

**Maquette virtuelle pour la Muséologie et l'Éducation :
Le Pont tournant de Recouvrance à Brest (1861-1944)**

Nom du projet : Pont National Virtuel

Responsables :

**Sylvain Laubé (CREAD/Rennes2-IUFM de Bretagne) et Stéphane Sire (LIME/UBO),
enseignants-chercheurs à l'IUFM de Bretagne.**

Contact :

sylvain.laube@bretagne.iufm.fr et stephane.sire@bretagne.iufm.fr

IUFM de Bretagne, site de Brest, 8 rue d'Avranches 29200 Brest

Tél : 02 98 47 80 38

Mots clefs : Réplication 3D virtuelle, Muséologie, Education, Usages



1) Introduction

Ce projet porte sur la modélisation 3D cinématique d'objets techniques et leur intégration dans des environnements informatiques à destination de la Muséologie et l'Éducation.

Il concerne trois axes :

-Restituer des objets techniques historiques qui ne sont pas ou plus accessibles (fragilité, matériaux ou objets techniques disparus) et ainsi de réaliser une banque de données patrimoniales et techniques. L'objet technique concerné ici est le Pont National de Brest (pont tournant entre Brest et Recouvrance) construit en 1861 (par Cadiat et Oudry) et détruit dans les bombardements en 1944.

-Représenter les objets techniques scientifiques ou industriels en image virtuelle avec comme première conséquence de développer des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) permettant de réaliser des activités d'apprentissages dans le cadre de : i) la muséologie, ii) la formation des maîtres et de l'enseignement des sciences ou de la technologie (Ecole Primaire, Collège et Lycée)

-Décrire les usages et les compétences nouvelles qui sont en jeu pour les cibles de l'environnement informatique (élèves, visiteurs) ainsi que les gestes professionnels à mettre en œuvre par les acteurs (enseignants, musée, ...)

Intérêts historiques, scientifiques et techniques du Pont tournant de Recouvrance (1861-1944) :

Ce pont fut au centre de nombreux débats politiques entre la municipalité de Brest, le ministère de la Marine et celui des Travaux publics dès le début du 19^{ème} siècle. Les projets de construction, locaux (notamment celui de M. Tritschler, architecte brestois) puis nationaux, se sont succédés jusqu'aux années 1850. Le projet retenu par Paris fut celui de MM. Cadiat et Oudry, ingénieurs parisiens. La construction débuta aux ateliers de la Compagnie Schneider au Creusot en 1856. Inauguré en juin 1861, ce pont fut le premier bâtiment permettant de relier les deux côtés de la Penfeld entre Brest et Recouvrance. Le Pont National a été construit durant une période charnière dans la construction des ouvrages métalliques. En effet, ce n'est que vers 1850 que la sidérurgie moderne avec l'avènement de nouveaux matériaux (les aciers) s'est véritablement développée. **Le Pont National est donc au cœur de l'histoire scientifique et technique** puisqu'il est construit en tôles et poutrelles métalliques. Les procédés utilisés pour la fabrication des éléments du Pont étaient donc particulièrement élaborés et novateurs. Par ailleurs, ce Pont était singulier puisque ses deux volées pouvaient pivoter pour laisser passer les bateaux; le mécanisme très original, pouvant être actionné par quatre hommes seulement, permettait de faire tourner les deux parties du pont en 20 minutes.

Les retombées attendues sont :

-pour la muséologie/l'histoire des sciences et des techniques : un environnement informatique (s'appuyant sur une capitalisation des connaissances) afin de pouvoir restituer, manipuler, refaire « vivre » l'objet technique scientifique vers un public dédié (musée ou enseignement de l'histoire des sciences et des techniques).

-pour l'enseignement des sciences et de la technologie : un environnement pour l'apprentissage qui permette de mettre en œuvre des activités virtuelles proches de l'activité réelle (et disponibles à tout moment en ligne).

Ce projet concerne un partenariat pluridisciplinaire de compétences et de recherche en Bretagne dans les domaines de :

-*la mécanique* : **Laboratoire d'Ingénierie Mécanique et Electrique (LIME)** de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO), dirigé par B. NSom. Les départements de Génie Mécanique de l'IUFM de Bretagne, site de Brest (responsable : S. Sire) et de Sciences Physiques (responsable : S. Laubé)

-*les usages des TIC en Education/Didactique et Histoire des Sciences et Techniques*: **Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD)**, Université de Rennes2/IUFM de Bretagne ; Directeur : G. Sensevy

associés dans la Région « Pays de Loire » à :

-*Réplique de machines et Histoire des Sciences et des Techniques* : **Institut de l'Homme et des Technologies**, Nantes ; directeur : M. Cotte ; Institut associé au Centre F. Viète de l'Université de Nantes.

Ce projet s'inscrit en région Bretagne dans le cadre du **Môle Marsouin** : en effet, le CREAD est membre de ce groupe d'intérêt scientifique qui s'intéresse aux innovations et à l'étude des usages des TIC.

2) Objectifs de recherche du projet

2.1. Du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques et de la muséologie.

L'utilisation d'une modélisation 3D cinématique au service de la conservation du patrimoine industriel et technique est un domaine en émergence et les méthodologies déjà mises en place constituent une référence (voir annexe p.10).

L'idée initiale des maquettes numériques de patrimoine technique et industriel consiste à utiliser les logiciels de conception de la CAO-3D (CATIA V5, DELMIA, etc) pour étudier des machines du passé, des mécanismes techniques, des processus de production industrielle, ou encore des matériels scientifiques anciens. C'est en quelque sorte retourner l'axe des temps et effectuer de la « rétro-conception ». La maquette virtuelle ainsi réalisée apporte une grande fidélité dans la restitution grâce à la qualité de cet outil d'aujourd'hui des sciences pour l'ingénieur. Elle constitue en premier lieu un acte de capitalisation des connaissances, rassemblant des informations mécaniques statiques (formes, dimensions des pièces), des informations d'assemblage (architecture de la machine et relations fonctionnelles), des informations dynamiques (degrés de libertés, axes, cinématique de la machine) et des possibilités d'évaluation des pièces en fonctionnement (contraintes, liaisons...). Si la réalisation de la maquette virtuelle a pu être poussée suffisamment loin, elle doit permettre de reconstruire un jour la machine, ou d'en réaliser une maquette matérielle très fidèle d'échelle plus réduite. Ce domaine offre des possibilités très intéressantes et innovantes, dans divers champs d'applications : la capitalisation des connaissances, la pédagogie technique, la muséographie des objets animés, le patrimoine industriel, l'histoire des techniques, etc.

Diverses initiatives de même nature ont eu lieu de manière parallèle, mais indépendante, ces dernières années. Citons, à notre connaissance à ce jour : la rétro-conception d'un ancien train de laminoirs aux aciéries de Linz en Autriche, la maquette du sous-marin « Holland » à l'Université Cornell aux USA, le véhicule roulant de Léonard de Vinci à Florence. En France, des travaux pilotés par M. Cotte (devenu depuis directeur de l'Institut de l'Homme et des Technologies, à Nantes et partenaire du projet) ont été menés à l'Université de Technologie de Belfort – Montbéliard. Deux maquettes numériques de machines anciennes ont été réalisées dans ce cadre (une presse Bliss des anciens établissements Japy de Feschel-le-Châtel (25), une machine à vapeur Piguët).

En complément des aspects de représentation 3D cinématique, il est aussi nécessaire de chercher à montrer la machine dans son environnement matériel et humain direct. Il faut pour cela rendre visibles les flux d'arrivée (matière, fluides...), les éléments énergétiques de son fonctionnement (vapeur, électricité...), les flux de sortie (produit, déchets...). La maquette devrait également présenter l'ergonomie de la machine par les gestes des utilisateurs, ou encore les éléments de son environnement direct de pourvoyeurs et d'évacuateurs (levage, convoyeurs...), ses systèmes de commande et de contrôle, etc. **Bref, le projet doit viser au-delà d'une machine isolée, en la replaçant dans son processus productif d'ensemble ou dans le système technique dont elle était une composante.**

Notre projet s'inscrit donc aussi dans ce cadre puisqu'il s'agit de répliquer un objet technique disparu et d'intérêt historique et patrimonial en Bretagne. Tout projet de ce type doit être conçu en complément des actions traditionnelles de conservation et d'espaces de muséographie technique. L'outil de réalité virtuelle vient apporter un supplément d'information et de compréhension, la conservation d'informations ou de biens en péril. Il s'agit d'un enrichissement de l'existant, lui apportant un complément de sens et une approche didactique profondément renouvelée. Au-delà, d'autres enjeux peuvent être évoqués : bien entendu une attractivité renouvelée pour la muséographie et le patrimoine, mais plus fondamentalement une cohérence d'ensemble de la présentation au public ou à l'apprenant et une liaison entre passé et présent beaucoup plus forte.

Les intérêts à développer des ressources en réalité virtuelle sont de:

- Permettre de restituer un objet technique historique ici disparu
- Mettre des manipulations à disposition en libre service et permettre à un large public de comprendre les usages d'un objet technique d'intérêt muséographique,
- Pouvoir adapter la restitution en fonction des situations de scénographie muséologiques (atelier pédagogique au sein du Musée, exposition permanente, ...),
- Construire des outils qui permettent de réfléchir à la conception de musées virtuels.

2.2. Du point de vue de l'enseignement des sciences et de la Technologie

Le Pont National permet l'étude des mécanismes qui le composent et également des matériaux et des procédés utilisés pour sa construction.

Les mécanismes présents sur le Pont (rotation des deux volées, réglage et calage de ces volées, diminution des charges sur certains éléments à l'aide de vérins, utilisation de presses hydrauliques pour les opérations de réparation) peuvent constituer des supports très intéressants pour l'enseignement dans les domaines liés à la mécanique. Les formations pré et post-baccalauréat de la discipline sont en effet très sensibles à l'étude de la cinématique des mécanismes, à la détermination des efforts dans les pièces qui les constituent, et à la vérification de leur résistance.

Le Pont National peut également constituer un excellent support pour une activité à dominante scientifique dans les classes de l'école primaire. L'utilisation de maquettes simples, dédiées, permettrait en effet aux enfants de manipuler les objets, d'appréhender les mouvements et de comprendre l'utilité des mécanismes présents sur le Pont. Les notions de transformation de mouvement et d'énergie, d'équilibre sont en effet au programme officiel des classes de CM2 ainsi que la question de la Révolution Industrielle, dont le Pont National de Brest est un exemple intéressant puisqu'il se situe à une période charnière en terme d'innovation technique au XIX^{ème} siècle.

L'articulation entre enseignement des sciences et de la technologie et l'histoire des sciences et des techniques.

L'étude historique des techniques utilisées pour la construction du Pont National est très riche puisqu'elle concerne à la fois les matériaux et les procédés de fabrication.

Les matériaux utilisés pour la construction du Pont ainsi que les procédés de fabrication correspondants permettent d'étudier d'une manière plus générale les sciences de la production et la métallurgie au travers de leur histoire. Montrer l'évolution de la métallurgie, des caractéristiques des matériaux, des procédés de fabrication à partir de la construction du Pont National est particulièrement intéressant dans un but uniquement pédagogique. En effet, les matériaux de construction du 21^{ème} siècle sont beaucoup plus nombreux et plus résistants pour répondre aux besoins actuels. Les procédés de fabrication ont évolué en parallèle et les caractéristiques des marteaux-pilons de l'époque sont aujourd'hui largement dépassées.

Les avantages du développement de modélisations 3D virtuelle

- Réduire les coûts en matériels,
- Mettre des manipulations à disposition en libre service et permettre à des étudiants/élèves de manipuler librement
- Choisir des situations d'apprentissages multiples adaptables à plusieurs niveaux,
- Pouvoir construire des outils qui permettent de généraliser la notion de laboratoire virtuel.

3. Intérêt d'une collaboration didactique, histoire des sciences et informatique :

Les regards croisés des partenaires du projet permettront de mettre en place les connaissances nécessaires à la réplique 3D du Pont de Brest, de ses mécanismes ainsi que son intégration dans des environnements informatiques dédiés et des situations d'usages à tester et évaluer. Ce croisement permet de :

- définir les savoirs et concepts physiques et technologiques qu'il faut modéliser et donc montrer ou faire apprendre.
- d'un point de vue de l'informatique et la mécanique: simuler et visualiser le comportement mécanique des structures (mouvements, efforts, résistance)
- d'un point de vue historique et didactique : caractériser les savoirs scientifiques et techniques mis en jeu et les modalités de leur construction
- générer et étudier de nouveaux usages TICE

Les partenaires impliqués dans ce projet ont tous une expérience reconnue (thèses, articles, communications, réalisation de prototypes ou de simulation) dans les domaines de :

- La mécanique et la modélisation 3D cinématique (LIME et IUFM de Bretagne)
- L'histoire des sciences, la muséologie et la réplique d'objets techniques d'intérêt historiques (IHT),
- La didactique des sciences du point de vue expérimental et les usages des TICE en Education (CREAD).

3) Etapes de la recherche

La production de maquettes virtuelles d'objets techniques et leur intégration des environnements informatiques nécessite une investigation rigoureuse tant au niveau historique qu'au niveau scientifique. Ceci est d'autant plus vrai que l'objet a disparu, ce qui est le cas du Pont National de Brest.

Notre démarche de travail se décompose donc en deux étapes :

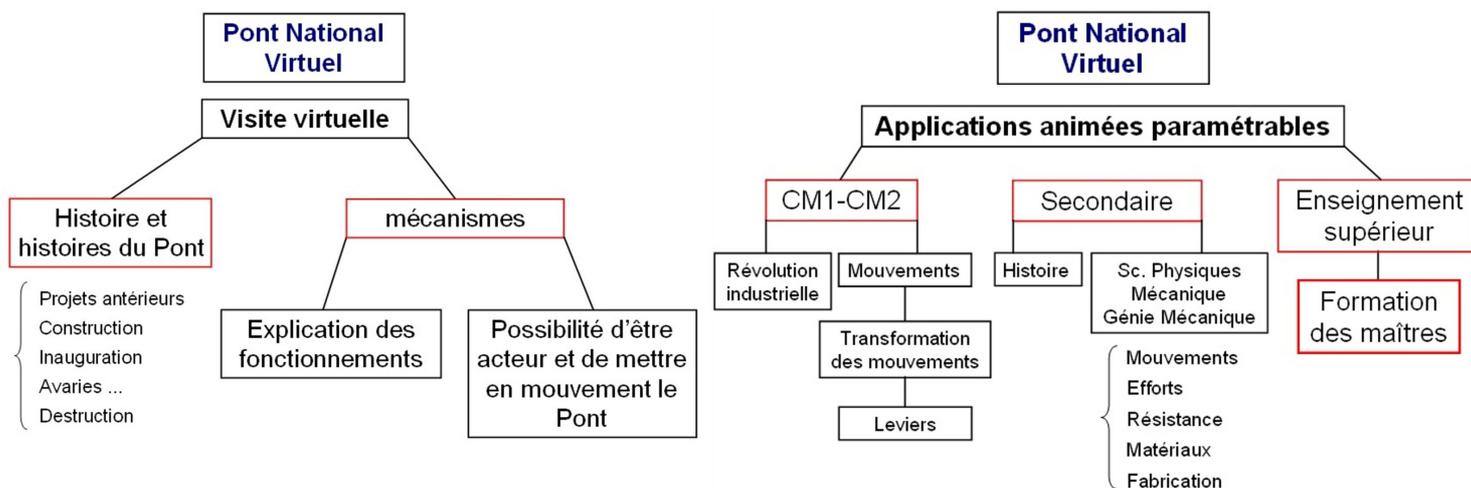
Etape 1:

- La capitalisation des connaissances dans les archives et bibliothèques locales et nationales afin de situer le Pont dans son contexte social, culturel et scientifique,
- La compréhension des différents mécanismes à partir des textes et plans d'époque de la construction : recueil des dimensions, des contraintes géométriques et des informations cinématiques sur les mouvements (protocole de manœuvre de l'époque),
- La modélisation de chaque pièce à l'aide d'un logiciel de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) puis la création de chaque mécanisme (assemblage géométrique) et la simulation des mouvements.

Etape 2 :

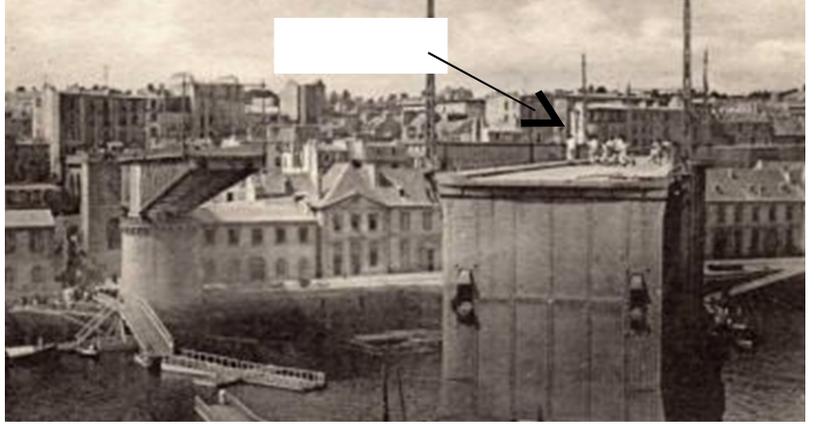
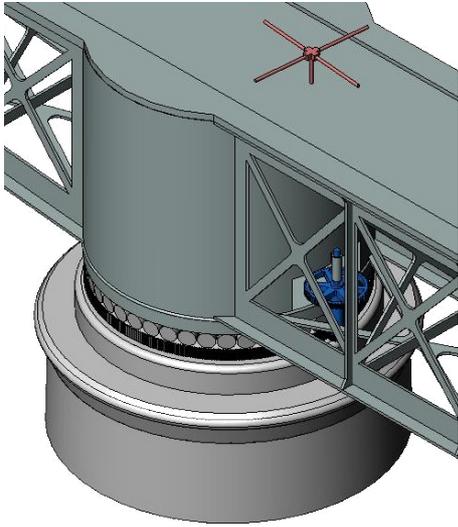
- Elaboration d'environnements informatiques dédiés
- Caractérisation et évaluation des usages dans les deux domaines de valorisation (Education et Muséographie) dans le cadre des problématiques « TICE et Apprentissage » du GIS Marsouin associé aux méthodologies validées au sein du CREAD (Rennes2-IUFM de Bretagne).

Les objectifs de ce travail ont été présentés au « Carrefour des Possibles », le 5 juillet 2006 au Quartz, à Brest, par S. Laubé et S. Sire : « *Maquettes virtuelles pour la muséologie et l'éducation* ». L'image suivante présente les usages que développons actuellement (à gauche : muséologie, à droite : apprentissages) :

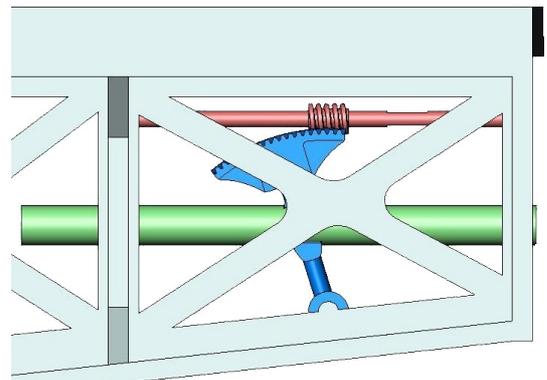
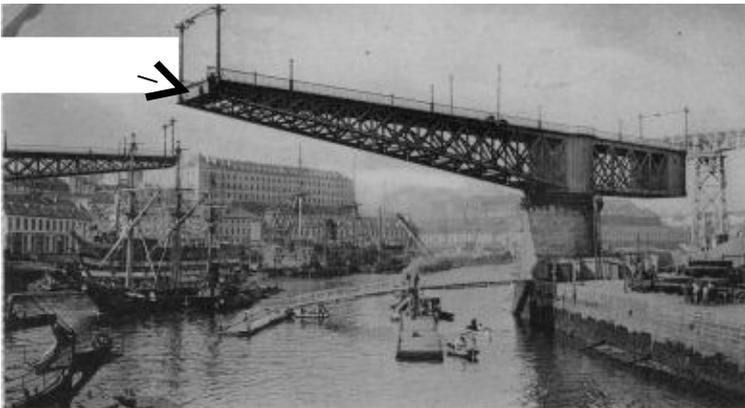


L'avancement des travaux de modélisation fut présenté lors du Workshop IHT « *Les maquettes virtuelles dynamiques de machines anciennes : enjeux de la connaissance et de la réalisation* » qui s'est tenu le 5 octobre 2006 au Musée des Arts et Métiers. Les aspects historique et scientifique de notre étude ont ainsi été proposés à la discussion lors de ce workshop : « *Présentation et modélisation des mécanismes présents sur le Pont National de Brest* », par S. Laubé et S. Sire. Par ailleurs, nous présenterons nos résultats lors de la journée internationale d'étude de l'Institut de l'Homme et de la Technologie - Ecole polytechnique de Nantes, sur : "Les ponts d'estuaires et l'aménagement des ports : histoire, patrimoine et valorisation" qui se tiendra à Nantes, le vendredi 11 mai 2007.

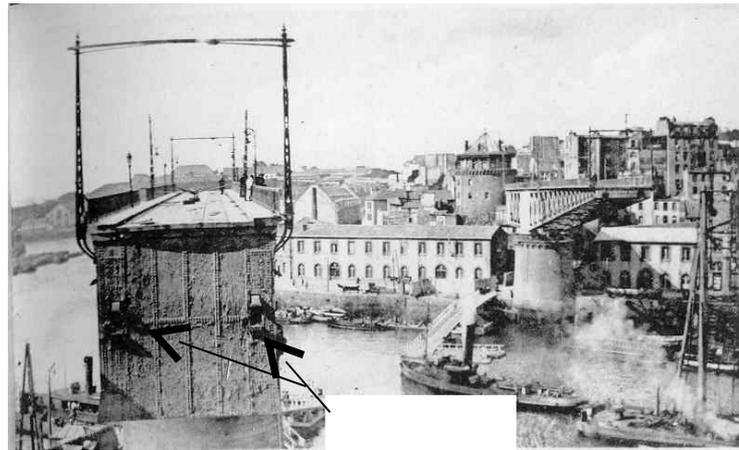
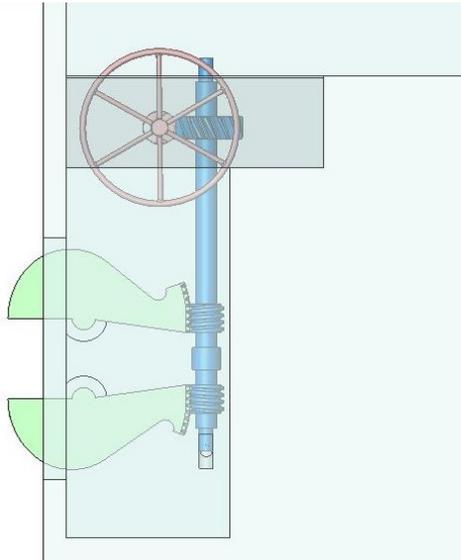
Les images suivantes donnent une idée des différentes modélisations (ici non dynamiques et animées) de l'ensemble d'une volée du Pont avec son cabestan de manœuvre (voir ci-contre) et de différents mécanismes (rotation d'ensemble, verrous de fixation des deux volées, mâchoires d'accrochage des volées aux culées).



Le mécanisme de rotation : la manœuvre du cabestan



Le mécanisme des verrous



Le mécanisme des mâchoires

4) Organisation du projet

4-1) Partenariat

1) Le **LIME** (Laboratoire d'Ingénierie Mécanique et Electrique) de l'Université de Bretagne Occidentale, directeur : B. NSom

Les activités de l'équipe « mécanique du solide » du LIME sont essentiellement tournées vers la caractérisation mécanique du comportement des matériaux.

S. Sire, MCF en 60^{ème} section du CNU (Mécanique, Génie Mécanique et Génie Civil) est impliqué dans les recherches liées aux procédés de fabrication et à la métallurgie. Il est par ailleurs chercheur associé à l'**IHT**.

2) Le **CREAD** (Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique, équipe d'accueil mixte n° 3875, Université Rennes 2-Haute-Bretagne / I.U.F.M. de Bretagne, Directeur : G. Sensevy).

Site : <http://www.uhb.fr/cread/>

L'objectif général des recherches menées au sein du CREAD est de comprendre et d'expliquer les pratiques d'enseignement et d'apprentissage et les contextes dans lesquels s'inscrivent leurs différents acteurs, en lien avec les théories en sciences de l'éducation, sociologie, psychologie et didactique. Au sein de la composante IUFM (Institut Universitaire de Formation des Maîtres), deux thématiques concernent plus particulièrement le projet : les usages des TIC dans la formation des enseignants de sciences (projet MODALES, en collaboration avec l'ENSTB) et le rôle de l'histoire des sciences et des techniques dans la formation des maîtres (S. Laubé). Ces thématiques sont l'objet de séminaires de recherche.

Les compétences (S. Laubé) en lien avec le projet : l'ingénierie didactique TIC et Sciences (élaboration d'Environnements Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH)), Etude et évaluations des usages et apprentissages dans un EIAH, étude des gestes professionnels d'enseignants. De plus, S. Laubé est physicien, MCF en 30^{ème} section du CNU (Milieu dilué), chercheur associé à l'**IHT**.

Les antécédents en recherche coopérative sont :

Le projet MODALES (MOdelling Didactic-based Active Learning in Sciences) qui s'appuie sur une collaboration entre trois laboratoires : CREAD (Rennes2/IUFM de Bretagne) : TIC et Didactique des Sciences (responsable : S. Laubé, CRPCC (Rennes2) : psychologie cognitive (responsable : C. Loisy), LUSSI (ENSTB) : intelligence artificielle, document virtuel adaptatif, web sémantique (responsable : S. Garlatti). Elle a été financée pour 3 ans (2005-2007) par la région Bretagne (dans le cadre d'un Projet de Recherche d'Initiative Régionale). Cette recherche s'inscrit a) au niveau national dans l' Action Concertée Incitative « Education et Formation » 2004 (appel à projet du Ministère de la Recherche) GUPTEN (Genèse d'Usages Professionnels des Technologies informatiques chez les ENseignants) en collaboration avec plusieurs laboratoires de didactiques, b) au niveau européen (via l'ENSTB) dans le réseau Kaleidoscope.

3) L'**IHT** (Institut de l'Homme et des Technologies, rattaché à l'Ecole Polytechnique de l'université de Nantes, directeur : M. Cotte).

Site : <http://www.iht.asso.fr/modules/wfsection/article.php?articleid=3>

A l'interface des sciences pour l'ingénieur et des sciences humaines et sociales, l'IHT a pour finalité de produire des connaissances et des applications à caractère pluridisciplinaire. Il développe des activités de recherche, de recherche-action en partenariat avec des laboratoires, des écoles universitaires mais aussi avec des partenaires économiques privés et publics.

La thématique développée dans le Pôle Objet/Société/ Technologies de l'Information et de la Communication (O.S.TIC) de l'IHT est en lien serré avec le projet. Ce Pôle (responsable : M. Cotte) se définit comme une plateforme de recherche pluridisciplinaire qui s'appuie sur différentes institutions et laboratoires reconnus (dont le Centre F. Viète de l'Université de Nantes). Il concerne en particulier le patrimoine scientifique et technique notamment dans son traitement par les technologies de numérisation des SPI. Ce projet s'appuie sur une série d'éléments existants ou en projet, à l'IHT, dans son environnement proche et dans la dynamique du rattachement de l'IHT à l'université de Nantes :

- La cellule de production multimédia de l'IHT

- Le projet du patrimoine scientifique des Pays de la Loire traité par les TIC avec des développements possibles, en collaboration avec la mission de culture scientifique et technique du musée du CNAM (Catherine Cuenca).

- Le projet de recherche lié aux maquettes numériques de patrimoine technique et industriel qui s'appuie sur deux équipes de recherche labellisées de l'université de Nantes (IRCCyN) et le Centre François Viète (histoire des sciences et des techniques). Ce projet implique également des projets pédagogiques (département informatique de l'EPUN, Ecole centrale de Nantes, IUT de mécanique de Nantes). Une thèse en cours (F. Laroche)

- Des partenaires institutionnels directement impliqués dans le patrimoine industriel (DRAC Pays de la Loire).

- Des musées, des partenaires associatifs (EPI, Maison de l'Homme et des Techniques, Musée de Batz-sur-Mer...).

- Des entreprises spécialisées.

4) L'**IUFM** de Bretagne (Directeur : N. Fleury) par ses deux départements de Brest : le département de Génie Mécanique (responsable : S. Sire) et le département de Sciences Physiques (responsable S. Laubé). Ces deux départements participent activement au développement d'outils d'autoformation en ligne pour les étudiants dans le cadre du CAREST (Centre d'Autoformation et de Ressources pour l'Enseignement des Sciences et de la Technologie) de l'IUFM de Bretagne. Pour cela, l'utilisation de logiciels dédiés (simulation cinématique et dynamique, méthode des éléments finis) y est développée.

Site : <http://www.bretagne.iufm.fr>

5) le GIS Marsouin dont les problématiques de recherches en sciences humaines et sociales concernent les usages des TIC.

Site : <http://www.marsouin.org/>

Bibliographie

Cadiat et Oudry (1851-53) « NOTICE SUR L'EMPLOI DE LA TOLE - DU FER FORGE ET DE LA FONTE DANS LES PONTS (SYSTEME DE MM. CADIAT ET OUDRY) », Fonds ancien de l'école des Ponts et Chaussées, côte : 8.4655/C254

Cadiat et Oudry (1853) «NOTE RELATIVE A L'EMPLOI DU FER DANS LES PONTS. COMPARAISON DES PONTS EN TOLE SUPPORTES PAR DES ARCS AVEC LES PONTS EN FORME DE POUTRE », Fonds ancien de l'école des Ponts et Chaussées, côte : 8.4656/C254

Cadiat et Oudry (1853) « PROJET DE PONT ENTRE BREST ET RECOUVRANCE », Fonds ancien de l'école des Ponts et Chaussées, côte : 4.4735/C261

Nicole Chézeau "De la forge au laboratoire. Naissance de la métallurgie physique (1860-1914)", Presses Universitaires de Rennes, 2004

M. Cotte et Samuel Deniaud, « Possibilités offertes par les maquettes numériques aux actions de patrimoine scientifique et technique », *L'Archéologie industrielle en France*, à paraître.

M. Cotte éd., Les circulations techniques. En amont de l'innovation : hommes, objets et idées en mouvement, Belfort/Besançon, UTBM/Presses universitaires franc-comtoises, 2004,

M. Cotte, Les fonds d'archives Seguin - aux origines de la révolution industrielle en France, 1790-1860, Privas, Archives départementales de l'Ardèche, 1997

S. Laubé (2004) « HST et la formation des maîtres dans les IUFM », Actes du Congrès de la SFHST, Poitiers, mai 2004, Cahiers d'histoire et de philosophie des Sciences, Numéro Hors-série, p. 328-329.

S. Laubé, S. Garlatti et al (2005) « Formations des maîtres en sciences : de la modélisation des situations didactiques comme fondement de la conception d'un EIAH adaptatif », Annexes, actes conférences EIAH 2005, édités par P. Tchounikine, M. Joab, L. Abrouk, Montpellier, mai 2005, p. 33-34.

Laubé S., Garlatti S. et al, (2005) « Formations des maîtres en sciences: De la modélisation des situations didactiques comme fondement de la conception d'un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) adaptatif », 4èmes rencontres de l'ARDIST, 10-15 octobre 2005, p. 209-215, INRP.

Laubé S., Kuster Y., Garlatti S. (2006) « MODALES : Conception de scénario pour générer des EIAH adaptatifs pour la formation des maîtres en sciences expérimentales », Colloque « Scénarios, Formation d'enseignants : quels scénarios ? quelles évaluations ? » IUFM de Versailles, mars 2006. 8 pp., à paraître

S. Laubé, S. Garlatti, Y. Kuster, J.L Tetchueng (2006) « Scénarios intégrant les TICE : les méthodologies et les cadres théoriques à l'œuvre dans la recherche MODALES », Colloque « Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ? » organisé par l'INRP et l'ERTÉ e-Praxis dans le cadre de la 8ème Biennale de l'Education, 16 avril 2006 (à paraître).

Laubé S. , Garlatti S. ,Tetchueng J.L. , Kuster Y. (2006) "The Co Design of scenarios for a Didactic-based E-learning System viewed as an Adaptive Virtual Document", 2nd IEEE International Conference on Information & Computer Technologies :from Theory to Applications , Satellite workshop E-Learning, April 24-28 2006 Damascus, Syria. (à paraître)

Laubé S., Bernard A. (2006) « Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques (EHST): La question de la Recherche dans les IUFM », Actes des Journées d'études « EHST : Formation et recherches dans les IUFM », Mai 2005, IUFM de Montpellier, à paraître dans la revue TREMA, mai 2006

Laubé S., Garlatti S. , Kuster Y. , Tetchueng J.L. (2006) "Modelling Teachers Activities to Design Scenarios for a Didactic-based E-learning System viewed as an Adaptive Virtual Document", European Conference on Education Research, Genova, septembre 2006 (communication acceptée, actes à paraître).

S. Laubé, M. Guedj (2006) "History of sciences in teacher education", 2nd International Conference of the European Society for the History of Science, Cracow, Poland, September 6-9, 2006 (communication acceptée, actes à paraître)

B. Lemoine "L'architecture du fer - France XIXème siècle", Edition Champ Vallon, collection Milieux, 2ème édition, 1993

Marcel Prade "Ponts et viaducs au XIXème siècle. Techniques nouvelles et grandes réalisations Françaises", Éditeur : Poitiers et Brissaud,

Frédéric Seitz "Architecture et métal en France au XIX et XXème siècle", Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1995

Marcel Prade "Ponts et viaducs au XIXème siècle. Techniques nouvelles et grandes réalisations Françaises", Éditeur : Poitiers et Brissaud, 1988

S. Sire (2002), "Etude de la formation du bain de fusion en soudage TIG en présence d'un dépôt de silice. Application au soudage ATIG des aciers au carbone et FBTIG des alliages d'aluminium", thèse de doctorat, Ecole Centrale de Nantes, 2002

Annexe

Les maquettes numériques de patrimoine technique et industriel, une recherche qui concerne les collectivités

Résumé de l'intervention du professeur Michel COTTE aux rencontres Université et Cité, Nantes, le 10 décembre 2004

(<http://www.iht.asso.fr/modules/wfsection/print.php?articleid=2>)

Michel.Cotte@univ-nantes.fr

Directeur de l'IHT

Les maquettes numériques de patrimoine technique et industriel, une recherche qui concerne les collectivités

Date:

Thu,

02-Dec-2004

Section: Le Pôle OSTIC

Les maquettes numériques de patrimoine technique et industriel, une recherche qui concerne les collectivités

Résumé de l'intervention du professeur Michel COTTE aux rencontres Université et Cité, Nantes, le 10 décembre 2004

Michel.Cotte@univ-nantes.fr

L'idée de départ

L'idée initiale des maquettes numériques de patrimoine technique et industriel consiste à utiliser les logiciels de conception de la CAO-3D (CATIA V5, DELMIA, etc) pour étudier des machines du passé, des mécanismes techniques, des processus de production industrielle, ou encore des matériels scientifiques anciens. C'est en quelque sorte retourner l'axe des temps et effectuer de la «
rétro conception ».

La maquette virtuelle ainsi réalisée apporte une grande fidélité dans la restitution grâce à la qualité de cet outil d'aujourd'hui des sciences pour l'ingénieur. Elle constitue en premier lieu un acte de capitalisation des connaissances, rassemblant des informations mécaniques statiques (formes, dimensions des pièces), des informations d'assemblage (architecture de la machine et relations fonctionnelles), des informations dynamiques (degrés de libertés, axes, cinématique de la machine) et des possibilités d'évaluation des pièces en fonctionnement (contraintes, liaisons...). Si la réalisation de la maquette virtuelle a pu être poussée suffisamment loin, elle doit permettre de reconstruire un jour la machine, ou d'en réaliser une maquette matérielle très fidèle d'échelle plus réduite.

Diverses initiatives semblent avoir eu lieu de manière parallèle, mais indépendante, ces dernières années. Citons, à notre connaissance à ce jour : la rétro conception d'un ancien train de laminoirs aux aciéries de Linz en Autriche, la maquette du sous-marin « Holland » à l'Université Cornell aux USA, le véhicule roulant de Léonard de Vinci à Florence, les travaux de l'UT Belfort –Montbéliard dont est issue notre propre démarche.

Il s'agit en effet d'une idée assez simple au départ, consistant en une extension d'usage d'un outil existant. Cette extension offre toutefois des possibilités très intéressantes et innovantes, dans divers champs d'applications : la capitalisation des connaissances, la pédagogie technique, la muséographie des objets animés, le patrimoine industriel, l'histoire des techniques, etc. Mais la mise en œuvre d'un tel projet génère rapidement des questions nouvelles, tant dans le champ des sciences pour l'ingénieur que dans celui des sciences humaines et sociales. Il s'agit par exemple en amont de l'accès à l'information technique, de la compréhension de la machine, de la création des données numériques, de la documentation contextuelle ; en aval de l'intégration de la maquette dans des projets achevés de diverses natures et associé à d'autres techniques classiques ou de type TIC. Un espace de recherche appliqué s'ouvre là, qu'il est nécessaire de développer en partenariat avec des demandeurs de produits finis, afin déterminer un outil et une méthodologie adapté à leurs besoins.

Les premiers exemples de maquettes numériques animées

Les premiers enjeux perçus lors de l'initiation de cette recherche à l'Université de Technologie de Belfort - Montbéliard ont été de nature pédagogique, pour la formation des élèves ingénieurs. La réalisation d'un projet de maquette de patrimoine technique a été conduite par des étudiants formés à la pratique des outils de conception et disposant de bases en histoire des techniques. Le sujet s'est toutefois révélé comme une recherche appliquée à part entière, d'une part pour le développement et la diversification de l'usage des outils de conception, d'autre part en étroite association des

