auf ein Gebrauch in einer virtuellen Situation vorzuschlagen.

Für die Visualisation dieser Modelle gibt es viele virtuelle Software Hilfen auf dem Markt. Jedoch sind sie hauptsächlich für den Fachbereich gedacht. Man kann also das Wissen in dieser Form nicht verbreiten, und ganz besonders nicht dem allgemeinen Publikum unterbreiten... auch nicht einem Museum...

Die Vereinigung der drei Wissenschaften, Datenverarbeitung, mechanische Konzeption und technische Geschichte entwickelt ein System zu einer virtuellen Interface, das für jeden zugänglich ist und auf großer Ebene verbreitet werden kann. Jedermann hat Zugang zu dieser technischen Kenntnis und Kultur, selbstverständlich auch Museen.

Schlüsselwörter (DE): Virtuelle Wirklichkeit, Open Source, Kenntnis, dynamische Situation, technische Geschichte, Hervorhebung des Erbes, Museographie

Biographies

Olivier Rochard est titulaire d'un DUT obtenu en 1995 à l'IUT de Saint-Nazaire et d'un Bsc à l'Université de Northumbria de Newcastle en 1996. Il débuta sa carrière dans le domaine de la recherche scientifique appliquée en Angleterre au National Physical Laboratory. De 1996 à 2003, il y développa des bancs d'essais et d'expérimentations dans le domaine de la métrologie électromagnétique. En rejoignant l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes en 2004 (www.polytech.univ-nantes.fr), il laissa le monde de la programmation informatique industrielle de côté pour rejoindre celui du développement d'applications de type Internet et réseaux.

Ecole polytechnique - rue Christian Pauc – BP 50609 – 44306 NANTES Cedex 3 - FRANCE

Florent Laroche est actuellement en thèse pluridisciplinaire en Génie Industriel à l'Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes (www.irccyn.ec-nantes.fr) ainsi qu'en histoire des techniques à l'Institut de l'Homme et de la Technologie (www.iht.asso.fr).

Diplômé de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (www.utbm.fr) en 2003 du titre d'ingénieur généraliste avec spécialisation en génie mécanique, il réalisa un DEA de Conception Produit et Innovation au Laboratoire CPI (<http://cpn-web.paris.ensam.fr>).

C'est lors de ses études d'ingénieur qu'il rencontra Michel Cotte (professeur des Universités en Histoire des Techniques) et que l'idée germa de transposer les outils et les méthodes propres au Génie Industriel pour la conservation et la valorisation du patrimoine. Il réalise sa thèse en cotutelle avec Michel Cotte et Alain Bernard (professeur des Universités en Génie Industriel) sous l'égide du Ministère de la Recherche.

IRCCyN - Equipe IVGI - 1 rue de la Noë - BP 92101 - 44321 NANTES Cedex 3 - FRANCE

I. Introduction

Dans un contexte industriel où tout doit aller au plus vite et au plus rentable, les hommes et *a fortiori* les outils, les machines sont transférés de ci de là, transformés, abandonnés,... Les machines industrielles arrêtées sont le plus souvent ferrillées, au mieux stockées. C'est toute la connaissance technique de l'humanité qui dès lors disparaît.

1. Le patrimoine technique et industriel aujourd'hui

La situation du patrimoine technique et industriel pose aujourd'hui question, tant du point de vue de sa gestion et de la valorisation des musées et des sites que du vieillissement intrinsèque de l'information technique contenue dans les collections, les archives et les lieux de patrimoine [CILAC2004]. Cette connaissance, témoignage du passé, vieillit très rapidement. Le Knowledge Management est de plus en plus appliqué de façon quasi-systématique dans les milieux industriels ; les outils et les méthodes existent. Mais qu'en est-il du patrimoine ? De quelles connaissances techniques est-il question ? Quelles sont les méthodes de capitalisation de ces connaissances à utiliser ?

La mise en place d'un processus de capitalisation et de gestion des connaissances associées à une machine technique ancienne afin de le restituer en situation dynamique d'usage est actuellement l'objet de la thèse de Florent Laroche. Un des champs d'investigation étant la vulgarisation de ces connaissances techniques dans un cadre muséographique ; objet de cet article.

2. Les apports des outils du numérique

Dès lors, les outils numériques et les développements informatiques peuvent apporter une réponse. Pourquoi ne pas renverser l'axe des temps de la conception et tenter une re-conception, une modélisation des machines techniques, une remise en situation d'usage à des fins multiples. Désormais, les avancées dans le domaine des outils numériques le permettent :

- des outils de contrôle et de mesure aux théodolites à balayage laser des architectes,
- des outils de la CAO à l'imagerie de synthèse,
- de la machine technique avec cinématique réelle à la représentation des flux de matières, des fluides, du personnel, de l'environnement manufacturier,
- de la visualisation web à la réalité virtuelle,
- des modes de représentations intermédiaires dont le prototypage rapide à la reconstruction réaliste et fonctionnelle de la machine,...

De nombreux cas d'études ont déjà été réalisés, dont la première expérimentation à l'initiative de Michel Cotte (professeur des Universités en Histoire des Techniques à l'Université de Nantes, 44) et Samuel Deniaud (enseignant-chercheur à l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 90) [UTBMa2002] [UTBMb2002]. De même, dans le cadre de la licence professionnelle Gestion de la Production Industrielle de l'IUT de Nantes, profil Conception Industrialisée de Produits au département Génie Mécanique et Productique, et sous la responsabilité de Sébastien Le Loch (enseignant-chercheur à l'Université de Nantes, 44), il a été développé en partenariat avec le Musée de l'Imprimerie de Nantes, deux maquettes numériques CAO de presses d'imprimerie. [IUT2005] [CETSEIS2005].

3. La culture technique et sa diffusion

De quel objet/machine est-il question ?

La classification proposée par Jocelyn de Noblet des objets à caractère technique, scientifique et/ou industriel permet d'orienter les choix d'étude [OSTIC2005] :

1. les objets de la vie courante que l'on possède,
2. les objets de la vie courante que l'on utilise mais que l'on ne possède pas,
3. les objets que l'on n'utilise pas, que l'on ne possède pas mais qui sont indispensables à la création et/ou utilisation des objets de la vie courante.

Ainsi, les recherches menées appartiennent à la 3^{ème} catégorie. Ces objets, témoignages d'une période technique révolue, sont devenus l'emblème d'une technologie ancienne "de pointe".

La découverte d'anciennes technologies et leurs diffusions, permet alors d'envisager la vulgarisation d'une réelle culture technique permettant de montrer le fonctionnement de mécanismes cachés, de faire appréhender les mécanismes inhérents à la culture technique moderne,...

II. Les outils informatiques pour la valorisation du patrimoine

1. Un besoin

La Réalité Virtuelle est de nos jours utilisée dans des domaines variés. L'industrie des jeux vidéo, l'architecture, la mécanique, l'imagerie médicale sont des secteurs d'activité qui n'ont absolument rien en commun à l'exception qu'ils utilisent tous cette technologie moderne.

La muséologie s'intéresse à son tour à la Réalité Virtuelle. Les musées possèdent en effet beaucoup de machines qui le plus souvent ne sont pas en état de marche. Les raisons pour cela sont diverses : problèmes de sécurité, vieillissement des pièces fonctionnelles, manque

de savoir-faire pour les remettre en fonctionnement,... La Réalité Virtuelle compense ce manque car elle permet de visualiser la dynamique d'un objet en trois dimensions. Mais les autres avantages d'utiliser la Réalité Virtuelle sont plus larges : possibilité de se déplacer autour de l'objet, de s'en approcher ou de s'en éloigner, voir même de naviguer à l'intérieur de celui-ci. En associant la représentation à une base de connaissances, l'ensemble pourrait être installé sur une borne multimédia avec laquelle le public pourrait interagir.

Les maquettes virtuelles des machines techniques anciennes ont été réalisées à l'aide de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) ; ce sont des applications couramment utilisées dans le domaine du Génie Industriel. Par ailleurs, de nombreuses applications de réalité virtuelle existent sur le marché mais elles sont majoritairement destinées aux spécialistes et ne sont pas adaptées pour des personnes non initiées ou pour le public des Musées.

Développer une interface simple et intuitive est donc devenu une nécessité ; et ce, en prenant comme point de départ les modèles CAO dynamique.

La création de ce projet est le fruit d'une coopération entre l'Institut de l'Homme et de la Technologie de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes dont Michel Cotte initiateur de la thématique de recherche « maquettes numériques et histoire des techniques » [COTTE05], l'équipe de recherche d'Alain Bernard - Ingénierie Virtuelle pour le Génie Industriel de l'IRCCyN - et l'équipe de recherche de Jean-Pierre Guédon - Image Vidéo Communication de l'IRCCyN - de l'Ecole Centrale de Nantes, 44. Les étudiants ont réalisés ce projet dans le cadre de la formation DUTIL (Diplôme d'Université des Techniques Industrielles du Logiciel) de l'Université de Nantes.

2. Le concept, la méthodologie

Deux concepts sont alors envisagés pour le développement de l'interface :

- Un concept initial tel qu'il était envisagé avant l'étude préalable,
- Une nouvelle solution plus simple de mise en place et envisageant de multiples perspectives.

Le concept initial

L'idée suggérée au début de l'étude préalable était de récupérer les données issues du modèle CAO, de les exprimer sous un format d'échange XML puis de les exploiter pour représenter graphiquement l'objet. En effet, suite au colloque ICHIM en 2003, le ministère français de la Culture et de la Communication faisait part de sa prise de conscience de l'enjeu que représente la numérisation du patrimoine culturel. Afin d'améliorer la production et l'accès à des ressources patrimoniales de qualité, le ministère soutient les travaux de recherche et de développement dans les domaines de la 3D. Au vu de la multiplicité des initiatives dans le domaine de la muséographie et des défis qui en résultent en terme d'interopérabilité, le ministère propose de suivre les recommandations suivantes concernant le développement de maquettes numériques [ICHIM03]:

- Structuration des dossiers numériques basée sur le langage XML,
- Utilisation de logiciels libres,
- Privilégier la diffusion sur le web.

Ces recommandations renforcent la nécessité d'utiliser des solutions Open Source pour les développements informatiques.

Les recherches se sont d'abord orientées vers les possibilités d'extraction de données numériques depuis un modèle CAO. Pour répondre aux besoins, les données extraites

doivent être suffisamment complètes pour représenter la machine à la fois en 3D et en mouvement. Les recherches ont montré qu'il existe de nombreuses normes de conversion de données depuis un modèle CAO vers d'autres formats d'échanges (STL, STEP, IGES, VRML,...). Cependant, l'étude conclut qu'aucun ne contient les données qui décrivent les caractéristiques dynamiques de l'objet modélisé.

Cela n'empêcherait pas de visualiser l'objet en 3D certes, mais en état statique seulement. Cette solution était donc insuffisante par rapport aux spécifications car la représentation virtuelle doit aussi permettre de visualiser la dynamique de l'objet. Une deuxième solution qui répond mieux aux besoins est donc proposée.

Le concept final

C'est une technique de réalité virtuelle qui repose sur le principe de la projection synchronisée d'images préenregistrées.

Les recherches bibliographiques [DUTIL2005] ont montré que les logiciels de CAO permettent de visualiser une scène dynamique (un objet en mouvement par exemple) depuis un point d'observation virtuel fixe. Par ailleurs, il est aussi possible de capturer cette scène sous forme de fichiers d'animation vidéo ou de fichiers d'images.

Il convient donc d'abord de capturer la représentation virtuelle de l'objet modélisé depuis plusieurs points d'observation, puis de la projeter en synchronisant les sauts de points d'observation décidés par l'utilisateur.

En d'autres termes, la scène est d'abord capturée aux mêmes instants (t_i) depuis plusieurs points d'observation (P_O) pendant une période correspondante à un cycle entier des mouvements de l'objet (exemple : la rotation entière d'une roue de bicyclette). La scène est ensuite projetée depuis le point d'observation choisi par le spectateur.

Le nombre d'images à stocker est égal au produit du nombre de points d'observation par le nombre d'intervalles de temps. Cette quantité d'images pourra être référencée par une base de données. Celle-ci indexera les images en fonction de leur point d'observation et de leur instant de capture. Elle pourra également référencer des connaissances propres à chaque image, qui pourront ainsi être affichées simultanément.

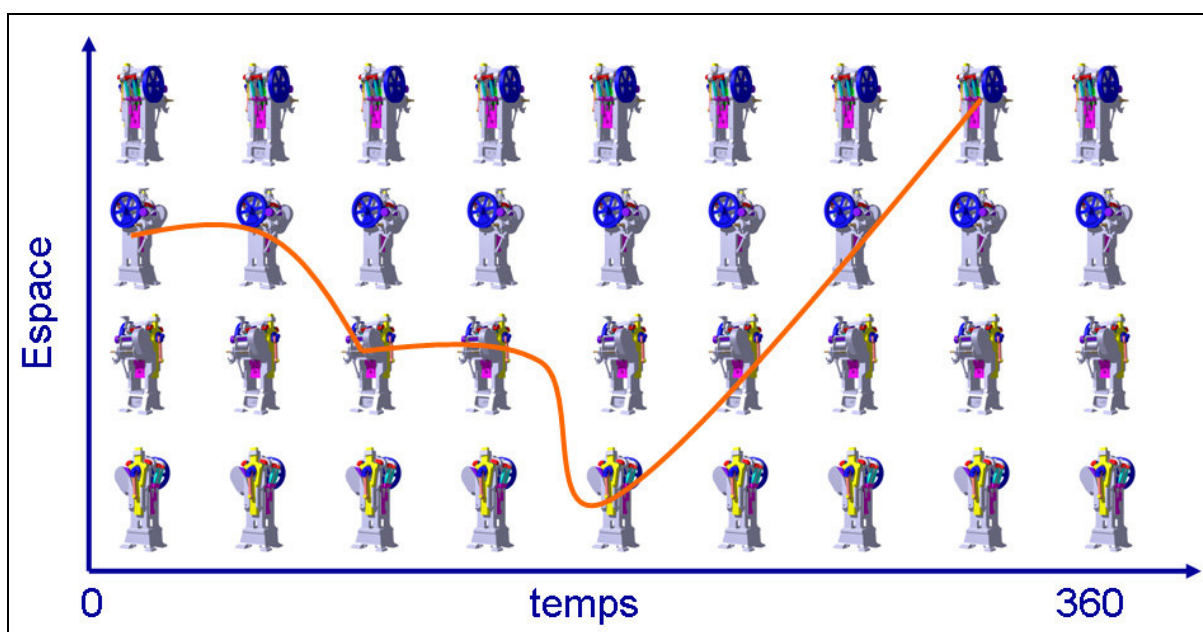


Fig. 1: Schéma illustrant le concept de visualisation d'objets en dynamique

III. L'outil développé

1. Ergonomie de l'interface

Le produit développé est une page Internet qui se décompose en trois zones comme l'illustre la figure 2.

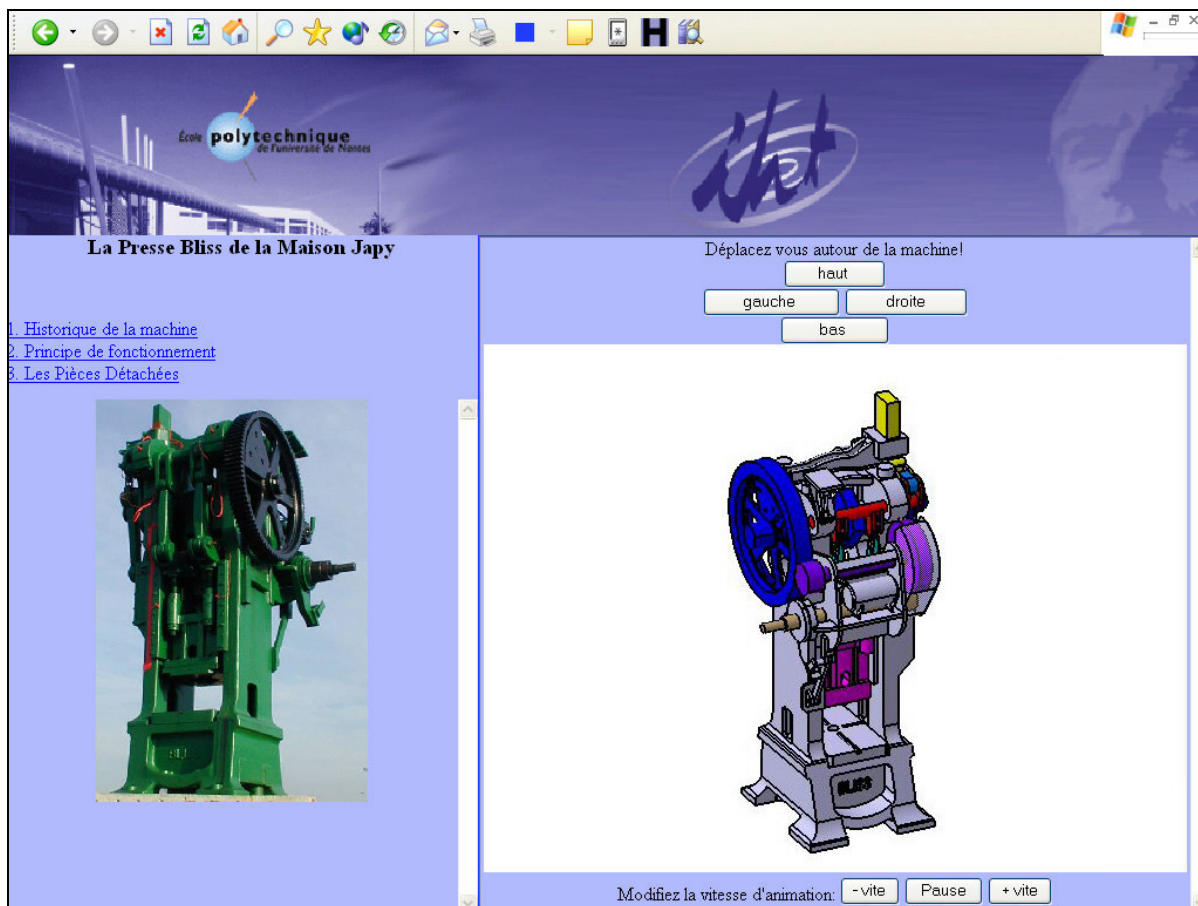


Fig. 2: Interface principale du module informatique de visualisation d'objets techniques

L'interface se décompose en quatre zones comme le schématise la figure 3.

Le titre	
Zone connaissances Listes déroulantes Liens	Zone animation Boutons de navigation Affichage des images Boutons vitesse
Affichage connaissances	

Fig. 3: Répartition des zones de la page Internet

- La zone animation contient la représentation virtuelle de l'objet modélisé. Ce dernier est représenté en trois dimensions et en dynamique. L'interaction de l'utilisateur est

possible grâce à des boutons directionnels. En cliquant dessus, le spectateur peut se déplacer autour de l'objet: à gauche, à droite, en bas, en haut. Il a également la possibilité d'interagir avec la dynamique en ralentissant ou en augmentant la vitesse de fonctionnement du mécanisme.

- *La zone connaissances.* L'utilisateur a ici la possibilité de choisir les informations qu'il souhaite obtenir à propos de l'objet représenté. Des hyperliens génériques affichent l'historique de la machine, son mode de fonctionnement. En outre, une liste déroulante recense les différentes pièces qui composent l'objet. En sélectionnant l'une d'entre elles, la représentation dynamique dans la zone animation change de point d'observation, de façon graduelle, jusqu'à ce que la pièce sélectionnée soit observable au premier plan.
- *La zone affichage des connaissances.* Cet espace est réservé pour l'affichage des connaissances sélectionnées dans la zone précédente. Tout type de média peut être visualisé : des textes explicatifs, des photos, des vidéos, des commentaires/extraits sonores,...

2. Les technologies utilisées

Le développement de l'application s'est effectué en trois phases :

1. Tout d'abord, le développement d'un programme informatique qui s'exécute dans l'environnement du logiciel de CAO. Il a pour effet de télécharger automatiquement toutes les images nécessaires à la création de l'environnement virtuel.
2. Ensuite, une base de données a été implémentée pour référencer toutes les informations relatives à la représentation virtuelles de l'objet d'une part, et pour stocker une base de connaissances d'autre part. Un des efforts se concentra pour une

utilisation majoritairement de logiciels libres afin de minimiser les coûts de développement. Le produit MySQL a ainsi été utilisé car il répond à ce critère.

3. Enfin, l'interface utilisateur a été développée. La page en elle-même est réalisée en HTML (HyperText Markup Language). Le module qui permet de visualiser la dynamique de l'objet a été codé en langage javascript. Enfin, l'affichage des connaissances s'effectue grâce à un script développé en langage php.

IV. Conclusion

Ce projet de recherche & développement a permis de mettre au point une interface simple à partir d'un modèle de CAO complexe.

Il en résulte aujourd'hui que les fonctionnalités souhaitées pour une valorisation muséographique ont été atteintes. Tout d'abord, l'interface peut représenter tout objet en 3D préalablement modélisé en CAO. La représentation virtuelle montre également la dynamique de l'objet. De même, l'interface est interactive : l'utilisateur peut en effet se déplacer autour de l'objet. Enfin, une base de connaissance est couplée à la représentation.

Il est aujourd'hui envisageable que l'interface puisse être implémentée dans les musées. Cela constituerait une avancée dans l'objectif de moderniser et de dynamiser ces lieux culturels.

Cependant, de nombreuses questions restent en suspens faisant appel à d'autres domaines que l'informatique, le Génie Industriel ou l'Histoire des Techniques. C'est le cas de la problématique de l'interface Homme Physique / Machine Virtuelle qui ne possède pas encore d'antécédent vis-à-vis de la vulgate ; les applications en cours ne se font uniquement que dans les domaines des spécialistes. De même, il convient de s'interroger sur la perspective d'une telle démarche qui, du point de vue pédagogique, pourrait aborder les notions

scientifiques de façon détournée et ainsi établir un renouveau de l'approche de la culture technique. Analyser le passé ou en déduire le futur, ne serait-ce pas là une nouvelle passerelle pour l'innovation ?

Bibliographie

Revues :

[COTTE05] Michel Cotte, Samuel Deniaud, Possibilités offertes par les maquettes numériques aux actions de patrimoine scientifiques et techniques, *Revue Archéologie Industrielle en France*, à paraître, 2005

Colloques :

[CETSEIS2005] Florent Laroche, Sébastien Le Loch, Culture technique et CAO par les machines anciennes, *Actes du colloque CETSIS'2005*, Nancy, 25-27 octobre 2005, à paraître

[CILAC2004] Cotte (M.), Réalisation de maquettes numériques de machines anciennes par des outils de la CAO, *Congrès du CILAC 2004*, Le Creusot, 23-26 septembre 2004

[ICHIM2003] Jean-Pierre Dalbéra, Muriel Foulonneau, Recherche et numérisation du patrimoine culturel, *Actes du colloque ICHIM*, 8-12 septembre 2003, 23 p.

[OSTIC2005] De Noblet (J.), Patrimoine et avant-garde scientifique et technique au XXI^{ème} siècle, *journée d'étude OSTIC*, IHT, 16 mars 2005

Rapports :

[DUTIL2005] Bouchra Gavaland, Paul Beauce, Olivier Rochard, Réalisation d'une maquette numérique en vue d'une vulgarisation, *Rapport bibliographique de projet*, Formation DUTIL, Ecole polytechnique de Nantes, 2005, 65 p.

[IUT2005] Ramier (A.), Rainteau (E.), Thebaud (A.), Projet n°4 Presse à platine : Minerve, *Rapport de projet*, IUT de Nantes, 2005

[UTBMA2002] Ferrazzi (E.) & Niglis (C.), Maquettage de la presse Bliss de l'ancienne maison Japy de Fesch-le-Chatel, *Rapport de travaux de laboratoire*, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, décembre 2002

[UTBMB2002] Martin (J.-B.), Réalisation d'une maquette numérique de la Machine à Vapeur Piguët de l'Ecomusée du Creusot, *Rapport de travaux de laboratoire*, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, décembre 2002