

Projet Nantes1900 : les nouvelles technologies au service de la capitalisation des connaissances et de la valorisation du patrimoine historique

Benjamin Hervy ^{*1,2,3}, Florent Laroche ^{†1}, Jean-louis Kerouanton², et Alain Bernard¹

¹ LUNAM Université, École Centrale de Nantes, IRCCyN UMR CNRS 6597, 1, rue de la Noë, 44321 Nantes Cedex 3, France

² LUNAM Université, Université de Nantes, UFR Sciences et Techniques CFV EA CNRS 1161, 2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes Cedex 3, France

³ Musée d'histoire de Nantes — Château des ducs de Bretagne, 4, place Marc Elder, 44000 Nantes, France

22 Juin 2012



1 Description du projet de recherche et développement

L'essor des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) est un atout pour les possibilités de diffusion des connaissances autour du patrimoine. L'enjeu principal est donc d'exploiter les technologies

*email : benjamin.hervy[at]chateau-nantes.fr

†email: florent.laroche[at]ec-nantes.fr

numériques (3D, dispositifs tactiles, géolocalisation, etc.) au service des collections du musée. Ainsi, le projet proposé par le musée d'Histoire de Nantes vise à mettre en place un dispositif novateur autour de la médiation culturelle et l'aide à la lecture d'un objet patrimonial. Il s'agit en effet de valoriser une maquette du port de Nantes réalisée pour promouvoir l'activité portuaire de Nantes lors de l'exposition universelle de 1900. L'objectif sera donc de mettre en lumière la maquette elle-même mais également l'ensemble des connaissances qu'elle renferme, et le territoire qu'elle représente. Un important travail de recherche et développement réalisé dans le cadre d'un partenariat entre le musée et quelques-uns des grands établissements d'enseignement supérieur de Nantes (Université de Nantes, École Centrale de Nantes, Polytech'Nantes). Depuis 2008, de nombreuses équipes pluridisciplinaires (historiens, ingénieurs de formations diverses, conservateurs, etc.) d'étudiants et de chercheurs ont œuvré dans de multiples directions afin de répondre à ces problématiques. Cela a notamment permis de réaliser plusieurs centaines de notices historiques, traitant de thématiques diverses et variées (entreprises, bâtiments singuliers, activités portuaires, etc.). Le corpus documentaire ainsi créé sera stocké dans une base de données d'un nouveau genre, permettant au dispositif muséal de transposer les connaissances liées à l'objet et son environnement au sens large dans un objectif de médiation culturelle. Cette base de connaissances a été conçue de manière innovante pour permettre au projet global d'être évolutif dans son contenu et accessible au public qui pourra contribuer à son enrichissement.

2 La maquette du port de Nantes, objet du patrimoine historique

Au cours de l'histoire, la ville de Nantes a toujours été un puissant port de l'océan atlantique. Située au bord de la Loire, en fond d'estuaire, Nantes profite de ses échanges portuaires et maritimes pour développer une longue tradition de construction navale (attestée depuis l'Antiquité).

Au XIXe siècle, la ville a connu un formidable essor grâce au développement des activités industrielles. À un moment où, grâce à un grand canal latéral, les possibilités de navigation y paraissaient confortées, la Chambre de Commerce de la ville a décidé de commander une maquette du port pour en démontrer les qualités et le dynamisme, et ainsi sa puissance. Établie pour l'Exposition Universelle de 1900 dans le cadre d'un pavillon collectif de dix-sept chambres de commerce associées, le choix est de présenter des plans-reliefs en raison de l'accessibilité et de la facilité de lecture pour le grand public.

La maquette du port de Nantes est alors établie et construite en 1899, par Pierre Auguste Duchesne (1841-1933), un maquettiste modeleur nantais connu pour ses différentes maquettes. De dimensions très importantes,

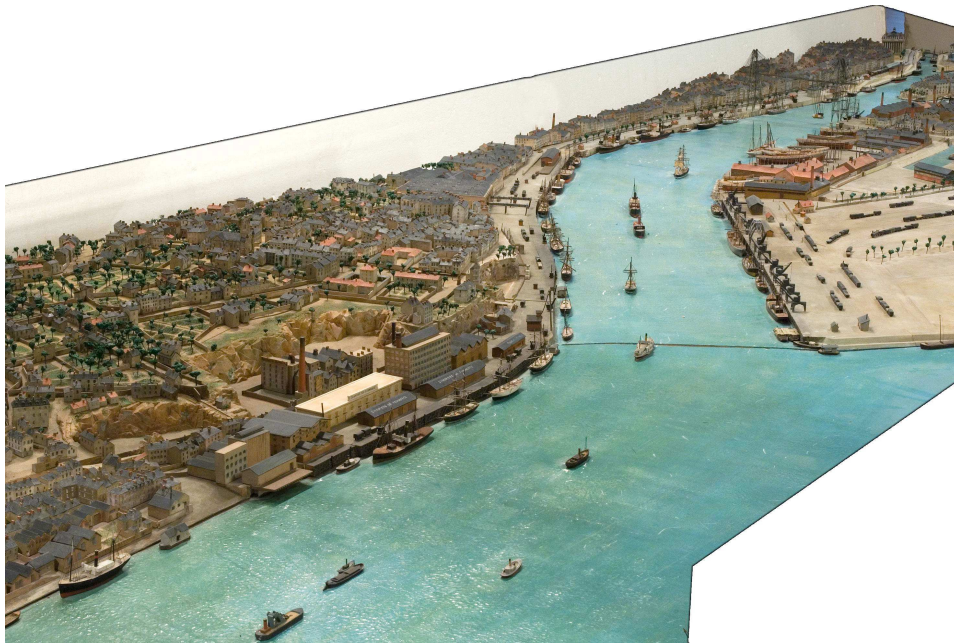


Figure 1: Photo de la maquette de Nantes par Alain Guillard (photographe, château des ducs de Bretagne)

la maquette physique (ou plan-relief) du port de Nantes en 1900 mesure 9,2 mètres de long et 1,85 mètres de large. Cet objet est constitué de 16 morceaux assemblés en joints apparents. Construit essentiellement en bois, il comporte quelques éléments de finition en métal, fibres végétales, papier et verre. L'échelle est d'environ 1/450 (pour une comparaison de référence : les lampadaires des rues ont un diamètre de 1 mm sur la maquette).

La maquette entière représente approximativement 3,44 km² du port de la ville de Nantes, couvrant ainsi 60 hectares du port industriel de la ville. Elle présente les entreprises installées autour de la Loire pour la construction navale, où plus de trois sites industriels sont ainsi modélisés. Cette maquette devait donc participer à la promotion du grand port international de fond d'estuaire de la ville. Ce plan-relief du port de Nantes en 1900 illustre la nouvelle disposition de l'estuaire après d'importants travaux d'aménagement du territoire et les sites industriels majeurs installés le long de la Loire.

3 Le dispositif muséographique

Le dispositif muséal lui, sera basé sur des technologies hardware et software spécifiques à la manipulation et à la visualisation de données hétérogènes (3D, 2D, textuelles), en couplant un dispositif tactile « multitouch » servant d'interface homme-machine, à un dispositif interactif temps-réel de pointage

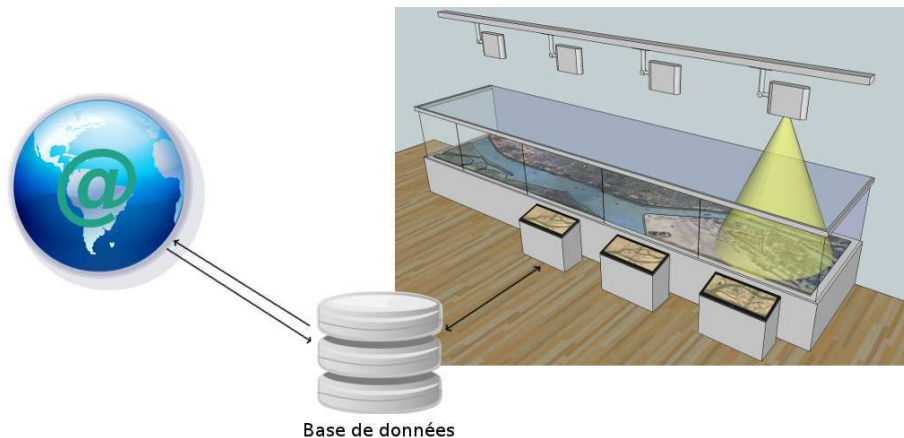


Figure 2: Vue informative du dispositif muséographique

lumineux. Le dispositif final intégrera ainsi différents éléments :

- La maquette physique du port de Nantes en 1900 ;
- Des écrans LCD tactiles multipoints ;
- Un serveur contenant une version mise à jour régulièrement de la base de données en ligne, et sur lequel tournera l'application finale ;
- Un dispositif de pointage lumineux (des pointeurs ou des vidéo-projecteurs) asservi en commande par l'application nommée ci-dessus et permettant d'illustrer le dialogue en créant une interaction entre l'utilisateur, les données, et la maquette physique. Ce dispositif permettra à l'utilisateur de situer sur la maquette physique les éléments sélectionnés dans l'environnement virtuel.

Une grande partie du projet sera notamment consacrée à la définition des modes de navigation et de manipulation des données (niveaux sémantiques d'information, manipulation des données 3D). Il s'agit en effet de faciliter le rendu des informations auprès du public. L'application devra par exemple permettre à l'utilisateur d'accéder à des niveaux d'information différents selon la zone sélectionnée (bâtiment, groupe de bâtiments ou zones géographiques étendues).

Un des objectifs principaux est de permettre au dispositif d'être multi-utilisateurs afin de développer une collaboration entre les visiteurs et ainsi promouvoir l'« actif » au profit du « passif ». Ce caractère collaboratif devra

tenir compte des potentialités de flux de visiteurs. On peut ainsi concevoir des scénarios collaboratifs entre les utilisateurs :

- un visiteur « A » pourra par exemple accéder à des informations découvertes par un visiteur « B » ;
- des jeux collaboratifs permettront par exemple d'apporter un caractère ludique à la recherche d'informations autour d'un ou plusieurs thèmes ou zones de la maquette.

Toutes ces problématiques ont vocation à créer une expérience innovante pour le visiteur, en formant un « souvenir » durable et ainsi apporter une réelle valeur ajoutée à l'objectif de médiation du musée. Il s'agit en effet de penser de nouvelles formes de visualisation des connaissances autour du patrimoine dans un souci de mémorisation des informations par le public.

Des scénarios de visualisation spécifiques pourront également être programmés à loisir par l'équipe de médiation du musée dans l'optique d'appuyer le discours du médiateur autour de thèmes spécifiques lors des visites guidées.

Cette plate-forme sera expérimentée dans le Musée d'histoire de la ville de Nantes (Le château des ducs de Bretagne), ce qui permettra de tester sa stabilité et de procéder à d'éventuelles corrections.

Les utilisateurs concernés seront ainsi, les visiteurs du Musée et les internautes s'intéressant aux contenus culturels ainsi que les historiens et autres experts des domaines concernés

4 Aspect capitalisation des connaissances

Une base de connaissances exploitant des technologies informatiques de type base de données (Postgres, PostGIS — outils libres respectivement sous licence de type BSD et GPL), et des recherches fondamentales dans le domaine de l'ingénierie des connaissances (ontologies) est mise en œuvre pour alimenter le dispositif présenté dans la section précédente en contenu.

Cette base de données a été conçue en collaboration avec des établissements d'enseignement supérieur de la région Nantaise (Polytech'Nantes, École Centrale de Nantes, Université de Nantes) pour répondre à ce besoin d'un modèle de connaissances participatif et évolutif. Ainsi, le volume d'informations n'est pas figé comme dans la plupart des dispositifs existant, mais sera amené à être enrichi au fil des contributions futures de chercheurs, experts, ou d'informateurs parmi le grand public.

Les données de la base peuvent être sous différentes formes :

- Des données « objet » symbolisant des entités géoréférencées présentes sur la maquette physique, ou des entités conceptuelles liées aux entités géoréférencées ;
- Des données « ressources » (textuelles ou graphiques).

Chaque objet ou ressource est présent dans la base de données sous la forme d'une « notice » dont la structure ne varie que pour les différentes ressources et entre les objets et les ressources. Ces données sont liées entre elles par des « relations », c'est à dire que chaque objet ou ressource est lié à différents autres éléments par des relations spécifiques (relation directe — entre deux entités physiques — ou indirecte — entre une entité physique et une entité conceptuelle) permettant d'enrichir le discours au moyen de liens thématiques, géographiques, temporels.

La structure, d'ores et déjà implémentée, du modèle de cette base de connaissances permet d'ajouter des données hétérogènes, sous la forme de notices, par le biais d'une interface web. L'objectif, à terme, est de rendre accessible sur le web cette base de connaissances, permettant à tout un chacun d'ajouter de l'information sous contrôle d'experts historiens. Cet enrichissement permettra ainsi de capitaliser l'ensemble des connaissances existantes sur l'objet et les thématiques qu'il aborde, d'enrichir le dispositif muséologique, et d'agir comme un vecteur de diffusion et de participation collective autour de notre Histoire.

Cette base de données a également pour objectif de fournir des éléments de réponse à la problématique d'interopérabilité entre les différents contenus présents dans le musée (in-situ) et ex-situ. Ainsi, à partir d'un corpus de données hétérogènes, il sera possible de concevoir des interfaces différentes selon l'objectif de médiation et le public visé ! Cela évitera notamment de redéfinir pour chaque dispositif ou chaque parcours de médiation (exposition temporaire autour d'une thématique spécifique par exemple) l'ensemble du contenu nécessaire à sa réalisation, il suffira simplement de venir chercher l'information utile dans la base de connaissances historiques.

Plusieurs rôles sont attribués, permettant des niveaux d'accès différents aux informations de la base :

- Les informateurs, issus du grand public, peuvent proposer de nouvelles informations, ou des modifications sur des informations existantes (carte postale, vidéo, renseignement, etc.) ;
- Une équipe de modérateurs est prévenue des modifications proposées par l'informateur et décide de les valider, les invalider, ou les corriger.

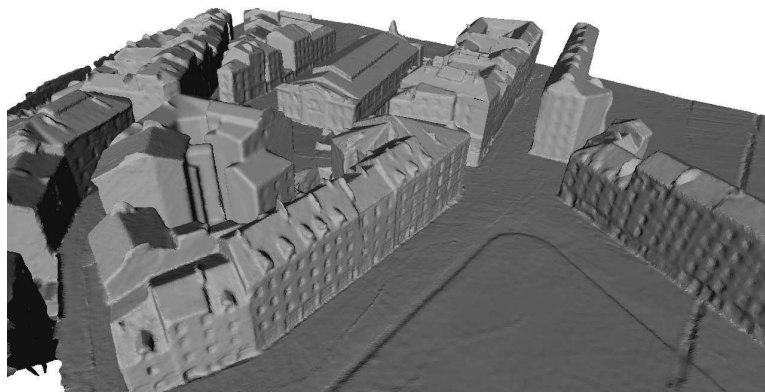


Figure 4: Aperçu du modèle 3D issu de la numérisation de la maquette réelle

l'objet ; cet objet pourra lui aussi devenir à son tour objet patrimonial et être intégré dans les collections. Cependant, compte-tenu de la taille de la maquette, après numérisation, l'ensemble des informations capturées est bien trop conséquent pour être utilisé en l'état. La première étape a donc consisté à simplifier le maillage. Ainsi, des algorithmes automatiques ont permis d'alléger les données 3D manipulées en divisant la quantité d'information par, en moyenne, un coefficient de 4500. Malgré de tels filtrages, il n'en reste pas moins que l'écart à la réalité de la maquette est toujours faible et que le modèle 3D est toujours représentatif.

La puissance des algorithmes concis a également permis de réaliser une distinction sémantique des composants de la maquette. En effet, pour alléger le modèle 3D, les systèmes programmés vont alors comprendre l'objet virtuel et le décomposer en parties élémentaires : sol, murs et toits. Ce découpage automatique va alors permettre de coupler le modèle 3D à la base de connaissances et ce, de façon automatique. Ainsi, il sera possible d'accéder à de la connaissance contextualisée. Il sera possible d'envisager une visualisation de l'objet 3D directement in-situ au musée ; cependant, l'intérêt de la numérisation réside avant tout dans la possibilité d'établir un lien avec le monde réel, celui de la ville. Il s'agit donc de réaliser une passerelle entre l'objet du monde réel (la ville) et l'objet muséal (la maquette) via une réalité mixte (l'artefact virtuel).

Les informations de la base de connaissances étant répliquées en permanence entre le dispositif du musée et la base de données (accessibles à tous via internet), il serait envisageable de permettre un accès direct à la base web



Figure 5: Extrait de la campagne de numérisation de la maquette du port de Nantes

via un dispositif mobile. Celui-ci serait alors une superposition de l'artefact virtuel (issu de la numérisation 3D) par une réalité mixte de la ville réelle (donc par une géolocalisation de l'utilisateur). L'affichage des informations en réalité augmentée sur l'application mobile étant parcellaire, l'utilisateur serait alors incité à aller chercher l'information exhaustive au sein du lieu de conservation de la mémoire : le musée.

6 Conclusions

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'artefact 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 out-

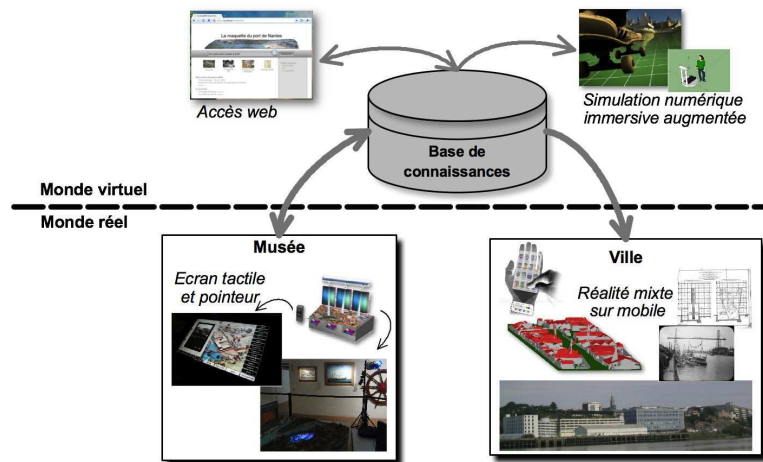


Figure 6: Interactions entre virtuel et réel

ils 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 :

1. La première étape est la numérisation de l'objet physique et la capitalisation des connaissances relatives à la machine ou ici la maquette étudiée.
2. 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. La base scientifique de la méthodologie de l'Archéologie Industrielle Avancée propose trois étapes de rétro-ingénierie:

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

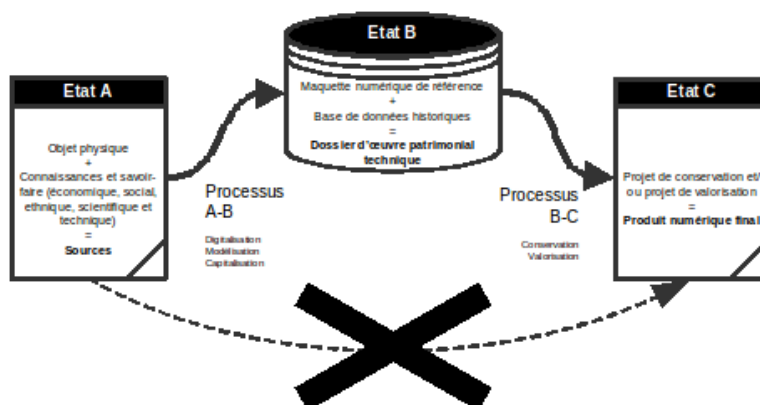


Figure 7: Méthodologie générale pour préserver et valoriser notre patrimoine technique et industriel

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.

L'ensemble de ces étapes implique une collaboration forte entre les acteurs issus de formations différentes. En effet, chaque discipline apporte son expertise et bénéficie des fruits de cette méthodologie pour ses besoins spécifiques ! Historiens, ingénieurs (de tous domaines), conservateurs et autres professionnels apportent ainsi leur contribution au service d'un outil de capitalisation commun de notre patrimoine historique.

Bibliographie

- [1] A Bernard, F Laroche, S Ammar-Khodja, and N Perry. Impact of new 3D numerical devices and environments on redesign and valorisation of mechanical systems. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 56(1):143–148, 2007.
- [2] R Billen, P Blain, O Donneau, S Habraken, Y Renotte, and M Van Ruymbeke. Virtual model of the city of Liège in the eighteen century - "Virtual Leodium". In J Verly, editor, *Proceedings of 3D Stereo MEDIA 2009, International 3D Stereo Film and Technology Festival (3D Stereo MEDIA), Liège, Belgium, 1-3 Dec. 2009.*, Liège, 2009.

- [3] R Billen, C Carré, V Delfosse, B Hervy, F Laroche, D Lefèvre, M Servières, and M Van Ruymbeke. 3D historical models: the case studies of Liege and Nantes. In *COST Action TU801 workshop on Semantic Enrichment of 3D city models for sustainable urban development*, Madrid, 2012.
- [4] C Chevrier, K Jacquot, and J.P Perrin. 3D modelling of a town scale model. In *Digital Heritage. Third International Conference EuroMed 2010 dedicated on Digital Heritage. Short Papers. Limassol, Cyprus, November 8-13, 2010*, pages 99–107, Limassol, 2010. Marinos Ioannides, Dieter Fellner, Andreas Georgopoulos, Diofantos G. Hadjimitsis (eds.).
- [5] M Cotte and F Laroche. Le patrimoine technoscientifique et les nouvelles techniques d'ingénierie : des perspectives de développement et des métiers nouveaux. In *17e symposium scientifique de l'ICOMOS*, Paris, 2011.
- [6] J.-P Dalbéra. Recherche et numérisation du patrimoine culturel. In *Actes de ICHIM 2003*, Paris, 2003.
- [7] P Fleury. La Rome Antique sur l'Internet. *Revue Informatique et Statistique dans les Sciences Humaines*, 33:146–162, 1997.
- [8] Guillet B, Huron L, and Kerouanton J.-L. La maquette du port de Nantes. In Manneville P, editor, "*Des villes, des ports : la mer, les hommes*" : 124e congrès des sociétés historiques et scientifiques, Nantes, 1999. Éditions du CTHS, 2001.
- [9] J.-P Houdin. 3D unveils the mystery of the great pyramid, 2007.
- [10] D Langweil. Digitalization of Prague city, last step, 2008.
- [11] Florent Laroche. *Contribution à la sauvegarde des Objets techniques anciens par l'Archéologie industrielle avancée. Proposition d'un Modèle d'information de référence muséologique et d'une Méthode interdisciplinaire pour la Capitalisation des connaissances*. These, Ecole centrale de nantes - ECN; Université de Nantes, 2007.
- [12] Florent Laroche. Advanced Industrial Archaeology and Techno-Museology: A new virtual life for industrial heritage. *TICCIH Bulletin*, (41):pp.3–4, 2008.
- [13] Florent Laroche. Une nouvelle forme de capitalisation des connaissances grâce à l'archéologie industrielle avancée. *Documents pour l'histoire des techniques*, 18:51–60, 2009.
- [14] Florent Laroche and Alain Bernard. How to inject ancient know-how for future design: using advanced industrial archaeology during pedagogical

- projects. In *Designing Pleasurable Products and Interfaces - conference proceedings*, page 8, Compiègne, France, 2009.
- [15] Florent Laroche, Alain Bernard, and Michel Cotte. Advanced Industrial Archaeology: A new reverse-engineering process for contextualizing and digitizing ancient technical objects. *Journal Virtual and Physical Prototyping*, 3(Special Issue n°2):pp.105–122, 2008.
- [16] Florent Laroche and Jean-Louis Kerouanton Jlk. Creating interactivity of our heritage stored in Museums. In *VRIC 2010 - Laval Virtual*, ISBN 2-9515730-9-X, page 2, Laval, France, 2010.
- [17] Florent Laroche, Jean-Louis Kerouanton Jlk, Myriam Servières, and Alain Bernard. Un renouveau des pratiques muséographiques grâce au virtuel : un support à des applications pluridisciplinaire en pédagogie active. In *12ème colloque national AIP Primeca*, page 11 p., Mont-Dore, France, 2011.
- [18] S Pouyllau. Digital humanities en France : le temps des pionniers., 2008.
- [19] S Pu and G Vosselman. Automatic extraction of building features from terrestrial laser scanning. In *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, volume 36, pages 25–27. ISPRS, 2006.
- [20] Xavier Rodier, Laure Saligny, Bastien Lefebvre, and Jacynthe Pouliot. ToToPI (Topographie de Tours Pré-Industriel), a GIS for understanding urban dynamics based on the OH_FET model (Social Use, Space and Time). In B Fricher, J Crawford, and D Koler, editors, *Making History Interactive Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology CAA Proceedings of the 37th International Conference Williamsburg Virginia USA March 2226 2009*, number 2079, pages 337–349. BAR International Series 2079, Archeopress, 2010.