



HAL
open science

La reconversion de notre patrimoine technique et industriel : comment l'utiliser comme support aux projets pédagogiques

Florent Laroche, Jean-Louis Kerouanton, Myriam Serviere

► To cite this version:

Florent Laroche, Jean-Louis Kerouanton, Myriam Serviere. La reconversion de notre patrimoine technique et industriel : comment l'utiliser comme support aux projets pédagogiques. CFM 2011 - 20ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2011, Besançon, France. hal-03420921

HAL Id: hal-03420921

<https://hal.science/hal-03420921>

Submitted on 9 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La reconversion de notre patrimoine technique et industriel : comment l'utiliser comme support aux projets pédagogiques

Florent LAROCHE^a, Jean-Louis KEROUANTON^b, Myriam SERVIERE^c

a. LUNAM Université, Ecole Centrale de Nantes, IRCCyN (UMR CNRS 6597), 44000 Nantes
florent.laroche@ircryn.ec-nantes.fr

b. Centre François Viète, Université de Nantes, Fac de Sciences, 44000 Nantes
jean-louis.kerouanton@univ-nantes.fr

c. CERMA / IRSTV, Ecole Centrale de Nantes, 44000 Nantes
myriam.serviere@ec-nantes.fr

Résumé :

Notre équipe de recherche travaille sur de nouveaux moyens pour capitaliser et valoriser notre patrimoine scientifique, technique et industriel. Nous utilisons l'ensemble des outils et méthodes issus du Génie Industriel contemporain. Les projets menés ont fait collaborer de nouveaux métiers. La mise en place de ces projets interdisciplinaires dans un cadre pédagogique est extrêmement riche et fructueuse. Cette communication sera une série de « success story », en témoignage de l'expérience nantaise pour diffuser cette nouvelle forme d'ingénierie didactique.

Abstract :

Our research team works to find new ways to capitalise and valorise our scientific, technical and industrial heritage. In order to, we use tools and methods coming from contemporary Industrial Engineering. One particularity of those projects is that they required jobs that usually do not work together. Consequently, it create a new interoperability world where interdisciplinary work reaches to rich and fruitful exchanges. In this paper, we explain one experimentation we are doing with many schools of Nantes; indeed, the project is only done by students: it is a new way of thinking the valorisation of our heritage.

Mots clefs : capitalisation des connaissances, valorisation du patrimoine, musée, NTIC, réalité virtuelle, pédagogie, interdisciplinarité

1. Introduction

Qui n'a jamais rêvé un jour de voyager dans le temps, visiter le passé ? Aujourd'hui la science et la technologie nous offrent la possibilité d'y parvenir enfin. Grâce aux éléments laissés par les anciennes générations, nous pouvons recréer virtuellement les endroits où ils vécurent autrefois. C'est la raison d'être du Projet Nantes1900 réalisé en partenariat avec le Musée du Château des Ducs de Bretagne de Nantes. Un jour, dans la salle 21, la maquette représentant le port de Nantes en 1900, proposera aux environs de 2013 de voyager 100 ans en arrière afin de pourquoi pas, un jour, marcher dans les pas de nos grands-parents et arrière-grands-parents.



FIG. 1 - La maquette de 1900 dans le Musée de Nantes

2. Le projet de valorisation muséographique

La modélisation numérique de cette maquette permet l'analyse historique de la situation industrielle et portuaire de Nantes au début du XX^e siècle. Au-delà d'une simple « photographie » en trois dimensions, il s'agit de réaliser la conjugaison informatique des données topographiques et documentaires qui permettra à terme l'interprétation des grandes unités du paysage industriel, portuaire et maritime dans leurs logiques de circulation et d'échange.

Le projet est d'en faire l'étude complète pour en établir un modèle qui serait une base de recherche du point de vue documentaire et une base de valorisation pour le public du musée. Il s'agit de parler des relations du port à la ville et au fleuve, tant du point de vue de l'urbanisme, de l'architecture, de l'étude formelle, que du point de vue des techniques et des réseaux : usines, ateliers, lieux de production...

A l'origine, il s'agit d'un projet en histoire des techniques et du patrimoine industriel qui s'articule autour d'un travail de modélisation et de valorisation muséographique de cet objet. Le projet est conçu dès le départ comme un système ouvert et potentiellement évolutif. Son intérêt réside dans son aspect novateur, tant du point de vue de la démarche utilisée elle-même et ses limites que des méthodes développées au sein de ce projet où les hautes technologies sont mises au service du patrimoine. Ce projet est une expérience pluridisciplinaire et transversale qui fait appel aux compétences en histoire des techniques et patrimoine industriel du Centre François Viète, de celles de l'UFR Histoire et du CRHIA (Centre de recherches en histoire internationale et atlantique (EA CNRS 1163)), au point de vue de l'étude historique et documentaire. Elle fait également appel à des compétences techniques issues des sciences pour l'ingénieur de l'Ecole Centrale de Nantes et de l'Ecole Polytech'Nantes, en lien avec les laboratoires IRCCyN (Institut de recherches en communications et cybernétique de Nantes (UMR CNRS 6597)) et LINA (Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique (UMR CNRS 6241)), au point de vue de la numérisation, de l'informatique, de la réalité virtuelle, etc.

Ce projet s'inscrit directement dans le domaine de la muséographie, visant à valoriser notre patrimoine grâce aux NTIC. Son but est donc de valoriser l'objet physique auquel il est relié et non de l'occulter. Pour permettre à un visiteur d'agir de manière interactive sur la maquette, une interface multitouch lui sera mise à disposition. Grâce à un écran de très grande diagonale, le visiteur sera en mesure de choisir lui-même le lieu sur lequel il veut accéder à la connaissance de la maquette ; en sélectionnant une zone sur une reproduction numérisée en 3D de la maquette en question. Un système de visualisation des ressources à base de popups permettra une manipulation dynamique des données ainsi qu'à plusieurs utilisateurs d'agir en même temps. Un dispositif lumineux permettra en temps réel d'éclairer la zone correspondante sur la maquette réelle, offrant à l'utilisateur la possibilité de se repérer directement sur l'objet.

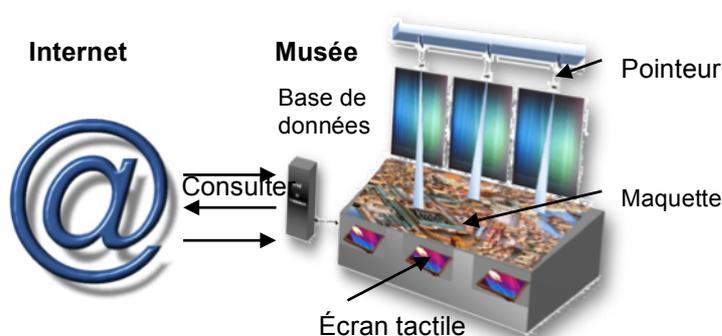


FIG. 2 - Schéma de principe du futur système de vulgarisation

Cette application est destinée à grandir via les connaissances de chercheurs qui pourront alimenter une base de données depuis internet afin que les visiteurs puissent en bénéficier directement en local sur le dispositif. Ainsi régulièrement, grâce à des mises à jour, le musée sera capable de proposer une exposition interactive et évolutive ; et surtout pérenne dans le temps.

Une des particularité de ce projet mené en partenariat avec le Musée du Château des Ducs de Bretagne est qu'il s'agit là d'un projet uniquement étudiant. L'ensemble des travaux effectués, qu'ils soient dans les domaines de la mécanique, la mécatronique, l'automatisme, l'informatique, les mathématiques, l'histoire ou le patrimoine n'est réalisé que par des étudiants. Il s'agit là d'une nouvelle forme d'appréhension de notre histoire par les nouvelles générations où elles ne sont plus passives dans un musée mais réellement acteur de la vie de nos objets patrimoniaux. Ainsi, elles acquièrent une culture sociale, économique mais également technique et scientifique qu'aucun, même excellent enseignement, n'arriverait à leur transmettre. Cette pratique d'ingénierie à base de pédagogie active est la force des projets patrimoniaux interdisciplinaires que notre équipe de recherche mène. Pour le projet Nantes1900, c'est plus de 60 étudiants de tout le bassin nantais qui ont déjà œuvrés. Participer au congrès de l'AFM 2011 est pour nous une façon de témoigner de cette réussite pour encore plus diffuser nos pratiques pédagogiques à l'ensemble du corps enseignant.

Il s'agit donc là d'un projet réalisé essentiellement par des étudiants répartis en plusieurs groupes de travail, sous le contrôle scientifique et pédagogique des enseignants-chercheurs de chaque spécialité cités précédemment. Son étendue est de quatre années universitaires pleines depuis septembre 2008. Le livrable final en fonctionnement sur le site du Musée d'histoire du Château des Ducs de Bretagne de Nantes est prévu pour 2012. Notons que les deux premières années universitaires pleines aboutissent à un livrable-test en juin 2010, présenté sous forme de prototype opérationnel (ou démonstrateur fonctionnel).

Au-delà de cette expérience faite par un musée de France, ce projet affiche une dimension nationale et pionnière d'un point de vue de la valorisation de la recherche en histoire et de la diffusion de la culture scientifique et technique. A terme, ce cas d'étude de capitalisation des connaissances et de valorisation du patrimoine portuaire et maritime de la ville de Nantes au moyen de la modélisation numérique de la maquette physique, permettra de valider les méthodes développées au sein de ce projet pluridisciplinaire. Comme nous allons le voir ci-après la méthodologie est partie de la question de la rétroconception des machines anciennes, application à l'histoire des techniques des méthodes de capitalisation des connaissances en ingénierie contemporaine [1] [2] [3].

3. Démarche scientifique globale [4]

Du point de vue de la méthodologie globale, il s'agit, et ce avant même de définir la finalité muséographique du dispositif du projet, d'établir une base de données documentée (Dossier d'oeuvre patrimonial technique sous forme numérique) qui permet d'envisager de multiples finalités (public du musée, experts, scolaires, internet, etc.).

Un des aspects importants de ce projet concerne ainsi la création de la base de données du Modèle de Référence du Patrimoine Numérique (Digital Heritage Reference Model ou DHRM) qui supporte la connaissance, pouvant inclure un modèle 3D scanné et une compilation de l'artéfact des connaissances tant patrimoniales qu'historiques. Le système de management des données supportera des formats hétérogènes (texte, image, son et vidéo etc.) et proposera un indexeur/recherche sémantique. Le projet est de créer une maquette virtuelle, non pour une belle animation mais pour une représentation dynamique. Afin d'y parvenir, le CAD software (logiciel de Conception Assistée par Ordinateur) et les outils de simulation d'ingénierie sont utilisés. Cette méthodologie globale est appelée « Archéologie Industrielle Avancée ».

De ce point de vue, l'idée principale développée est donc de traiter l'utilisation des technologies virtuelles pour conserver et valoriser notre héritage patrimonial. Le processus global au coeur de l'Archéologie Industrielle Avancée est le suivant :

- La première étape est la numérisation de l'objet physique et la capitalisation des connaissances relatives à la machine ou ici la maquette étudiée.
- Puis, à l'aide des technologies de réalité virtuelle, nous pouvons valoriser les apports des connaissances.

La méthodologie pour valoriser un vieil objet technique a été validée et expérimentée par plusieurs cas d'études : capitalisation – formalisation – valorisation. Dans le cadre de tels projets, et notamment le projet de « Nantes 1900 », il s'agit de démontrer que cette approche peut être utilisée pour capitaliser les sites industriels et aussi les machines [6].

La base scientifique de la méthodologie de l'Archéologie Industrielle Avancée d'ingénierie reverse propose trois étapes, comme le montre la figure 3.

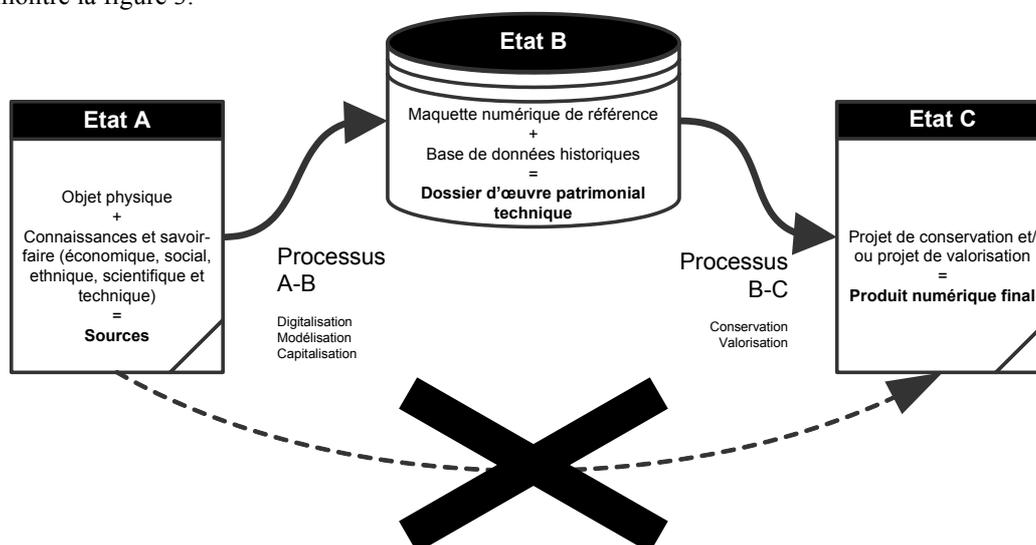


FIG. 3 - Méthodologie générale pour capitaliser, formaliser et valoriser notre patrimoine

Notons que l'avantage de l'introduction du stade B est d'avoir la possibilité de nombreuses finalités. En fait, aller du stade A au stade C n'est pas recommandé. Les diverses possibilités du produit numérique final du stade C (thesaurus virtuel utilisé pour l'enseignement ou les experts académiques, la reconstruction, la valorisation du musée, etc.) montre qu'il est nécessaire de capitaliser un apport maximum de connaissances au commencement du projet de préservation d'héritage. Aussi, une structure intermédiaire contenant toute l'information, données et connaissance, est exigée. C'est un nouveau document virtuel qui informe l'objet patrimonial. Il est constitué d'une base de données virtuelle permettant d'organiser la connaissance impliquée. C'est ce que nous appelons le Digital Heritage Reference Model (DHRM). Cette étape intermédiaire est plus qu'une simple base de données. Elle devra être capable de supporter l'information passée d'un objet spécifique, l'information contemporaine du même objet et, les relations entre ces deux types d'informations passées et présentes. Cette dernière condition est très compliquée à implémenter dans un système informatique.

4. Préconisations et contraintes muséographiques

Le projet doit bien sûr respecter la politique développée par le musée ; les aspects essentiels sont la valorisation des collections patrimoniales par les nouvelles technologies de l'Information et de la Communication, mais aussi la mise en place d'un système multimédia innovant et audacieux, éducatif et ludique. De ce point de vue muséographique, le cahier des charges du système s'articule autour de plusieurs contraintes générales définies par le musée :

- L'interface entre l'utilisateur et le dispositif doit être simple, pratique, intuitive et attractive. D'un point de vue ergonomique, la prise en main et l'accessibilité doivent être simplifiées pour tous les visiteurs du musée, à savoir tant les personnes âgées que les enfants, tout comme le public handicapé, etc.
- Le dispositif ne doit pas nécessiter l'utilisation d'objets périphériques comme des casques, une télécommande ou des lunettes de vision en 3D par exemple ; rappelons que cette contrainte constitue surtout une limite importante du point de vue de l'utilisation des documents sonores et des vidéos.
- Le système doit pouvoir être utilisé par plusieurs personnes à la fois et, en raison de l'encombrement éventuel de la petite salle où se trouve la maquette au musée, les données doivent être visibles par les visiteurs ne le manipulant pas.
- Le système doit être multilingue.
- L'ensemble du système doit être évolutif : En plus de pouvoir naviguer dans la représentation 3D de Nantes au XIX^e siècle, le visiteur peut également interroger une base de données qui se veut évolutive pour tendre vers l'exhaustivité. Aussi, les bases de données et les informations de la maquette virtuelle doivent être mises à jour, modifiées, enrichies, etc. Notons que la plus importante des contraintes est que le système, en particulier toute la partie informatique, doit être créé en Opensource (technologie choisie par le musée) afin de permettre une évolution et de promouvoir la base de connaissances.
- Le système doit être particulièrement fiable : Le musée accueillant plus de deux cent cinquante mille visiteurs par an, le système doit être résistant pour être opérationnel sur du long terme.

5. Expérimentation sur le projet Nantes1900

Le schéma fonctionnel du projet est résumé dans le schéma suivant :

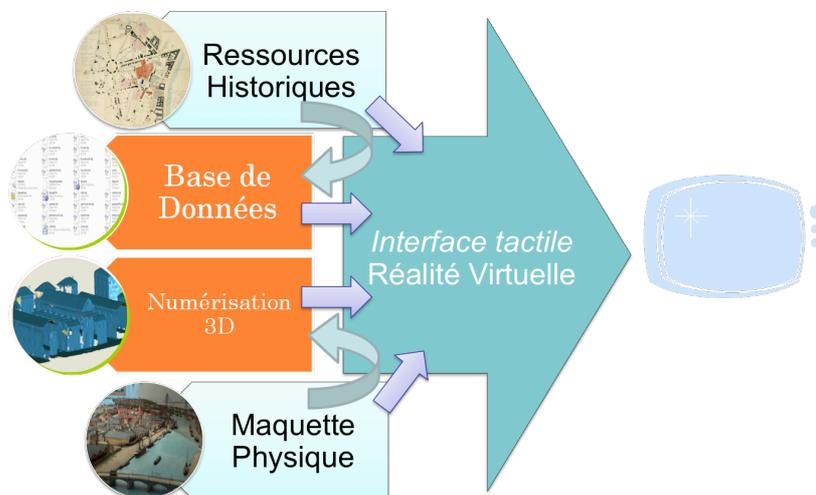


FIG. 4 - Schéma fonctionnel du projet

5.1 De la maquette physique à son modèle numérique...

Le projet Nantes 1900 est d'abord axé sur le plan-relief de 1900 de Duchesne et sa valorisation, tant du point de vue de la présentation elle-même pour le discours muséographique que des connaissances historiques. Des préconisations sont proposées pour la valorisation générale de cette maquette qui attire notamment le public par sa taille impressionnante.

Mesurant environ 9m sur 1,80m, la maquette est à une échelle approximative du 1/500e. Pour sa valorisation actuelle et future, il est préconisé de reconcevoir sa place et d'en faciliter l'accès (pour les enfants et le public handicapé par exemple), afin de pouvoir tourner autour et de donner une « vue d'ensemble du port industriel ». Les vidéos actuellement projetées derrière la vitrine étant peu regardées, des jeux ou questionnaires autour de cette maquette pourraient être mis en place pour intéresser les visiteurs et identifier plus précisément les thématiques attendus, etc. Du point de vue de l'étude documentaire, des recherches autour de la commande passée par les différentes Chambres de Commerce pour l'Exposition de 1900 sont préconisées pour replacer l'objet dans son contexte historique et de fabrication, tout comme de création (communication, publicité, etc.). Enfin, l'historique de la maquette révèle des discordances entre la réalité et sa représentation sur la maquette qu'il s'agira de vérifier.

5.2 De la numérisation 3D à la base de données...

Le but du projet s'articule également autour des technologies mises au service du patrimoine ; la numérisation en 3D de la maquette de Duchesne participe à sa valorisation ultérieure et a d'autres utilités. En effet, un tel projet ne sera jamais « terminé » et pourrait par la suite proposer les intérieurs reconstitués de certaines entreprises, des machines en fonctionnement, etc. Dans cette perspective, la base de données conçue sera immense et une référence pour les chercheurs. Ces outils technologiques sont utilisés pour valoriser la maquette, du point de vue de sa visibilité et de sa compréhension par le public ; il s'agit donc de poursuivre ces réflexions.

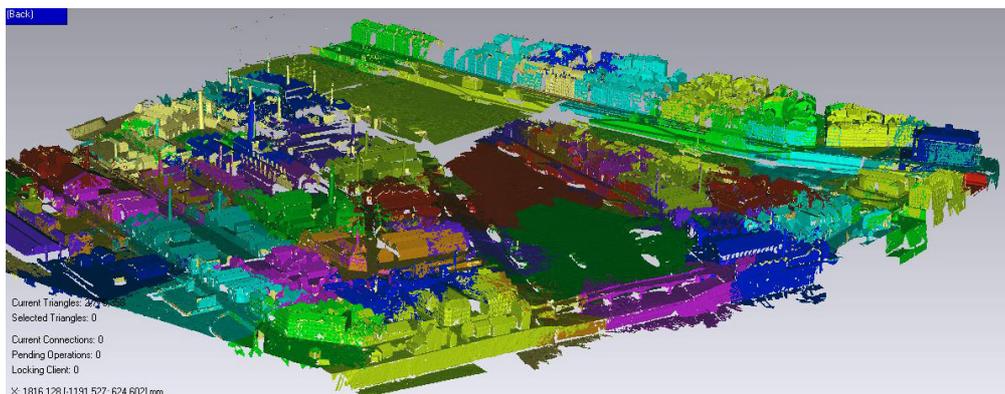


FIG. 5 – Une partie du modèle 3D numérisé

La réflexion doit par exemple se poursuivre sur les thèmes transversaux (comme la fabrication du BN, le lancement d'un navire, le recensement des salariés des A.C.B., les dommages de la crue de 1910, la création du plan-relief par Duchesne, etc.). Une réflexion importante doit également porter sur l'utilisation des nouvelles technologies et du modèle 3D au sein du dispositif mis en place, pour valoriser cet objet patrimonial (en étudiant le cas et les retombées concernant l'expérience de l'Abbaye de Fontevraud, avec une table tactile installée en 2010 par exemple).

5.3 De la base de données aux visiteurs...

L'étude des bases de données actuelles montre qu'elles sont presque toutes basées sur le même modèle (type base Mérimée). La base de données du projet supportant toutes les informations possibles sur la maquette (tant documentaire que numérique) a l'avantage d'être évolutive et ouverte, et en cela, elle est très innovante. Elle ne sert pas qu'à recenser, inventorier les objets du plan-relief, elle sert aussi à ouvrir de nouvelles perspectives de recherches documentaires. En accord avec l'équipe « informatique » de l'école polytechnique de Nantes, les champs sont définis. Notons qu'il est possible de la retravailler entièrement, ou simplement de changer quelques catégories. La base de données évolutive doit être améliorée en elle-même pour en simplifier son utilisation ultérieure, tout comme pour parfaire la traçabilité des informations qu'elle contient. Mais il s'agit également de la relier avec le dispositif de pointage et de la dalle tactile.

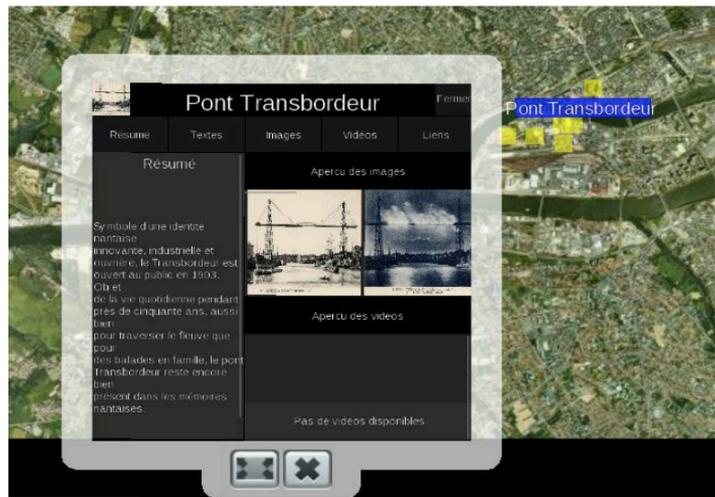


FIG. 6 - Exemple d'affichage d'informations sur la dalle tactile

La base de données, accessible à terme sur internet, doit avoir une parfaite traçabilité des informations qui ont été enregistrées. En effet, la base pouvant être remplie par des visiteurs doit permettre de retrouver n'importe quelle information antérieure ainsi que le nom de la personne qui rentre des données. Elle doit aussi posséder une date de mise à jour, permettant de juger si une notice doit être retravaillée et donnée lieu à des nouvelles recherches ou non.

Il faut distinguer deux parties dans le projet Nantes1900 : la partie dans le musée que nous dirons « locale », la seconde étant l'accès au contenu par le web que nous appellerons tout simplement « web ». [7]

Côté local, seule la consultation des données sera possible depuis une interface tactile proposée au visiteur du musée. Cette personne quelques soient ses connaissances en histoire, sur la ville de Nantes, son statut (étudiant, enseignant), son envie du détail, pourra maîtriser le flux d'informations lui étant soumis par une interface la plus intuitive possible, et par un choix du niveau de détails sur les données à afficher. Seules les ressources (documents, informations) validées et rattachées à un objet (maison, rue, quartier...) de la maquette seront consultables depuis cette interface. Un pointeur lumineux s'activera à chaque sélection d'objet référencé sur la dalle et désignera l'élément physique correspondant directement sur la maquette.

Côté web, la base pourra être consultable depuis le monde entier. Les chercheurs pourront également avec un niveau d'utilisation spécifique alimenter le site de leurs découvertes et même les modifier. Des mises à jours par un administrateur permettront de recueillir les informations les plus actuelles et les plus sûres afin de les rendre exploitables sur l'exposition.

6. Conclusion : l'ouverture interdisciplinaire en pédagogie

Le projet « Nantes 1900 » est marqué par un caractère très empirique du fait de la démarche utilisée elle-même et de ses limites. En effet, ce projet de valorisation est un objet d'étude tout en étant un outil. C'est un objet d'étude en lui-même, c'est-à-dire une expérimentation en tant que telle ; il s'agit, on l'a vu, d'une étude de capitalisation des connaissances en histoire des techniques et du patrimoine industriel. Par sa réalisation, ce projet de valorisation d'un objet patrimonial et muséographique au moyen d'un traitement numérique devient simultanément un outil de cette recherche. Ainsi à terme, ce cas d'étude permettra de valider les méthodes développées au sein de ce projet pluridisciplinaire.

Au-delà de cette expérience faite par un musée de France, ce projet affiche une dimension nationale et pionnière d'un point de vue de la valorisation de la recherche en histoire et de la diffusion de la culture scientifique et technique. A terme, cette nouvelle approche de capitalisation des connaissances et de valorisation du patrimoine au moyen de la modélisation numérique sera proposée au ministère de la culture et aux différentes institutions intéressées.

Le projet a pour ambition d'analyser le rôle d'un tel traitement dans la construction d'un savoir commun entre le domaine scientifique des ingénieurs et la connaissance empirique d'une telle expérimentation appliquée d'un point de vue de la valorisation muséographique. L'intention est d'entraîner dans cette démarche analytique les enseignants-chercheurs et les étudiants dans les domaines des sciences humaines et des sciences de l'ingénieur, les professionnels du patrimoine et de la valorisation muséographique. Ce réseau complexe ainsi élaboré dans le cas de ce projet constitue un cadre privilégié pour étudier les relations entre science – technique, du point de vue du rôle des méthodes, des connaissances formelles et des pratiques expérimentales, mais aussi des modèles et des outils utilisés chez les techniciens et les ingénieurs.

Une des particularités du projet de Nantes 1900 est donc liée à sa grande interdisciplinarité, qui s'impose à double titre dans le projet. Depuis le début du projet il n'y a pas seulement un vieil objet âgé de plus de 100 ans : plus de 60 personnes sont mobilisées, des étudiants, enseignants, chercheurs et professionnels ont été et sont encore au travail pour cette étude. Des étudiants des écoles d'ingénieur et du département d'histoire sont impliqués mais des étudiants en géographie s'y joindront aussi. Qui dit base de données documentaires sur un espace, dit possibilité d'analyse spatiale à l'aide des SIG (systèmes d'information géographiques) [5].

Le projet de Nantes 1900 exige donc plusieurs domaines d'excellence. Chacun apporte les méthodes et les pratiques de son expertise et de sa connaissance spécifique. C'est la base de l'interdisciplinarité. L'interdisciplinarité facilite la découverte des autres enseignements offerts à Nantes et mène à comparer les différentes méthodologies des disciplines impliquées. La plupart du temps les processus sont différents. En effet l'interdisciplinarité crée une synergie qui est très bénéfique et indispensable pour réussir le projet. Divers domaines seuls ne pourraient y conduire ; la combinaison des disciplines est un nouveau domaine des processus désignés où les mots-clés n'ont pas le pouvoir mais la culture et la connaissance.

References

- [1] LAROCHE Florent, KEROUANTON Jean-Louis, COTTE Michel, BERNARD Alain, « L'image virtuelle comme source de connaissance pour le patrimoine technique et industriel : Comment allier Histoire et Ingénierie ? », in : 132e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Arles, 2007, dans Bertrand Lavédrine (Dir.), Genres et usages de la photographie, 132e congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Arles, 2007), Paris, CTHS, 2009, pp. 53-64 (édition électronique)
- [2] LAROCHE Florent, BERNARD Alain, COTTE Michel, « Advanced Industrial Archaeology: A new reverse-engineering process for contextualizing and digitizing ancient technical objects », Journal Virtual and Physical Prototyping, 2008, vol. 3, n°2, Taylor & Francis, p.105-122.
- [3] LAROCHE Florent, KEROUANTON Jean-Louis, « Creating interactivity of our heritage stored in Museums. Experimentation with Château des Ducs de Bretagne History Museum of Nantes, France », VRIC 2010, Virtual Reality International Conference, Laval, 7 avril 2010, LAVAL Virtual VRIC Proceedings, 2010, Simon RICHIR et Akihiko SHIRAI (Dir.), pp.241-242.
- [4] LAROCHE Florent, KEROUANTON Jean-Louis, BERNARD Alain, « A case study of capitalisation and valorisation of our technical heritage », CIRP Design, 2010, 9 pages
- [5] KEROUANTON Jean-Louis, « Pour l'utilisation des SIG (systèmes d'information géographique) en histoire des techniques : entre documentation et analyse spatiale », Documents d'Histoire des Techniques, n°18, décembre 2009, pp. 81-94.
- [6] LAROCHE Florent, BERNARD Alain, COTTE Michel, « Between heritage and Industrial Engineering, a new life for old product : virtually », Revue Research in Interactive Design, ed. Springer, 2006, volume 2, 7 pages
- [7] PASTUREL Dorian, « Le projet Nantes1900 », rapport de stage de Master 2 SIAM, Université de Bretagne-Sud, 37 pages
- [8] P. Fleury, "La rome antique sur l'internet", Informatics and statistics review for human sciences, 1997
- [9] C. Chevrier, K. Jacquot, J.P. Perrin, « 3D modelling of a town scale model », Proceedings of the EuroMed Conference, 8-13 Nov 2010, Limassol, Cyprus, 10 pages
- [10] S. Pouyllau, "Digital humanities en France : le temps des pionniers", <http://blog.stephanepouyllau.org/digital-humanities-en-france-le-temps-des-pionniers/>, 2008