



HAL
open science

Gestion de connaissances pour l'acquisition, le traitement et la valorisation des connaissances du patrimoine technique

Benjamin Hervy, Matthieu Quantin, Florent Laroche, Alain Bernard,
Jean-Louis Kerouanton

► To cite this version:

Benjamin Hervy, Matthieu Quantin, Florent Laroche, Alain Bernard, Jean-Louis Kerouanton. Gestion de connaissances pour l'acquisition, le traitement et la valorisation des connaissances du patrimoine technique. 26es Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, Jul 2015, Rennes, France. hal-01167828

HAL Id: hal-01167828

<https://hal.science/hal-01167828>

Submitted on 24 Jun 2015

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.

Gestion de connaissances pour l'acquisition, le traitement et la valorisation des connaissances du patrimoine technique

Benjamin Hervy¹, Matthieu Quantin^{1,2}, Florent Laroche¹, Alain Bernard¹,
Jean-Louis Kerouanton²

¹ IRCCYN UMR CNRS 6597, École Centrale de Nantes, France
prenom.nom@irccyn.ec-nantes.fr

² CENTRE FRANÇOIS VIÈTE EA 1161, Université de Nantes, France
Jean-Louis.Kerouanton@univ-nantes.fr

Résumé : L'histoire des techniques traite des données hétérogènes et produit des connaissances à l'issue d'un processus de rédaction. Ces connaissances sont nécessairement liées à une épistémologie (approche de l'historien) ainsi qu'à un objet. Cette double spécificité empêche la création a priori de classes de données uniformisées pour stocker ces connaissances. Parallèlement, leur forme rédigée (libre) les rend difficilement exploitables pour la mise en œuvre de moyens d'accès, de capitalisation, et d'analyse.

L'approche proposée consiste à fournir des moyens d'acquisition et de gestion des connaissances pour l'historien. L'objectif principal est de proposer une lecture multi points de vue en complément du récit linéaire. Cette méthode s'appuie sur un modèle conceptuel de représentation pour la formalisation des connaissances historiques associées à un objet d'étude. Notre contribution permet la gestion de la diversité des approches et des objets pour le traitement des données. Nous illustrons également notre méthodologie au travers de cas d'étude pour la valider et identifier des perspectives d'amélioration.

Mots-clés : Gestion des connaissances, Aide à la décision, Collaboration, Épistémologie, Histoire des techniques

1 Introduction

Présentation du contexte de recherche

Les outils des sciences pour l'ingénieur peuvent être réappropriés à des fins de reconception, de conservation et de valorisation d'objets anciens. L'évolution des technologies numériques permet d'ailleurs d'élargir les modalités d'interaction avec le patrimoine historique. Par exemple, les méthodes de numérisation 3D et de reconception constituent un des champs d'investigation afin de pouvoir capitaliser l'objet dans son contexte. En effet, considérer un objet patrimonial seul n'a pas de sens. Il est indispensable de restituer son contexte d'origine, dans ses différentes phases de vies afin d'en cerner au mieux les dimensions et les transformations. Ainsi, compte-tenu de la masse d'informations hétérogènes à traiter, il est intéressant de s'appuyer sur les méthodes et outils de gestion des connaissances pour structurer cette capitalisation.

En effet, (Ermine *et al.*, 2004) montre au travers d'un cas d'étude l'utilité et la complémentarité d'une modélisation des connaissances avec un travail d'historien, afin de concevoir des interfaces graphiques de navigation dans un portail métier dédié. Le travail d'historien peut alors être réutilisé pour aboutir à « un gain certain en termes de temps de recueil et de structuration, en termes de qualité et richesse du contenu, et en termes de diversité des livrables produits ».

Notre objectif est donc de proposer une approche de gestion des connaissances couvrant le processus de patrimonialisation dans son intégralité :

1. depuis la numérisation de l'objet et la capitalisation des connaissances associées ;
2. en passant par la modélisation numérique de l'objet physique et de sa dynamique ;
3. jusqu'à sa conservation et sa valorisation dans un cadre muséal par exemple.

Enjeux

L'enjeu de ce processus réside dans la complémentarité des 3 étapes. Une des difficultés réside notamment dans la complexité de vouloir généraliser la méthode. En effet chaque objet patrimonial est unique et fait appel à des connaissances, des savoir-faire ancestraux et des expertises contemporaines. De plus, lorsqu'un objet est capitalisé/numérisé, la dernière étape de valorisation doit pouvoir évoluer. Aussi, il convient de capitaliser un maximum d'informations, de les organiser et les lier afin de pouvoir envisager un large spectre de possibilités de valorisation. Nos objets contenus dans les lieux de mémoire ne sont pas uniquement destinés à « prendre la poussière sur une étagère ». Ils doivent pouvoir devenir support de savoirs et savoir-faire, potentiellement réappropriables au présent. L'ensemble des connaissances associées à ces objets doit pouvoir être diffusé à une vaste diversité d'utilisateurs. Nous faisons l'hypothèse que la valorisation d'un objet patrimonial peut servir de support à l'élaboration d'une méthodologie de gestion de connaissances historiques. Pour cela, nous nous appuyons sur une approche interdisciplinaire croisant les méthodes de gestion des connaissances en génie industriel et les méthodes d'étude du patrimoine technique.

Complexité des données historiques

La diversité des objets étudiés nous apprend que les connaissances historiques sont nécessairement fonction d'une épistémologie (approche de l'historien) ainsi que d'un objet. Par exemple, l'étude des Halles Alstom¹ admet deux approches (analyse via les textes, analyse via l'objet²) appliquées à certaines dimensions de l'objet : mécanique, architecturale, humaine, et en occulte d'autres : culturelle, artistique, industrielle. . .

Chacune de ces dimensions peut donner lieu à un récit historique différent. Par ailleurs, ces dimensions sont dépendantes de l'objet étudié. Le croisement des sources de différents auteurs est au cœur du mécanisme de production des connaissances historiques. En ce sens, la méthodologie proposée doit permettre la collaboration de différents acteurs pour le chaînage des connaissances, leur critique et l'évolution des modèles (Srinivasan & Huang, 2004). Le problème se pose alors du croisement des récits pour la valeur historique de l'information et l'exploitation des connaissances à des fins de création et de valorisation du patrimoine.

À partir de cas d'étude du patrimoine technique, nous proposons une approche originale pour la résolution des difficultés rencontrées dans la gestion des connaissances historiques.

Cette approche combine l'intégration de données historiques dans des systèmes d'information spécifiques et des formes d'interaction au moyen d'interfaces d'accès. Elle vise à apporter des outils d'aide à la décision en complément des méthodes classiques d'histoire des techniques (exemple : monographies). L'objectif principal est de proposer une lecture multi points de vue qui réponde à un besoin méthodologique exprimé par les historiens (Cotte, 2010). Ces outils

1. Les Halles Alstom sont des halles industrielles de la fin du XIXe siècle et implantées sur le port de Nantes.

2. Voir figure 4

s'appuient sur les technologies numériques devant être pilotées par les connaissances disponibles et les intentions des utilisateurs (ici les historiens et/ou conservateurs de musée).

2 Proposition d'une méthode de gestion de connaissances historiques

Depuis une dizaine d'années, avec l'essor des technologies de numérisation, conservation et valorisation, le patrimoine culturel fait l'objet de nombreux travaux de recherche visant à définir de nouvelles modalités d'interaction, de compréhension et de diffusion.

Les technologies numériques permettent autant de répondre à certains besoins actuels des sciences humaines que de créer de nouvelles modalités d'interaction et d'exploration.

Pourtant, il n'existe toujours pas de méthodologie outillée formalisée pour la gestion du processus global de patrimonialisation allant de la conservation à la valorisation et la diffusion des connaissances. Il existe certes de nombreux travaux proposant des méthodes détaillées pour la numérisation (3D ou 2D) d'artefacts, notamment en archéologie, ou pour la structuration des données à destination du web de données, mais à notre connaissance, il n'existe pas de méthodologie couvrant l'intégralité du processus de patrimonialisation.

Le patrimoine étant une construction culturelle collective, il est le résultat d'un choix fait par « nous, qui depuis le présent, avons reconnu à cet objet une valeur et considérons que ceux qui l'ont créé feraient, pour nous, de "bons" ancêtres culturels » (Davallon, 2002). Par conséquent, il nous semble important d'intégrer une dimension contributive (Stiegler, 2009) dans la construction d'une méthode de gestion des connaissances historiques. Dans cette partie, nous décrivons la méthodologie proposée selon 3 axes :

1. l'acquisition des données pour l'analyse, la compréhension et la modélisation d'un objet ;
2. le traitement et l'exploitation à des fins de production et de chaînage des connaissances par des contributeurs de divers profils ;
3. la finalité vis-à-vis du patrimoine : visualisation et exploitation des données à des fins de transmission et de médiation.

2.1 Acquisition

Classiquement, l'acquisition se déroule de la façon suivante :

1. **Construction** d'un espace de sujets et d'hypothèses de recherche ;
2. **Identification** des sources nécessaires à l'étude de ces hypothèses. Il s'agit d'établir un corpus initial de sources historiques primaires et secondaires³ pertinent au vu du sujet d'étude. Les experts concernés pour la réalisation de cette étape sont entre autres les archivistes, les historiens, et (pour les objets ayant déjà atteint la phase de patrimonialisation de leur cycle de vie) les conservateurs ;
3. **Numérisation** des sources en vue de leur traitement. C'est une étape optionnelle pouvant être utile pour l'analyse des sources (exemple de la rétro-conception 3D d'un objet technique en ruine) et leur conservation.

3. Par source primaire, nous entendons toute source historique contemporaine à l'objet. Une source secondaire est un document provenant d'une synthèse préalable de sources primaires.

4. **Analyse** du corpus. Cette étape implique tous les acteurs utiles au décryptage de ces sources (dessins techniques, plans, fichiers CAO, langues étrangères). Cette interdisciplinarité est nécessaire pour comprendre et restituer à la fois la vue interne des objets (structure, analyse systémique) mais également leur vue externe (comment l'objet s'insère et évolue dans son environnement).

Dans ce contexte, le verrou scientifique majeur réside dans la constitution d'un espace de travail commun à ces différents métiers. Il s'agit d'interfacer des points de vue complémentaires dont la nature et le nombre ne sont pas connus *a priori*. Cela implique *a minima* une modélisation flexible et évolutive des connaissances ainsi que la prise en compte des profils de contributeurs. Sur ce point, nous pensons que l'approche du web socio-sémantique est une source d'inspiration intéressante. Le web socio-sémantique propose une approche collaborative pour la modélisation et la recherche d'information (Zacklad *et al.*, 2007). Ainsi, un même item, caractérisé par des attributs peut-être défini selon différents points de vue, et différents thèmes.

Il n'y a donc pas ici de présupposition de l'organisation globale des données. L'objectif est de comprendre l'objet d'étude par une mise en réseau de toutes les connaissances potentiellement disponibles. Le système n'est pas prégnant sur l'organisation des informations mais laisse la possibilité d'enrichir et de faire évoluer les modèles.

Cette flexibilité permet de gérer la complexité multidimensionnelle de l'histoire de l'objet. Intégrer de telles données et les connaissances associées implique de proposer un modèle générique pouvant être spécialisé par l'usage.

L'amorce consiste à choisir un modèle conceptuel adapté à l'étude (patrimoine industriel, artistique, religieux, etc.) en fonction des hypothèses de recherche définies par les experts au début de l'acquisition. Les descripteurs ou attributs devant servir à la formalisation des connaissances sont définis, mais le modèle doit pouvoir évoluer avec l'enrichissement du système et la multiplicité des acteurs.

Pour structurer les connaissances manipulées dans le contexte de l'étude, nous choisissons une représentation atomique sous la forme d'une fiche à l'instar de (Ardans, 2011). En effet, plus le choix de modélisation est compatible avec du récit linéaire, plus la méthodologie sera adaptée aux pratiques de l'histoire. Ainsi, chaque élément (bâti, événement, personne) se voit attribuer une fiche, vecteur de la connaissance qui s'y rattache, dépendant d'un point de vue, pouvant être mise en relation et annotée.

2.2 Traitement

Une fois la fiche produite par un contributeur, celle-ci doit être formalisée dans le système et se voit affecter des métadonnées (auteur et statut entre autres) ainsi que des liens avec d'autres fiches. L'intégration de la fiche dans la base de données peut apporter des éléments d'enrichissement à la fois du contenu mais également du modèle de données lui-même. La structure de données peut ainsi évoluer au fur et à mesure de la diversification des contributions.

L'affectation des métadonnées, sous la forme de descripteurs, permet à la fois de représenter le contenu et sa provenance. Par exemple, les mots-clés représentatifs du contenu d'une fiche permettent de créer des associations (à la manière d'un lien hypertexte) et d'éventuellement saisir une part de la subjectivité du contributeur (celui-ci ayant un jargon et un style d'écriture) ou d'une communauté de pratiques (voir la notion de "cogniton" (Serrafero, 2000)).

La méthodologie proposée permet donc de créer un réseau d'informations sous la forme de fiches liées entre elles. Les connaissances formalisées dans ces fiches sont associées à un corpus de documents historiques et à différents profils de contributeurs.

Pour supporter cette méthodologie, nous proposons un méta-modèle conceptuel représenté sous la forme d'un diagramme de classes UML par la figure 1.

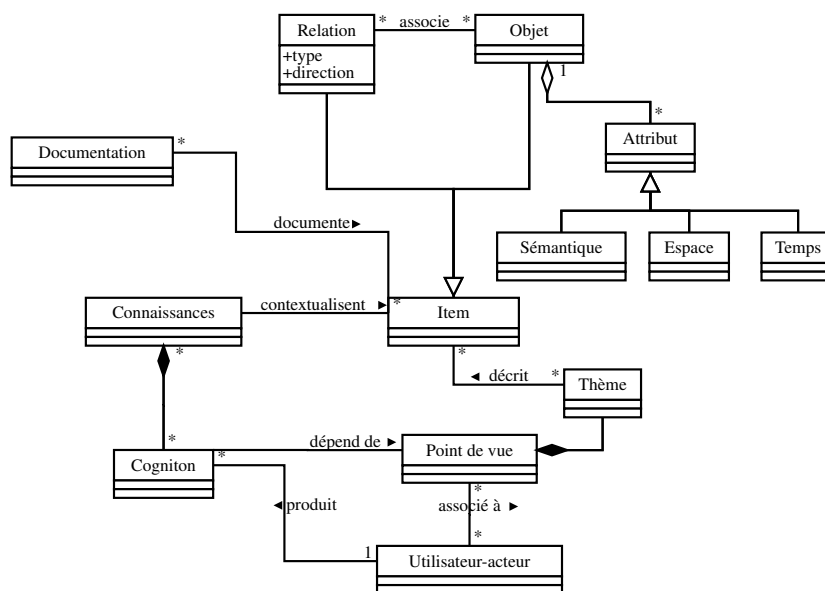


FIGURE 1 – Représentation UML du système d'organisation des connaissances historiques

Ce modèle s'appuie sur un certain nombre de classes élémentaires :

— La classe **item** (en suivant la typologie du modèle proposé par (Zacklad *et al.*, 2007)) est ici une classe abstraite, permettant d'englober la diversité des données manipulées dans le contexte du patrimoine culturel. Ainsi, un item peut être :

1. un **objet** au sens large, c'est-à-dire aussi bien un objet physique⁴ qu'un sujet ou une thématique. Dans ce deuxième cas, l'objectif est de pouvoir considérer de manière égale les différentes projections permettant de saisir le contexte historique de l'objet⁵. Un objet peut-être décrit par différents attributs (position dans l'espace et le temps, caractérisation sémantique). ;
2. une **relation**. La particularité ici est l'attribution d'une importance égale à la relation et à l'objet. En effet, la compréhension du contexte d'un objet implique de pouvoir aussi bien expliciter l'objet en lui-même que ses relations avec son environnement⁶.

4. Exemple d'un pont roulant : un instrument de manutention consistant à déplacer une charge sur une superficie.

5. Dans le cas des halles Alstom, l'histoire du pont roulant peut être créée par la projection selon différentes dimensions ou temporalités : l'analyse par empreintes sur l'architecture, l'analyse mécanique interne de l'objet, l'analyse de son intégration dans un processus industriel, etc.

6. Par exemple, dans le cas des halles Alstom, relier l'objet « Pont roulant » à l'objet « Établissements Maurice Ménard » (bureau d'étude) est une donnée historique à part entière.

- La classe **connaissances** fait directement référence aux connaissances formalisées sous formes de fiches et liées à un **item**.
- La classe **cogniton** est une adaptation du concept proposé par (Serrafero, 2000) au sens de “connaissance métier”. Il s’agit ici de différencier les **connaissances** accumulées par les experts relatives à un item et les connaissances élémentaires produites par un expert d’après son point de vue et ses connaissances personnelles. La traçabilité de l’information, nécessaire au travail historique, est conservée mais seule la partie métier de celle-ci est modélisée (par la classe cogniton).
- La classe **utilisateur-acteur** caractérise à la fois les utilisateurs du système mais aussi les utilisateurs générant potentiellement de nouvelles connaissances. Ces utilisateurs-acteurs sont associés à un **point de vue** qui aura un impact tant sur la phase de visualisation et d’interaction que sur la traçabilité des informations du système.

2.3 Exploitation/Visualisation

La question se pose désormais de la finalité vis-à-vis des pratiques en histoire et dans le domaine de la conservation et la valorisation du patrimoine. En quoi ces méthodes et les outils numériques apportent un complément utile aux approches classiques (récit linéaire) ?

Michel Cotte explique en effet que l’usage du numérique « complète et fait évoluer les méthodes de l’histoire, de l’archéologie, du patrimoine ou de la muséographie, en offrant des possibilités nouvelles de compilation et de mise en scène des connaissances » (Cotte, 2009).

De nombreux programmes de recherche s’attachent à la conservation et la valorisation du patrimoine culturel via le numérique (Fleury, 1997; Guidi *et al.*, 2008; Prévôt, 2013). De la simple conservation numérique à la « visite immersive » en passant par la simulation numérique ou la vérification d’hypothèses, l’utilisation du numérique permet d’explorer de vastes champs de recherche par les interfaces de visualisation disponibles.

Tout d’abord, le processus d’acquisition et de traitement décrit précédemment permet dans certains cas une conservation des traces historiques par le numérique⁷.

Un apport majeur de la méthodologie proposée réside dans la manipulation des connaissances produites par l’historien. En effet, l’intégration du corpus de documents historiques et la formalisation de ces connaissances permettent la mise en place de modes d’interaction et de visualisation. Le système d’information va permettre de confronter différents points de vue et/ou approches sur un même objet. Le récit linéaire classique ne permet pas de les obtenir aussi facilement que les outils informatiques.

La question de la représentation d’informations pour les données historiques fait déjà l’objet de nombreux travaux. Par exemple, le projet SyMoGIH (Beretta & Vernus, 2012) s’oriente plutôt vers la cartographie géographique, tandis que la visualisation sous forme de graphe est utilisée pour la représentation de réseaux historiques⁸. Ce mode est particulièrement intéressant pour l’analyse visuelle d’informations sémantiques (Greffard *et al.*, 2013).

7. Si l’on reprend le cas des ponts roulants dans les halles Alstom, ceux-ci sont voués à disparaître. L’acquisition décrite en section 2.1 des différentes sources relatives à ces ponts roulants, incluant l’artefact virtuel de l’objet (par numérisation), permet une certaine forme de conservation de ce patrimoine.

8. Voir par exemple : <http://www.fas.harvard.edu/~histecon/visualizing/>

À ce mode de visualisation, on peut ajouter l'intérêt des représentations 3D par exemple pour la reconstitution virtuelle d'un objet, la vérification d'hypothèses ou la simulation numérique. Cependant, ces représentations sont le plus souvent vouées à la recherche d'un consensus fidèle à la réalité physique. Certains travaux tentent néanmoins de conjuguer ces représentations 3D avec différents points de vue, laissant la place à l'incomplétude des informations (De Luca *et al.*, 2011). Cette incomplétude est une particularité inhérente à la pratique de l'histoire.

La dernière phase de la méthodologie proposée consiste donc à piloter les interfaces de visualisation avec les connaissances capitalisées lors de la phase d'acquisition. Cela permet de combiner des représentations abstraites (graphes d'information multi-niveaux) et des représentations physiques des objets étudiés. Le contributeur peut alors manipuler les différentes informations numérisées et identifier des pistes d'enrichissement du système. L'objectif ici est de permettre l'analyse des données selon différentes approches, en fonction de besoins et d'hypothèses de recherche. Par le biais de l'interaction, l'utilisateur peut adopter :

1. une posture passive consistant à « consommer » un certain volume d'informations. Le système va alors permettre la transmission de connaissances par la restitution du contexte de l'objet à l'utilisateur.
2. une posture active menant à un rôle de contributeur. En fonction de son profil et de ses intentions de recherche d'information, le système lui propose différents accès aux informations qu'il contient. Le contributeur peut alors explorer de nouvelles hypothèses, identifier des manques dans le système et les intégrer. Le système devient un outil d'aide à la décision pour assister l'ajout d'informations de manière cohérente avec l'existant tout en restant piloté par l'utilisateur.

Parmi les exemples de fonctionnalités possibles pour l'exploitation des connaissances historiques et l'aide à la décision, on peut citer :

- le traitement automatique du langage (extraction et normalisation de mots-clés) ;
- des opérations d'analyse automatique des propriétés du graphe d'information (entités isolées, parcours, suggestion de champs d'investigation faisant défaut, de liens manquants ou redondants, sérendipité (Deuschel *et al.*, 2014)) ;
- la visualisation et la mise en contexte dans un environnement physique (par le biais d'interfaces en réalité virtuelle ou augmentée par exemple).

Cette phase d'exploitation permet donc de compléter la méthodologie afin d'atteindre plusieurs objectifs :

- la capitalisation pour faciliter d'autres formes d'exploitation des connaissances ;
- la valorisation de l'objet et des connaissances associées ;
- la vulgarisation et la transmission auprès des différents publics.

3 Illustration de la méthode autour de deux cas d'étude

Deux cas d'études ont permis d'avoir une approche empirique et inductive pour la constitution de la méthodologie présentée dans la partie précédente :

- le projet « Nantes1900 »⁹ visant à concevoir un système d'information muséologique

9. <http://nantes1900.chateau-nantes.fr>

capitalisant des données historiques à des fins de recherche et de médiation culturelle. La démarche de production des connaissances a été adaptée pour ce projet.

- une monographie portant sur l’histoire d’un lieu industriel et contenant des informations complémentaires au projet « Nantes1900 ». En revanche, la démarche de production des connaissances n’a ici pas pris en compte le projet « Nantes1900 ».

Nous verrons dans cette partie les caractéristiques de ces deux cas d’étude et comment ils peuvent converger.

3.1 Résultats liés à la maquette du port de Nantes en 1900

Dans le cadre d’un partenariat entre l’IRCCyN, le Centre François Viète et le musée d’histoire de Nantes, un projet de recherche a été initié en 2008 pour l’étude et la valorisation d’un objet de collection du musée : la maquette du port de Nantes en 1900, un plan-relief réalisé en 1899 de 9,20m par 1,80m représentant près de 9km² du port de Nantes à l’échelle 1/500.

Un ensemble de documents historiques a ainsi été étudié, aboutissant à la création d’une base de données de près de 500 points d’intérêts (entreprises, personnes clés, thématiques). Cette base a été conçue conformément au modèle présenté figure 1.

Afin d’illustrer la structure de données choisie pour modéliser les informations historiques, nous proposons un exemple d’instanciation comme le montre la figure 2. Les mots-clés identifiés par les auteurs d’une fiche permettent de générer deux types d’information :

1. des liens entre la fiche rédigée et les fiches correspondantes aux mots-clés et déjà existantes au sein du corpus (nœuds orange) ;
2. des fiches “vides” (nœuds bleus) relatives aux mots-clés et ne correspondant pas à des fiches existantes. Cela permet alors non seulement de générer des “catégories” (“pont”, “construction navale”) mais également d’indiquer aux contributeurs les manques identifiés par le système (un sujet important mais n’ayant pas été traité).

Seuls deux types de relations ont été pris en compte (« direct » ou « indirect » lorsqu’il s’agit d’un lien vers une thématique) afin de permettre la multiplicité des points de vue. Ces relations peuvent être spécialisées *a posteriori* par l’ajout d’annotations, commentaires ou attributs.

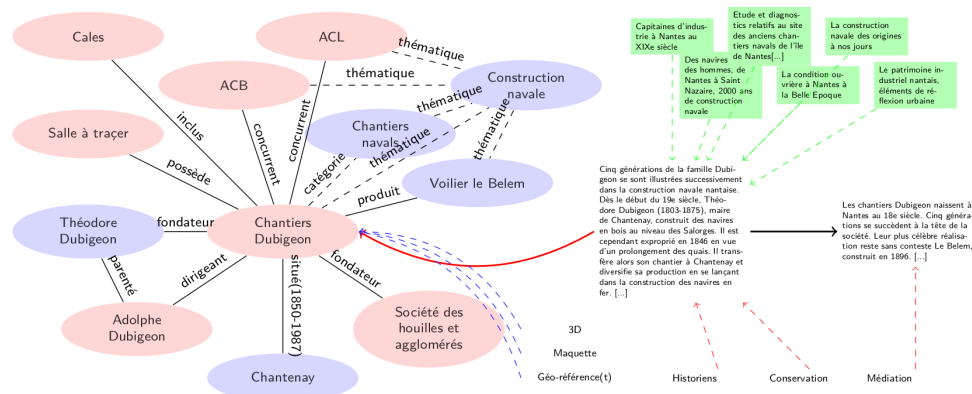


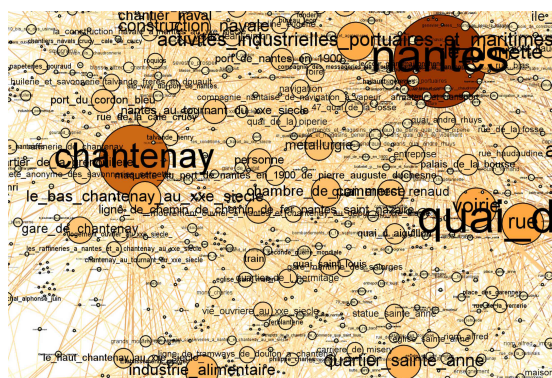
FIGURE 2 – Exemple d’instanciation du modèle avec le cas des chantiers Dubigeon à Nantes.

Les « fiches » descriptives associées à ces points d'intérêts sont liées entre elles par le biais de mots-clés mis en évidence par les chercheurs et conservateurs du musée.

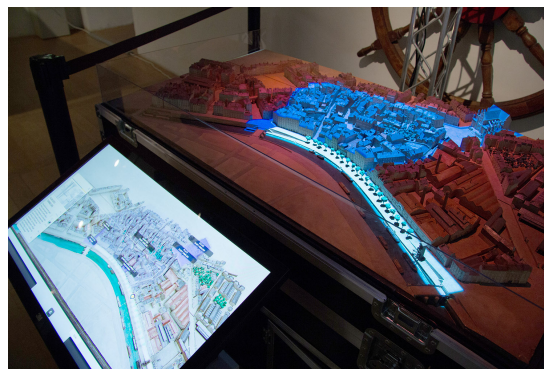
123 références bibliographiques (cases vertes sur la figure 2) ont également été identifiées pour servir à la rédaction des fiches. En parallèle, 1071 sources iconographiques ont été identifiées. Parmi elles, des dessins, estampes, photographies, cartes postales, affiches, plans, etc.

Le choix de l'outil a reposé sur les compétences disponibles au moment de la mise en œuvre du projet, et sur des critères d'interopérabilité (avec les technologies web notamment) et de facilité de gestion. En effet, Postgres est un système très répandu pour la gestion de bases de données relationnelles, avec un module SIG également répandu et robuste. Par ailleurs, sa mise en œuvre est relativement simple, de même que le langage de requêtage SQL. Cela permet de développer rapidement des modules d'extraction des données pour les différentes interfaces.

Chaque entité (fiche connaissance « objet », sources, relation, données géographiques) est représentée dans la base de données. Chacune intègre les méta-données nécessaires à leur description. La plupart des méta-données, notamment pour les sources, sont basées sur celles du système de gestion des collections du musée. La figure 3a illustre la mise en relation des 500 fiches décrivant les points d'intérêt de la maquette.



(a) Graphe sémantique



(b) Prototype

FIGURE 3 – Résultats de l'acquisition (a) et de l'exploitation (b) des données historiques récoltées dans le cadre de ce projet autour de la maquette du port de Nantes en 1900.

Aujourd'hui, cette base de données est exploitée au sein d'un système d'information dédié pour le musée. Ce système permet aux professionnels du musée de s'appuyer sur cet outil de gestion des connaissances pour la valorisation des objets de collection¹⁰. Les visiteurs du musée quant à eux peuvent accéder à l'ensemble des informations récoltées par les historiens par le biais d'une interface en réalité augmentée et les visualiser par rapport à l'objet de musée qu'ils contemplent. Le projet a abouti à un prototype fonctionnel (cf. figure 3b) et le dispositif muséographique final verra le jour courant juin 2015. Le prototype muséographique a fait l'objet d'une évaluation en situation de visite du musée. Le retour des utilisateurs a permis de valider l'intérêt de ce dispositif pour les visiteurs. L'implication des équipes du musée (conservateurs

10. processus de validation des contenus, mise à jour automatique des dispositifs muséographiques, création de parcours de visite personnalisés, assistance pour la préparation des visites guidées pour les médiateurs, etc.

et service du public principalement) autour de ce système démontre l'intérêt des avancées apportées. Le système d'information prévoit la possibilité d'étendre le corpus grâce à de futures campagnes de recherche ou par le biais de contributions d'utilisateurs.

3.2 Le cas des halles Alstom : limites et perspectives de la méthodologie

Les halles Alstom constituent un cas représentatif de l'histoire du port de Nantes : ce fut un des premiers lieux à être industrialisé (1850) et un des derniers en activité (2001). Ce lieu est un point d'intérêt déjà identifié dans la base de données du projet « Nantes1900 » présenté précédemment. Il s'agit ici d'une étude dont le contenu plus détaillé permettrait de créer de nouveaux liens dans le réseau d'informations.

Ce travail historique typique présente des informations relatives à un objet avec une approche difficilement transposable dans une base de données. C'est donc un cas d'étude intéressant pour confronter la méthodologie à la pratique de l'histoire. Il s'agit de mesurer la plus-value et les éventuelles pertes de notre approche vis-à-vis d'un travail historique :

- la réaction du système à l'intégration de nouveaux contenus hétérogènes et présentant de nouvelles caractéristiques (niveaux de détail différents, nature des informations, etc.) ;
- l'apport de nouvelles pistes de recherche par rapport au travail historique classique.

Un exemple de difficulté consiste à différencier les deux approches historiques des halles Alstom décrites par la figure 4. Le système proposé doit permettre à l'utilisateur de saisir ces lectures complémentaires. De nouvelles lectures doivent également pouvoir être proposées par l'un (système) ou l'autre (utilisateur) et validées conjointement. Cette mise en réseau des informations proposera de multiples portes d'entrée pour un accès multi-niveaux à ces connaissances historiques permettant la compréhension du lieu industriel étudié et de son contexte. Parmi

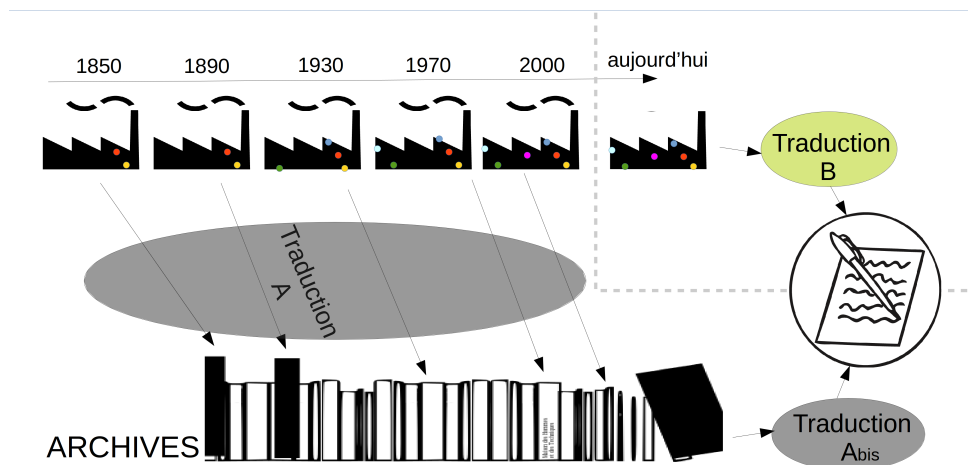


FIGURE 4 – Plusieurs approches complémentaires peuvent contribuer à l'écriture d'un récit historique. Ici, l'archéologie industrielle (traduction B) c'est-à-dire l'étude *in situ* des traces (symbolisées par des points de couleurs sur l'usine) est complétée par l'étude des archives (traductions A+Abis).

ces portes d'entrée, on peut citer des approches : archéologie industrielle, témoignages, étude d'archives, sources secondaires... ; ou bien des dimensions : économie, culture, mécanique,

social... ; mais également des sous-systèmes : ponts roulants, chaînes de montage, processus industriels comme l'usinage des engrenages...

Ce cas d'étude illustre le besoin de mécanismes supplémentaires pour l'intégration des données sans reformuler l'intégralité du récit.

Nous travaillons à l'implémentation d'outils de traitement automatique du langage comme ANA (Enguehard & Pantera, 1995). Ces outils permettent une *indexation supervisée* de productions écrites d'historiens pour faciliter l'intégration de nouveaux contenus, proposer un accès multi points de vue et apporter des moyens complémentaires d'analyse. Cette indexation supervisée automatise le processus de création de liens entre les fiches descriptives (nœuds orange et bleus sur la figure 2) à partir d'une monographie. Ces nœuds automatiquement créés et indexés vont pouvoir être enrichis par de nouvelles études plus spécifiques comme celle sur les halles Alstom. Les liens permettent d'organiser les connaissances autour d'un même objet avec différents points de vue (figure 4) et de les organiser au sein d'un réseau d'informations plus vaste (comme celui créé pour le projet "Nantes1900"). Cela permet finalement un accès multi échelles : du port et des thématiques génériques associées ("techniques de construction") jusqu'à l'étude d'un bâtiment en particulier et de ses thématiques spécifiques ("maçonneries de moellons hourdés de chaux"). Plusieurs études complémentaires provenant de différents auteurs pourraient également être prises en compte et confrontées les unes aux autres. Le modèle conceptuel proposé figure 1 va permettre cette saisie.

4 Discussion et conclusion

D'autres cas études en cours nous permettent de compléter la méthodologie proposée et illustrée précédemment. Parmi ces exemples, on peut citer le cas de la reconstitution des forges de Paimpont¹¹ ou celle de la poudrerie royale de Saint-Chamas¹². Tous ces projets présentent des caractéristiques différentes. Cependant, la méthodologie proposée dans ce papier permet d'avoir une approche unifiée pour la gestion des connaissances et leur valorisation.

À partir de ces cas d'étude, nous identifions des limites, conceptuelles ou technologiques :

- la prise en compte des profils contributeurs nécessite une analyse et une modélisation fine qui méritent un approfondissement spécifique ;
- pour garantir la cohérence du système, il est nécessaire de mettre en place des traitements de texte spécifiques comme l'extraction (semi-)automatique et la normalisation des descripteurs pour permettre une indexation contrôlée. C'est une perspective d'amélioration forte sur laquelle nous travaillons ;
- la mise en place de procédures de *crowd-sourcing* pour la validation d'éventuelles propositions automatiques du système. Ces mécanismes permettraient d'augmenter la fiabilité et la maturité des informations.

L'objectif est de permettre une meilleure appropriation des informations existantes pour l'identification de « zones d'ombre », de litiges ou de nouvelles hypothèses à explorer. Il s'agira notamment de garantir la cohérence du système en identifiant les liens possibles entre les enregistrements de la base de données, mais également de mettre en évidence de nouveaux liens entre les fiches.

11. Voir <http://forgesdepaimpont.fr/La-realite-augmentee-aux-Forges-de-Paimpont>

12. Voir <https://projetpoudrerie.wordpress.com>

La méthode actuelle, en grande partie manuelle et donc fastidieuse implique une normalisation du vocabulaire par les utilisateurs et un nombre croissant d'opérations pour la gestion des informations à mesure que celles-ci sont ajoutées dans le système.

Références

- ARDANS (2011). *Ardans Knowledge Maker : Introduction , principes et philosophie implantés dans cet environnement de gestion des connaissances*. Rapport interne 0.
- BERETTA F. & VERNUS P. (2012). Le projet SyMoGIH et la modélisation de l'information : une opération scientifique au service de l'histoire. *Les Carnets du LARHRA*, (1), 81–107.
- COTTE M. (2009). Les techniques numériques et l'histoire des techniques. Le cas des maquettes virtuelles animées. *Documents pour l'histoire des techniques*, (18), 7–21.
- COTTE M. (2010). La génétique technique a-t-elle un avenir comme méthode de l'histoire des techniques? In A.-L. REY, Ed., *Méthode et Histoire, journées d'études de la SFHST, Lille, 2007*, p. 187–201, Paris : publications de la SFHST.
- DAVALLON J. (2002). Comment se fabrique le patrimoine? *Sciences humaines. Hors série 36*, (36), 74–77.
- DE LUCA L., BUSAYARAT C., STEFANI C., VÉRON P. & FLORENZANO M. (2011). A semantic-based platform for the digital analysis of architectural heritage. *Computers & Graphics*, **35**(2), 227–241.
- DEUSCHEL T., HEUSS T., HUMM B. & FRÖHLICH T. (2014). Finding without Searching - A Serendipity-based Approach for Digital Cultural Heritage. In *Digital Intelligence*, Nantes.
- ENGUEHARD C. & PANTERA L. (1995). Automatic natural acquisition of a terminology*. *Journal of quantitative linguistics*, **2**(1).
- ERMINE J.-L., PAUGET B., BERETTI A. & TORTORICI G. (2004). Histoire et Ingénierie des Connaissances. In *Sources et ressources pour les sciences sociales*, Paris, France.
- FLEURY P. (1997). La Rome Antique sur l'Internet. *Revue Informatique et Statistique dans les Sciences Humaines*, **33**, 146–162.
- GREFFARD N., PICAROUGNE F. & KUNTZ P. (2013). TempoSpring : A new immersive hands-free prototype for visualizing social networks : Demonstration paper. In *IEEE 7th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, p. 1–2 : IEEE.
- GUIDI G., FRISCHER B., LUCENTI I. & DONNO J. (2008). Virtualising ancient imperial Rome : from Gismondi's physical model to a new virtual reality application. *International Journal of Digital Heritage*.
- PRÉVÔT N. (2013). The Digital Puzzle of the talatat from Karnak. A Tool for the Three-Dimensional Reconstruction of Theban Buildings from the Reign of Amenhotep IV. In S. POLIS & J. WINAND, Eds., *Texts, Languages & Information Technology in Egyptology.*, p. 129–138, Liège.
- SERRAFERO P. (2000). Cycle de vie, maturité et dynamique de la connaissance : des informations aux cognitions de l'Entreprise Apprenante. *Revue Annuelle UE des Arts et Métiers sur le Knowledge Management*, p. 158–169.
- SRINIVASAN R. & HUANG J. (2004). Fluid ontologies for digital museums. *International journal on digital libraries*, **5**(3), 193–204.
- STIEGLER B. (2009). Technologies culturelles et économie de la contribution. *Culture et recherche*, (121), 31.
- ZACKLAD M., BÉNEL A., ZAHER L., CAHIER J.-P. & ZHOU C. (2007). Hypertopic : une métasémiotique et un protocole pour le Web socio-sémantique. In FRANCKY TRICHET, Ed., *18eme journées francophones d'ingénierie des connaissances*, p. 217–228 : Cépaduès.