Recherches en archéologie industrielle :

Modélisations virtuelles pour la Muséologie et l'Education

Responsables :
Sylvain Laubé (CREAD/Rennes2-IUFM de Bretagne) et Stéphane Sire (LIME/UBO),
enseignants-chercheurs à l'IUFM de Bretagne, site de Brest
associés au Centre François Viète de l'Université de Nantes.
sylvain.laube@bretagne.iufm.fr et stephane.sire@bretagne.iufm.fr

Tél : 02 98 47 80 38 / 06 86 53 63 31

Présentation de la thématique de recherche

Ce travail porte sur la réalisation de maquettes virtuelles d'objets techniques et sur leur intégration dans des environnements informatiques dédiés aux publics de la Muséologie et l'Éducation. Ces modélisations peuvent être aussi bien statiques que cinématiques si la description des mouvements et la quantification des efforts mis en jeu s'avèrent nécessaires. Les supports techniques de notre travail de recherche sont issus de l'histoire du port militaire de Brest ; ils font tous du patrimoine industriel, technique et scientifique brestois, breton et français.

La modélisation virtuelle : une démarche innovante pour la muséologie et l'éducation

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 par M. Cotte (directeur de l'Institut de l'Homme et de la Technologie à Nantes) constituent une référence. L'idée initiale des maquettes numériques de patrimoine technique et industriel consiste à utiliser les logiciels de conception de la CAO-3D (CATIA, SolidWorks, 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 très utilisé dans le domaine des sciences pour l'ingénieur.

La maquette virtuelle constitue en premier lieu un acte de capitalisation des connaissances, rassemblant des informations mécaniques statiques (dimensions des différents éléments), des informations d'assemblage (liaisons entre les pièces, mécanismes), des informations dynamiques et des possibilités d'évaluation des pièces en fonctionnement (résistance des pièces,…). Par ailleurs, il est aussi nécessaire de comprendre l'objet étudié dans son contexte historique, social, scientifique et technique.

Les regards croisés des différents partenaires de ce projet de recherche permettent de mettre en place les connaissances nécessaires à la réplication 3D d'objets historiques du paysage industriel brestois ainsi que leur 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.

De la maquette numérique à son intégration dans des environnements informatiques dédiés aux publics de la muséologie et de l'éducation

En lien avec la conception, notre travail vise le développement de deux environnements informatiques permettant les usages à distance et dans le cadre de réseaux. Les champs de valorisation prévus sont :

- la muséologie et l'histoire des sciences et des techniques par un environnement informatique, s'appuyant sur une capitalisation des connaissances, afin de pouvoir restituer, manipuler, refaire « vivre » les objets techniques des abords de la Penfeld vers un public dédié (musée et enseignement de l'histoire des sciences et des techniques).
- l'enseignement des sciences et de la technologie par 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) et qui soit aussi support pour la formation des enseignants (formation initiale et continue à distance).

Des partenaires pluridisciplinaires

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 (le LIME (*Laboratoire d'Ingénierie Mécanique et Electrique*) de l'UBO, l'IUFM de Bretagne par ses deux départements brestois (sciences physiques et génie mécanique) ainsi que l'IUP GMP (*Institut Universitaire Professionnalisé de Génie Mécanique et Productique*) de l'UBO),
- les usages des TIC (et leur évaluation) en Education (le CREAD (*Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique*), Université Rennes2 - IUFM de Bretagne, membre de M@rsouin),
- l'histoire des sciences, la muséologie et la réplication d'objets techniques d'intérêt historique (IHT (*Institut de l'Homme et de la Technologie*) associé au Centre F. Viète de l'Université de Nantes).

La Penfeld, un site riche de constructions s'inscrivant dans l'histoire bretonne et française du patrimoine industriel

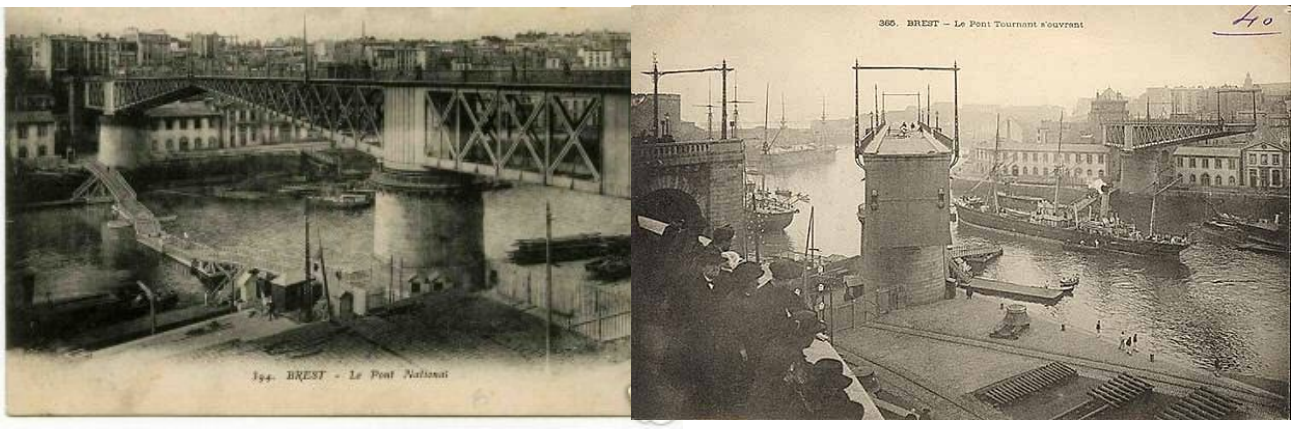
Compte tenu de l'importance de la façade maritime en France, les villes portuaires dont Brest est un exemple représentatif, représentent une facette de l'identité urbaine.

Ces paysages industriels s'inscrivent dans une histoire complexe associée à des contextes politiques et sociaux mais aussi scientifiques et techniques. Ceux-ci sont en effet très souvent les témoins (et gardent des traces) de l'industrialisation et de la modernisation de la France au cours du XIXème et XXème siècle, d'une reconstruction lorsqu'ils ont été détruits lors de la seconde guerre mondiale, notamment par les installations spécifiques de leurs activités portuaires. Ainsi, le port militaire de Brest et les abords de la Penfeld, par ses grues, ses ponts, son arsenal, en constante évolution, constituent une source très riche de constructions permettant une analyse pluri-critères de ce patrimoine industriel : points de vues sociaux, historiques et techniques.

La modélisation virtuelle du *Pont tournant de Recouvrance*: une première étude

La production de maquettes virtuelles d'objets techniques 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. L'étude de ce Pont, très emblématique du paysage brestois, constitue le premier objet du travail de recherche.

Le Pont Impérial, puis National de Brest (pont tournant entre Brest et Recouvrance) fut construit entre 1856 et 1861 (conception par Cadiat et Oudry) et détruit dans les bombardements en 1944.



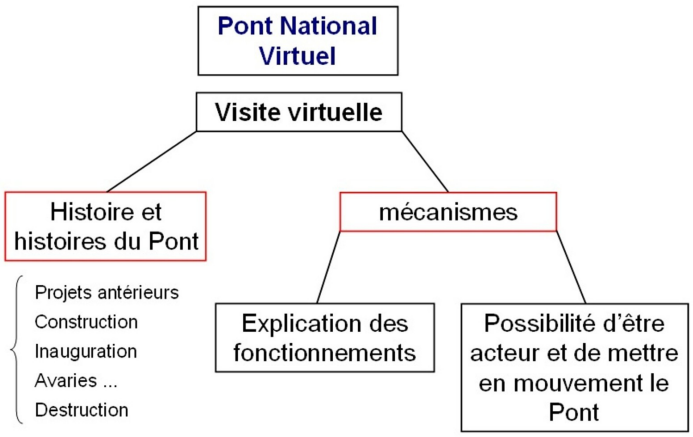
Le Pont tournant « fermé » et « ouvert » pour laisser passer un navire

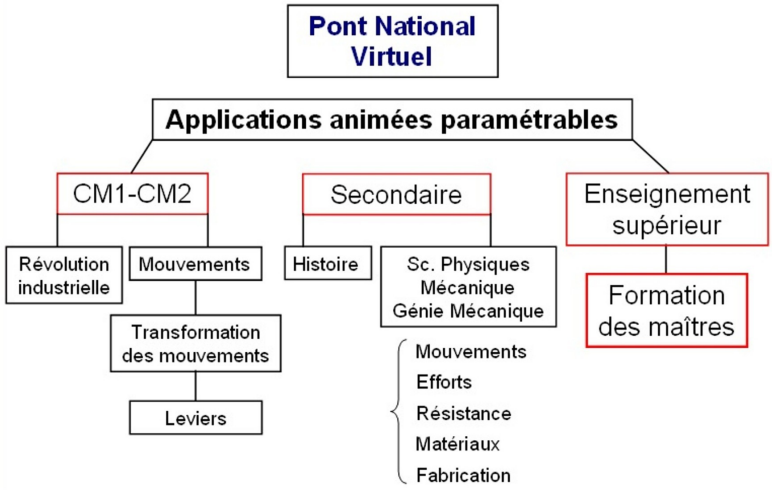
Inauguré en juin 1861, ce pont fut le premier bâtiment permettant de relier les deux côtés de la Penfeld entre Brest et Recouvrance. Il a été réalisé lors d'une une période charnière de la construction des ouvrages métalliques. **Le Pont National est donc au cœur de l'histoire scientifique et technique en Bretagne et en France**. Les procédés utilisés pour la fabrication des éléments du Pont étaient élaborés et novateurs. Par ailleurs, ce pont était singulier puisque ses deux volées pouvaient pivoter pour laisser le passage libre aux bateaux ; quatre mécanismes entraient en jeu : l'un assurant la rotation (actionné par quatre hommes seulement, il permettait de faire tourner les deux parties du pont en moins de 20 minutes), deux autres le verrouillage et la fixation des deux volées, enfin des vérins permettaient de supporter la surcharge lorsque le pont était en service.

Notre démarche de travail se décompose donc en trois points :

- la capitalisation des connaissances dans les archives et les 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.

Les deux 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) :





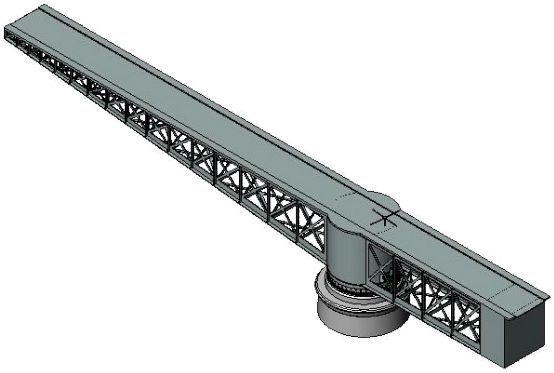
Une première modélisation du Pont tournant fut présentée lors du Workshop IHT *« Les maquettes virtuelles dynamiques de machines anciennes : enjeux de la connaissance et de la réalisation »* qui s'est tenu le *5 octobre 2006 au* ***Musée des Arts et Métiers***. Les aspects historique et scientifique 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.

Nous présentons par ailleurs l'avancement de nos recherches dans différentes conférences :

- ***« La maquette virtuelle du Pont de Recouvrance (1861-1944) »,*** conférence à l'IUFM de Bretagne, le 28 février 2007, S. Laubé et S. Sire,
- rencontre des 23 et 24 mars à Brest : collectes de mémoires, liens social et multimédia : ***Débat : Pont tournant de Recouvrance in Virtuo***, S. Laubé & S. Sire,
- Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Arles, 16-21 avril 2007, ***« Maquettes virtuelles cinématiques des objets du patrimoine scientifique et technique : application au pont national de Brest (1861-1944) »,*** S. Laubé & S. Sire,
- Journées ReForEHST Inter IUFM, Caen, 31 mai et 1er juin 2007, ***« Les démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences : les apports de l'histoire et de l'épistémologie ».***

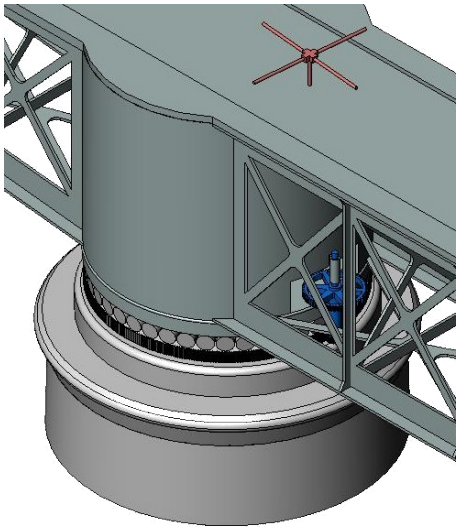
Nos travaux sont également valorisés au travers de partenariats :

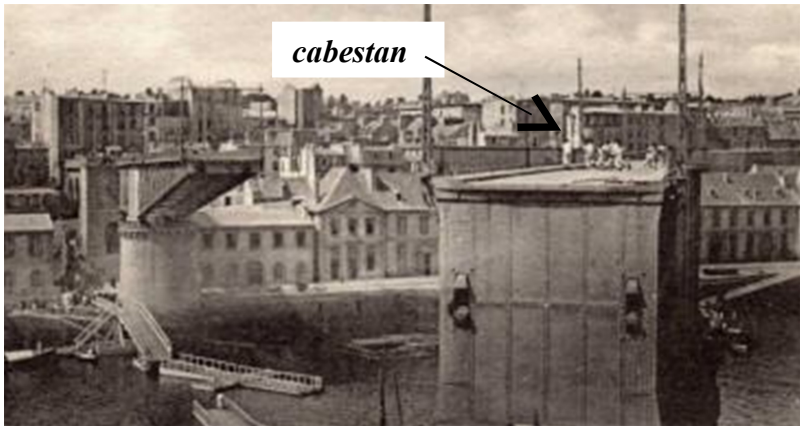
- avec le musée national de la Marine dans le cadre du mois de la science : rédaction d'une brochure présentant le pont et expliquant les différents mécanismes et, en complément, réalisation d'une vidéo descriptive des mécanismes,
- avec le lycée professionnel Léon Blum du Creusot pour la réalisation d'une maquette du Pont tournant, en collaboration avec l'Académie François Bourdon du Creusot.
- Dans le cadre de recherche concernant les usages des TICE (GIS Marsouin) et le rôle de l'histoire des sciences et des techniques dans l'enseignement (Groupe ReForEHST)



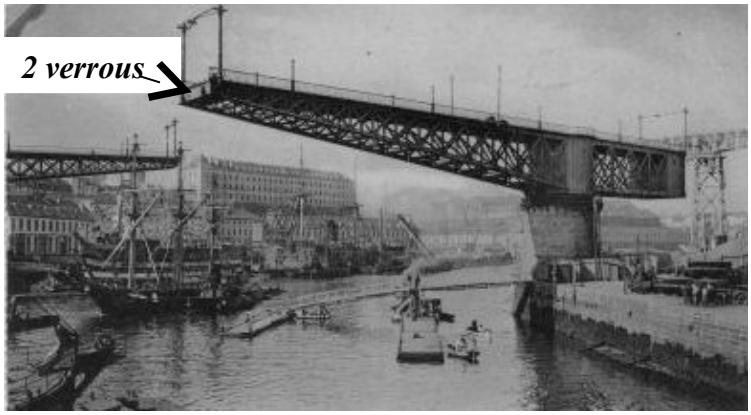
Modélisation d'une volée

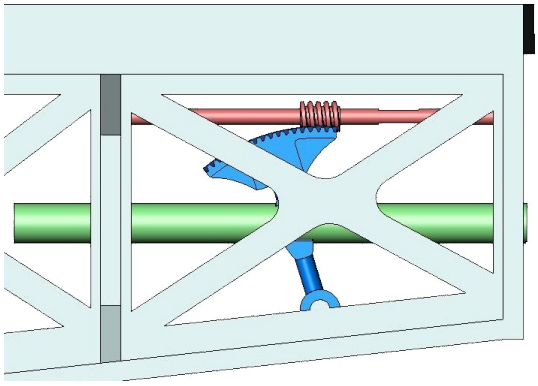
Les images suivantes présentent différentes modélisations de l'ensemble d'une volée du Pont avec un cabestan de manœuvre pour la rotation (voir ci-contre) ainsi que les mécanismes des verrous pour le calage des deux volées et des mâchoires pour l'accrochage des volées aux culées.



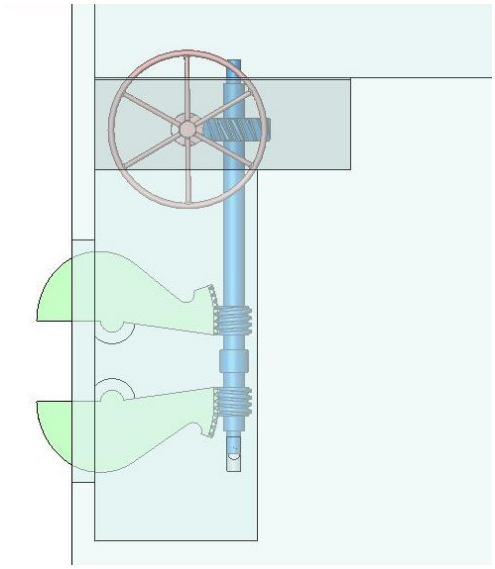


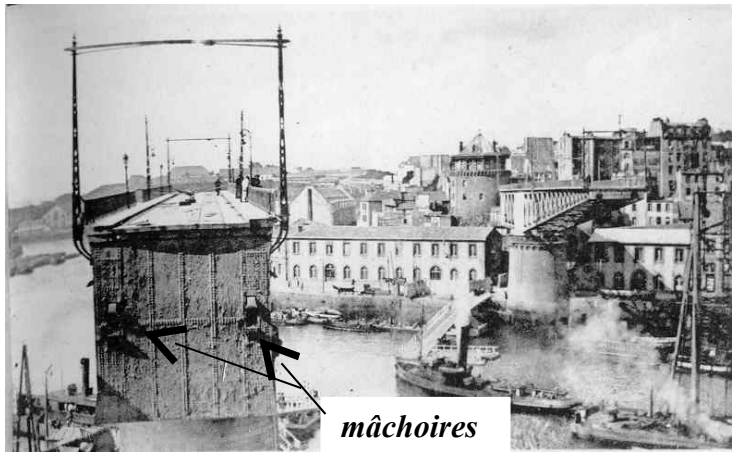
Le mécanisme de rotation : la manœuvre du cabestan





Le mécanisme des verrous





Le mécanisme des mâchoires

Perspectives de travail

Le travail que nous avons mené sur le Pont tournant de Recouvrance constitue un travail précurseur pour la suite de notre recherche puisqu'il nous a permis de mettre en place une méthodologie de travail en histoire des Sciences et des Techniques. Cette démarche, totalement nouvelle, vise à proposer une méthode d'étude systématique des objets du patrimoine industriel pour lequel la capitalisation des connaissances permet d'obtenir des informations dans les domaines historiques, sociaux, culturels et scientifiques et elle s'accompagne de recherches concernant les usages en muséologie, en lien avec les acteurs locaux tel que le CERV (J. Tisseau), le Musée nationale de la Marine de Brest (G. Besson) et Brest-Métropole-Océane (G. Guérin), et dans l'éducation (plus particulièrement dans la formation des maîtres avec l'IUFM de Bretagne). En effet, l'insertion de ces objets virtuels dans des environnements dédiés se pose en terme de questionnement liés à des apprentissages dans un contexte de nouveaux usages qu'il s'agit décrire, comprendre et évaluer. Ces recherches s'appuient en partie sur les résultats du groupe ENSTB-CREAD Modales.

La première étude sur le Pont tournant a permis de valider une méthodologie et une problématique.
Notre travail s'est naturellement élargi vers d'autres objets techniques du patrimoine brestois dans une dynamique de description et de compréhension du paysage industriel portuaire.

En complément de l'étude du Pont tournant, nous travaillons aujourd'hui également sur un autre pont historique du paysage brestois : le viaduc de Lambézellec. Cette étude historico-scientifique s'inscrit de manière plus large dans un travail de recherche sur l'histoire de la construction métallique, notamment dans la deuxième partie du XIXème siècle.

Le Pont transbordeur (ex-Bizerte) remonté à Brest en 1908 est également un objet sur lequel nous nous efforçons de capitaliser des connaissances pluri-domaines.

Le pont transbordeur de Brest

Mais , le Patrimoine de l'Arsenal ne se réduit pas uniquement aux ponts, viaducs et passerelles mais se doit être étendu à tous les objets techniques qui l'ont constitué. Les grues constituent donc pour nous un autre élément de compréhension du paysage.
Le môle du viaduc (qui pose d'intéressantes questions au public sur sa fonction) et sa grue revolver, démontée dans les années 1950, constitue un des symboles de l'histoire de l'arsenal de Brest, par son caractère unique et monumental, sa situation historique (passage de la voile à la vapeur) et géographique sur le plateau des Capucins. Son étude historique, scientifique et technique démarre.

Conclusion :

Nos recherches s'insèrent dans une double problématique :

- compréhension et description du paysage industriel portuaire brestois. En effet, du fait de sa position géographique et sociale (fortement liée à la présence militaire et de l'arsenal), il s'avère que les objets historiques constituant ce paysage (ponts, grues, etc…) se situent dans un cadre d'innovation technologique et de progrès scientifique qui reste méconnu et peu étudié. Si le contexte est bien évidemment local (Brest, Finistère, Bretagne), c'est aussi dans un cadre plus large, national et international, que se situe notre problématique de recherche.
- Décrire, comprendre, évaluer les nouveaux usages (en muséologie et en formation des maîtres) générés par ce nouveau type de maquettes.