

Atelier interdisciplinaire

PATRIMONIALISATION DU NUMÉRIQUE  
ET NUMÉRISATION DU PATRIMOINE :  
REGARDS CROISÉS

Synthèse  
et propositions

au CNRS, les 13 et 23 novembre 2015



[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

Mission pour l'interdisciplinarité

Campus Gérard-Mégie  
3, rue Michel-Ange  
75016 Paris





Cet atelier a été soutenu par le CNRS à travers la Mission pour l'interdisciplinarité (MI), dirigée par Anne Renault.

Il a été élaboré en collaboration avec le département de la recherche et de la politique scientifique du ministère de la Culture et de la Communication, dirigé par Pascal Lievaux.

### **Comité d'organisation**

*(\*auteurs de la synthèse)*

Marie-Françoise Andrée

Helena Devillers \*

Jean-Pierre Girard \*

Bertand Jouve \*

Pascal Lievaux \*

Livio de Luca - coordinateur scientifique de l'action \*

Françoise le Mort

Karine Zeitouni \*

### **Animateurs**

Jean-Yves Blaise

Marie-Claude Le Bourdellès

Stéphanie Celle

Thierry Crépin-Leblond

Hélène Dessales

Françoise Lemaire

Christophe Nicolle

Isabelle Pallot-Frossard

Geneviève Pinçon

Jean Ponce

Jean-Marc Vallet

Le comité d'organisation remercie vivement les participants (voir annexe 2) pour leur contribution à la discussion et à la préparation de ce document.



# INDEX

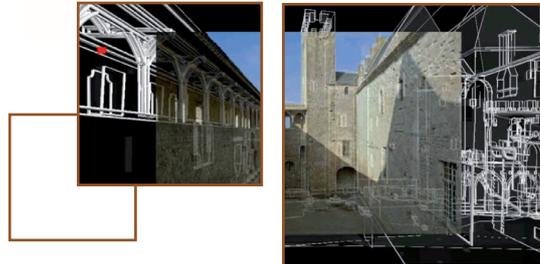
1	<b>Introduction</b>	5
1.1	<b>Contexte</b>	
1.2	<b>Objectifs</b>	
1.3	<b>Méthode de travail</b>	
2	<b>Synthèse des sessions</b>	6
2.1	<b>Le paysage du patrimoine culturel :</b> objets de connaissance, attentes	
2.2	<b>Nouveaux patrimoines (<i>born digital</i>) :</b> production, indexation, archivage et analyse	
2.3	<b>Représentation et transmission des connaissances</b>	
2.4	<b>Moyens d'acquisition, d'observation et d'analyse</b> multi-dimensionnelle	
2.5	<b>Intégration et enrichissement d'informations pour le suivi</b> et la conservation des objets patrimoniaux	
3	<b>Intersections disciplinaires</b>	12
3.1	<b>Problèmes d'interfaçage</b>	
3.2	<b>Sujets potentiels pour les projets interdisciplinaires</b>	
3.3	<b>Une thématique transversale identifiée</b>	
3.4	<b>Quelques pistes d'actions</b>	
Annexe 1	<b>Inventaire partiel portant sur les initiatives et programmes</b> connus des participants	14
Annexe 2	<b>Participants et collaborateurs</b>	16
Annexe 3	<b>Programme de l'atelier interdisciplinaire patrimonialisation</b> <b>du numérique et numérisation du patrimoine :</b> regards croisés.	17



# Légendes

## Laboratoire MAP (UMR 3495 CNRS/MCC)

Spatialisation 2D/3D d'une photographie au sein de la maquette numérique du château Comtal à Carcassonne réalisée par le système d'informations LOCUS IMAGINIS.



## Claude Delhayé / CNRS Photothèque

Préparation d'une prise de vue numérique d'un manuscrit médiéval, à la bibliothèque municipale de Nantes. Le manuscrit repose sur un presse-livres motorisé, couvert d'une vitre, permettant d'épouser l'ouverture du document sans abîmer sa reliure. Cette opération s'effectue dans le cadre des campagnes photographiques de l'Institut de recherche et d'histoire des textes (IRHT). L'institut reproduit tous les manuscrits médiévaux conservés dans les bibliothèques publiques de France (hors BNF).



## Laboratoire MAP (UMR 3495 CNRS/MCC)

Restitution 3D du pont d'Avignon dans son environnement fluvial au XIIème siècle.



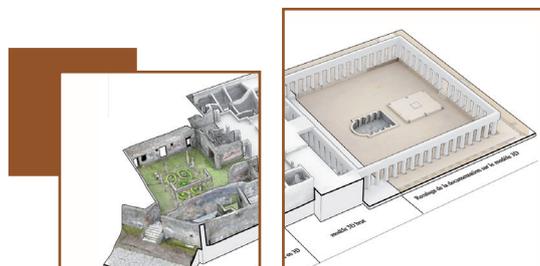
## Quentin Chevrier - Licence CC BY-NC-ND 2.0

Muséomix 2013, première réunion plénière - Musée des Arts décoratifs (Paris), salon des boiseries.



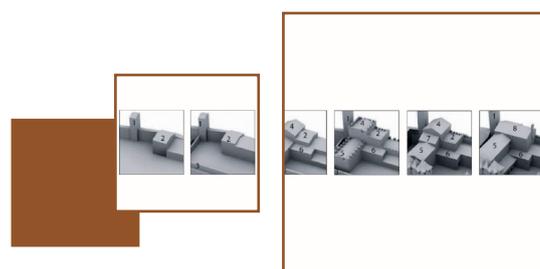
## Y. Ubelmann (Iconem), Villa Diomedes Project (<http://villadiomede.huma-num.fr/3dproject/>)

Reconstitution de la villa de Diomède à Pompéi - A gauche, modèle photogrammétrique ; au centre, modèle sans plaquage des photographies sur la géométrie reconstruite ; à droite, projection d'un plan aquarellé des années 1810 (F. Mazois, BNF, GD-12 (E)-FT 4)



## Laboratoire MAP (UMR 3495 CNRS/MCC)

Modélisation spatio-temporelle des transformations du château Comtal de Carcassonne.





## 1 INTRODUCTION

Les 13 et 23 novembre 2015, le CNRS, à travers la Mission pour l'interdisciplinarité (MI) en collaboration avec le département de la recherche et de la politique scientifique du ministère de la Culture et de la Communication, a organisé un atelier interdisciplinaire portant sur **la patrimonialisation du numérique & la numérisation du patrimoine**. Cet atelier, qui a réuni une quarantaine de chercheurs, enseignant-chercheurs, conservateurs et ingénieurs originaires d'horizons disciplinaires différents, a été l'occasion de faire un point sur ces domaines en pleine effervescence et de mettre en exergue les différentes approches propres aux différentes communautés, d'identifier des thématiques interdisciplinaires exploratoires novatrices. Les dispositifs et stratégies nécessaires pour susciter des recherches collaboratives à court, moyen et long terme ont été également discutés. Cette initiative s'inscrit dans la politique scientifique définie par l'accord cadre qui associe le CNRS et le ministère de la Culture et de la Communication depuis 1992.

### 1.1 Contexte

Les politiques émergentes de numérisation de contenus culturels, encouragées par le développement croissant des technologies pour la collecte, le traitement, la visualisation et l'archivage de ressources, ouvrent une nouvelle ère pour l'étude, la sauvegarde et la valorisation du patrimoine culturel et naturel. L'introduction des technologies numériques dans les pratiques de documentation, d'observation, d'analyse et de diffusion des objets patrimoniaux constituent un enjeu majeur qui investit fortement les sphères des sciences de l'information et de la communication (analyse et traitement d'images, modélisation et simulations 3D, conception de systèmes d'informations, ontologies...), des sciences humaines et sociales (renouvellement des méthodologies d'étude, formalisation des connaissances historiques, interopérabilité des ressources, perception et fondements sémiologiques de la communication, droit des usages...) et des sciences de l'environnement (e.g. intégration des archives numérisées dans les démarches d'étude, de sauvegarde et de valorisation du patrimoine naturel et culturel, rétro-observation et quantification des évolutions, restitutions paysagères, reconstructions paléanthropologiques...). Compte tenu des questions ouvertes, les technologies numériques ont vocation à investir d'autres champs disciplinaires. Plus globalement, l'usage de techniques offertes par le numérique induit un bouleversement de la pratique de l'ensemble des acteurs du patrimoine, recoupant le vaste domaine intitulé *humanités numériques* qui nécessite un dialogue accru avec les scientifiques du patrimoine.

Ce contexte, par construction, fortement interdisciplinaire est en train de faire émerger des parcours d'hybridation de connaissances qui permettent d'aborder entre autres, la conception de nouveaux systèmes de représentation, véritables outils d'investigation et de visualisation scientifique pour l'analyse de l'état de conservation, l'étude (et la perception) des transformations temporelles et spatiales, la

classification des formes, la gestion des ressources documentaires, la restitution d'hypothèses archéologiques, la définition de nouvelles stratégies de gestion durable des sites patrimoniaux.

Au-delà des nouveaux enjeux de connaissance stimulés par la sophistication des moyens d'observation et d'analyse, ce domaine frétilant, offre au monde culturel de nouvelles possibilités d'échange, de création, d'éducation et de partage des connaissances permettant d'élargir l'accès à la culture. Les technologies numériques questionnent l'activité patrimoniale en tant que telle, mais aussi et surtout, les conditions de son accessibilité et de sa divulgation, aussi bien pour les chercheurs ou conservateurs, que pour l'amateur ou le grand public. Elles constituent ainsi un outil important de médiation culturelle. Plus avant, la production participative - *crowdsourcing* - permet par exemple au citoyen de participer au recensement des objets du patrimoine et donc de la science *en train de se faire*.

Par ailleurs, le numérique a engendré dans son sillon la création de nouveaux patrimoines numériques, qui constituent la réalité culturelle de nombreuses nouvelles générations : réseaux sociaux, selfies, snapshots... Comment les sauvegarder, les archiver et les mettre en valeur ?

Cet atelier a permis de provoquer une réflexion collective sur les multiples enjeux et questions de ce domaine émergent :

- nouveaux enjeux de connaissance stimulés par les avancées scientifiques et technologiques,
- nouveaux enjeux culturels et naturels : échange, création collective, éducation, diffusion,
- nouvelles modalités d'accès : médiation culturelle, production participative,
- nouveaux patrimoines numériques: réalité culturelle et sociétale des nouvelles générations.



## 1.2 Objectifs de l'atelier

Cet atelier devait favoriser une rencontre inédite entre tous les acteurs académiques du patrimoine afin de faire émerger des aspects novateurs, exploratoires et qui nécessitent un croisement de regards (sciences informatiques, sciences humaines et sociales, sciences écologiques en particulier mais pas seulement...), focalisés sur l'interaction entre la dimension numérique (conception et développement / évaluation et appropriation d'outils) et le renouvellement de méthodologies d'étude (conceptualisation, formalisation...). Les aspects plus communs (et déjà trop entendus) liés aux vertus et aux vertiges introduits par les technologies numériques dans la production d'images statiques, animées et interactives n'ont pas été favorisés. Il s'agissait donc de promouvoir des échanges pour se projeter vers des nouveaux enjeux scientifiques.

## 1.3 Méthode de travail

L'atelier a été organisé par un comité composé de représentants des instituts du CNRS, de membres des communautés scientifiques concernées et de la MI. Son travail a permis d'identifier le format, les aspects thématiques à explorer, les personnalités en charge de l'animation des sessions thématiques et les membres de la communauté dont la participation était incontournable pour apporter des expériences et des questionnements.

La 1<sup>e</sup> journée (le 13 novembre) a été inaugurée par différents représentants du ministère de la Culture qui ont présenté leur vision sur la question du paysage du patrimoine culturel : objets de connaissance, attentes. Après cette introduction, des séances thématiques se sont déroulées comme suit :

- session 1 : nouveaux patrimoines (born digital) : production, indexation, archivage et analyse ;
- session 2 : représentation

et transmission des connaissances ;

- session 3 : moyens d'acquisition, d'observation et d'analyse multi-dimensionnelle ;
- session 4 : intégration et enrichissement d'informations pour le suivi et la conservation des objets patrimoniaux.

Entre les deux journées des compléments d'informations, des argumentations et propositions provenant des participants ont été recueillies et intégrées. Lors de la 2<sup>e</sup> journée (le 23 novembre), après la présentation des synthèses pour chaque session thématique, un travail collectif a fait émerger des verrous scientifiques à l'intersection de compétences, préoccupations et pratiques disciplinaires, méthodes de travail et objets de connaissances.

## 2 SYNTHÈSE DES SESSIONS

### 2.1 Le paysage du patrimoine culturel : objets de connaissance, attentes

**Résumé.** Le témoignage des professionnels intervenant dans les différents champs patrimoniaux a permis d'introduire synthétiquement les conséquences (l'impact) de l'irruption des technologies numériques dans les champs patrimoniaux et les principales perspectives qu'elles ouvrent pour l'identification, la connaissance, la conservation-restauration et la médiation du patrimoine. Il s'agissait aussi de mieux préciser la place et le rôle des acteurs du patrimoine dans la recherche, depuis l'élaboration des programmes, des méthodologies partagées, leur mise en œuvre jusqu'à l'appropriation des résultats.

**Modérateur :** Pascal Liévaux (Direction générale des patrimoines, ministère de la Culture).

**Participants :** Geneviève Pinçon (Centre national de la préhistoire), Isabelle Pallot-Frossard (Centre de recherche et de restauration des musées de France), Stéphanie Celle & David Giovannacci (Laboratoire de recherche des Monuments Historiques), Marie-Claude Le Bourdellès (Musée du Louvre) et Françoise Lemaire (Archives nationales).

**Synthèse.** L'irruption des technologies numériques dans le champ patrimonial (archives, archéologie, monuments historiques, musées, inventaire, patrimoine culturel immatériel...) ouvre de nouvelles perspectives pour l'identification, la connaissance, la conservation-restauration et la médiation du patrimoine.

Depuis longtemps le ministère de la Culture et de la Communication, son administration centrale, ses directions régionales, ses services à compétence nationale (par exemple les Archives nationales, le Centre de recherche et de restauration des musées de France, le Laboratoire de recherche des Monuments Historiques), comme la plupart des institutions patrimoniales, depuis les plus prestigieuses telles le Louvre, Versailles ou le Centre des monuments nationaux jusqu'aux plus modestes ont compris l'intérêt d'utiliser et d'intégrer largement les technologies numériques aux besoins de l'étude, de la documentation, de la conservation et de la médiation du patrimoine. Créé en 1964, l'Inventaire général du patrimoine culturel a très vite envisagé d'organiser sa documentation en bases de données (Mérimeé, Palissy) de manière à traiter les grands corpus. Aujourd'hui, l'apport du numérique à la compréhension, à la conservation et à la médiation des objets patrimoniaux, via l'élaboration de bases de données de plus en plus sophistiquées, de plates-formes participatives, ou par les derniers développements de l'imagerie est une évidence. Ces pratiques ont conduit au renouvellement des méthodologies et au partage des approches repoussant les limites des connaissances. De nombreux travaux



et projets en cours portés par le ministère de la Culture en témoignent : ERHIS, pour la construction d'une grande infrastructure européenne au service de l'étude des matériaux du patrimoine ; ADAMANT pour la gestion des archives numériques ; PARCOURS, pour le partage des données scientifiques...

Cependant, on ne peut que constater l'absence de formation intégrée, le manque de travail en concertation, la faiblesse des moyens humains et financiers, entre autres. Ces obstacles sont un frein à une plus large pénétration des nouvelles technologies de l'information dans le champ patrimonial. Aujourd'hui encore, les derniers développements de l'informatique et de l'imagerie numérique ne sont pas suffisamment partagés et exploités à la hauteur de leur potentiel, faute sans doute d'une large appropriation de ces nouveaux outils par les communautés en sciences humaines et sociales et responsables du patrimoine. De trop nombreuses bases de données élaborées au sein des services, sans vision à long terme pour la conservation et le stockage et traitement des données souffrent d'un accès restreint et finissent par disparaître. En outre, la masse exponentielle des données produites pose de graves problèmes de stockage, d'organisation et d'accessibilité à l'information.

De même que l'absence d'échanges tient encore trop d'historiens de l'art éloignés du numérique, trop de spécialistes des NTI (nouvelles technologies de l'information) ignorent les véritables besoins/réalités des sciences du patrimoine et n'intègrent pas suffisamment l'apport potentiel de la physique, de la chimie, de l'optique, des mathématiques à l'étude des matériaux et des objets du patrimoine.

Outre ce constat, la table ronde et le séminaire ont posé les bases d'une réflexion qui, éclairée par le retour d'expérience des différents acteurs, a permis d'identifier quelques problèmes (par exemple le stockage l'exploitation et le partage des données), de nouveaux besoins (comme les dispositifs mobiles, participatifs), et les évolutions nécessaires (notamment dans le perfectionnement des instruments).

Elles ont confirmé que seule une collaboration renforcée entre les professionnels du patrimoine et les chercheurs académiques, depuis l'élaboration des programmes jusqu'à l'exploitation des résultats, rendrait possible l'hybridation des connaissances qui, dans le respect des particularités de chacun, permettra de relever les défis scientifiques que ces premiers échanges ont permis de clairement identifier. Dans cet échange, il faut également considérer les particularités de chacun afin que le travail porte les fruits attendus par les partenaires. Pour les académiques, la publication des résultats et la formation, sont des exemples.

#### Attentes de la communauté des professionnels du patrimoine :

- Stockage, pérennité, accessibilité des données (archives numériques, bases de données, modèles 3D).
- Interopérabilité des bases de données (normes, droits...).
- Exploitation des masses de données (web sémantique).
- Lien entre données textuelles et images (organisation, spatialisation de la documentation...).
- Géolocalisation fine des données (parois murales, grottes ornées, tableaux, objets...).
- Acquisition des données pour l'imagerie numérique (simplification, portabilité, grands objets : édifices, sites archéologiques...).
- Précision des images numériques.
- Perfectionnement de l'instrumentation scientifique (fiabilité, analyse non intrusive, portabilité, capteurs...).
- Développement de la connaissance des objets patrimoniaux et de leur environnement.
- Développement d'outils de veille sanitaire et de suivi des interventions.
- Contribution à la gestion durable des objets patrimoniaux...

## 2.2 Nouveaux patrimoines (born digital) : production, indexation, archivage et analyse



**Résumé.** Le numérique a entraîné la création de nouveaux *objets* immatériels qui constituent la réalité culturelle des nouvelles générations. Comment le numérique transforme-t-il la question du patrimoine (patrimoine numérique) ? Qu'est-ce qui fait le patrimoine ? Quels sont les enjeux ? Comment se pose la question de l'archivage ?

**Modérateur :** Bertrand Jouve (FRAMESPA/IMT et directeur adjoint scientifique de l'INSHS).

**Animateurs :** Emmanuelle Bermes (Bibliothèque Nationale de France), Alexandre Geffen (Centre d'étude de la langue et des littératures françaises).

**Synthèse de la session.** La définition de patrimoine doit être réinterrogée dans le domaine des documents numériques d'origine numérique et ne peut sûrement pas être définie avec les critères classiques. Les productions numériques du WWW (World Wide Web) en particulier constituent un ensemble de productions qui ont une importance certaine pour témoigner de ce qui constitue la société d'aujourd'hui et partagent à la fois des caractéristiques propres aux patrimoines matériels et immatériels. Ces productions sont stockées sous forme écrites ou audiovisuelles mais pour une durée généralement largement supérieure à celle de leur accessibilité plus large en



ligne. Elles partagent donc souvent avec les patrimoines culturels immatériels un caractère éphémère, mais elles s'en distinguent par un volume et un flux de données structurées qui est sans précédent et pour lequel

Comment ce *tri* doit-il se faire ? Comment réaliser les procédures d'échantillonnage ? Quel est le périmètre d'un objet en évolution continue ? Peut-on ou doit-on patrimonialiser simplement les productions en ac-

## 2.3 Représentation et transmission des connaissances

**Résumé.** L'essor des technologies 3D permet aujourd'hui non seulement de reconstituer à des fins de recherche, les monuments ou objets du patrimoine partiellement conservés, mais augmente aussi considérablement les possibilités de diffusion des connaissances autour des patrimoines, de quelque nature qu'ils soient. Il s'agira de dégager, à partir de l'analyse de la variété des dispositifs existants et de l'évaluation de leur impact, de nouvelles orientations de recherche.

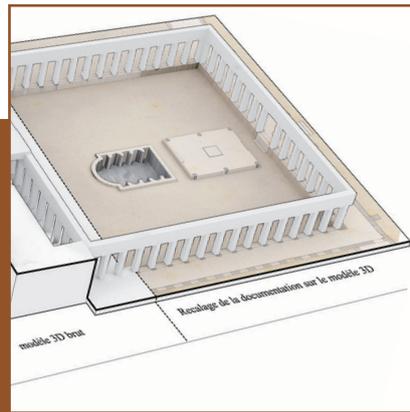
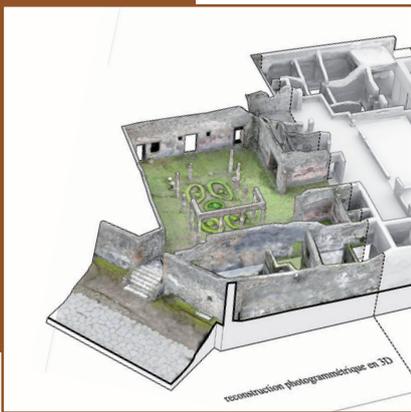
**Modérateur :** Jean-Pierre Girard et Françoise Le Mort (Maison de l'Orient et de la Méditerranée).

**Animateurs :** Hélène Dessales (ENS Ulm), Thierry Crépin-Leblond (Musée national de la Renaissance, Écouen).

**Synthèse.** Dans la relation entre les objets d'étude du patrimoine archéologique et les *mégadonnées*, Hélène Dessales a démontré qu'un enjeu préalable à toute représentation est celui de la *construction* des données :

- stratifier, catégoriser et enregistrer pour pouvoir réutiliser, au-delà de la question des normes et des formats (cf 2.1),
- documenter/liier l'objet (3D), les données de son écosystème immédiat (données de fouille, iconographie) et plus large (métrologie), ainsi que la temporalité des opérations,
- relier les données et le processus matériel, technique et humain de leur interprétation par l'instrument (de découverte, de construction, d'enregistrement).

La conservation contextualisée d'une *métrologie élargie* appelle un équilibre *quantitatif* entre le risque de l'engorgement et le risque de perte d'une réserve de connaissance pour le futur (cf 2.2) et un équilibre *qualitatif* vis-à-vis du risque d'une métrologie si obscurément dense que le chercheur ne puisse plus l'interpréter.



il est illusoire d'espérer conserver - pérenniser - l'ensemble. Les acteurs de la patrimonialisation s'accordent sur la nécessité de faire un *tri*, sur une nécessaire alternative au dépôt exhaustif qui prévaut généralement dans le champ du patrimoine. La difficulté à définir un périmètre pour des objets qui sont en évolution continue et pour lesquels nous maîtrisons peu les limites en temps et en espace (e.g. le déplacement d'activité le long des réseaux sociaux) nécessite alors la mise en place de services innovants et partagés d'indexation et d'analyse. L'enjeu d'une bonne patrimonialisation de ces objets consiste aussi en la capacité à transmettre les moyens de reconstruire chacun de leur environnement afin de faciliter la reproductibilité des archives. En ce sens, penser les formats en fonction des usages futurs et non des contraintes de stockage ou de calcul est un enjeu important. De même, l'interopérabilité des données est un enjeu pour leur réutilisation à grande échelle et doit probablement reposer sur des schémas partagés plutôt que sur des référentiels partagés. Le développement des actions de recherche participatives permet d'envisager la participation des usagers à la chaîne de patrimonialisation comme une solution possible face au très important flux de données à traiter, voire même comme un des guides pour le *tri*.

cès libre ? Quelles sont les limites des outils actuels d'analyse ? Comment anticiper la patrimonialisation et ne pas être contraint à ne considérer uniquement ce qui résiste au temps ? Sous quel format développer les démarches participatives ? Existe-t-il une tension entre données précises et données interopérables ?

Les réponses à ces questions seront trouvées dans un nécessaire partenariat entre les différents acteurs impliqués.

Les débats ont été introduits par deux exposés. Celui d'Emmanuelle Bermès (BNF) sur les archives du web de la BNF a été articulé autour de trois questionnements : quels sont les contenus du web qui peuvent faire source pour les chercheurs et comment sont-ils appréhendés par une bibliothèque comme la BNF pour constituer ses archives ? Quel apport y a-t-il à étudier les archives du web plutôt que le web vivant ? Quelles sont les promesses des nouveaux outils (big data, fouille de texte et de données) pour étudier les corpus d'archives du web ? L'exposé d'Alexandre Gefen (CELLF) a porté sur les problématiques actuelles de l'analyse quantitative pour les corpus textuels, avec un focus sur les usages de data.bnf.fr et de Gallica.



En outre, les technologies de la représentation produisent des effets contradictoires, en particulier l'insuffisance paradoxale de la captation discrète brute (scan 3D) vis-à-vis du relevé analogique raisonné (la main du dessinateur).

Pendant les échanges, les enjeux d'une représentation durable des données, des artefacts, des vestiges ont été exprimés en termes cognitifs et en termes d'usage/s :

- préserver la reproductibilité d'un résultat : *sauver les procédures ayant conduit à l'image plutôt que l'image elle-même* - exemple du cahier de fouille archéologique,
- formaliser et documenter les parcours d'interprétation des données, à l'image de l'astrophysique - où toute connaissance est interprétation d'une représentation : créer des écosystèmes d'annotations pour l'enregistrement du regard du chercheur,
- associer 3D et temporalité pour simuler évolution et dégradation (modèle procédural),
- confronter les procédés techniques (ou leurs traces) aux procédés cognitifs humains.

*Désordre ontologique* (dans les choix faits par les opérateurs) **versus** *myopie numérique des dispositifs* de relevés automatisés : le *mix* humain-numérique est-il un facteur de faiblesse ou une richesse ? *A contrario*, l'exemple de la Caverne du Pont-d'Arc (représentation à l'échelle 1/1 de la grotte Chauvet) montre que de nouveaux contextes (acquisition puis reproduction numériques, ajustements humains et finition artistique) peuvent trouver leur équilibre.

La donnée *en soi* n'existe pas : elle est créée par l'interaction entre un *système* (technologique, fondé sur une normalisation) et un *pilote*, dont l'intervention doit être documentée. La documentation de cette organologie nativement interdisciplinaire doit passer d'une logique de *stock descriptif* (méta-donnée) à une logique de *flux interprétatif* (épi-donnée) : documentation, traces d'un parcours, représentation de controverses, datavisualisation annotées, dialogue interdisciplinaire, temporalité des

opérations et conservation du contexte organologique. L'enjeu ultime est de pouvoir *reproduire* la/les donnée(s) à travers un parcours scientifique (processus, controverses, circularité) dont il s'agit de bâtir et conserver la *mémoire*.

Enfin, le mélange des mondes virtuels et réels permet d'associer les *faits* et le *ressenti* :

- la réalité virtuelle transforme via la captation embarquée, l'expérience humaine en flux de données contextualisées (par exemple, recréer l'ambiance sonore d'une époque),
- l'artiste en médiateur diachronique (aquarelles des ruines de Pompéi projetées sur un modèle photogrammétrique) ou contemporain (re-création des peintures de Chauvet sur le *béton numérique* de sa réplique) permet de *révéler l'invisible*.

Partant de ce constat, la communication de Thierry Crépin-Leblond a fait ressortir deux questions-clés dans le rapport du public à la connaissance et à ses représentations :

- l'autonomie des usages et des points de vue, entre la science et son public, interroge le statut épistémologique implicite de la représentation,
- l'usage de nouveaux outils multimédias conforte et tend à auto-légitimer des modèles fondés sur l'évidence de la preuve visuelle, désormais numérique, le statut de cette image-preuve devant d'autant plus être interrogé qu'elle semble *naturellement* générée par un automatisme.

Ce statut se construit dans les usages *via* des effets de miroir largement autonomes entre la science et son public des représentations se cristallisent socialement (résonance avec les enjeux politiques et sociaux, sur-interprétations touristiques...) et deviennent des mythes, ou sont rendues irréversibles par leur diffusion virale - vérité d'une époque ou d'un détournement volontaire ou accidentel - par le public, La diversité des points de vue distingue et met en porte-à-faux les usages du public et ceux des scientifiques. L'appropriation-in-

terprétation d'une médiation glisse d'un *storytelling* scientifique au *storymaking* par l'utilisateur. Les enjeux de recherche porteront ici sur l'étude des usages : impact du *storytelling* de la médiation versus impact produit sur l'imaginaire par la vérité numérique, le fétichisme du public à ne pas le prendre de front dans la médiation. La discussion ouvre deux pistes d'investigation :

- dédoublement/mise en abîme de *storytellings* alternatifs, pour mettre en scène la notion de controverse scientifique ; multiplier les expériences donc les angles d'observation des usages du public ou mettre en œuvre d'une expérience collective reconstituant les conditions de cette controverse, donc d'une démarche scientifique *zombie*,
- liberté donnée au public d'organiser sa propre expérience (les scientifiques restant en retrait) ; le *hacklab* pourrait être une voie vers l'instauration d'une relation de confiance pérenne dans le dialogue public-scientifiques/institution. D'autres thèmes de recherche complémentaires sont abordés :

- Entre pairs scientifiques comme vis-à-vis du public s'impose la nécessité d'une compréhension naturelle de l'interface-utilisateur (*natural user interface* - NUI) à même de décoder les différents degrés de certitude cohabitants au sein d'une même représentation. Celle-ci n'est ni une vérité, ni un original, ni un imaginaire ; on distinguera : *restauration*, *restitution* et *reconstitution*, trois états dont les fondements scientifiques sont distincts.

- La question de l'*open data* connecte trois dimensions : sociétale, technique et juridique. Si le libre parcours des données est, en théorie, considéré comme légitime, il est encore en pratique mal accepté d'en perdre le contrôle. Un jeu de données doit pourtant être livré avec son contexte complet (« épi-donnée » - cf supra) ; livrer une donnée *brute*, c'est ne rien donner.

- L'ouverture des données permet leur partage, puis l'essor de *biens communs*



*placés hors de toute propriété, publique ou privée.* Mais elle ouvre sur de grands défis : accepter le principe de l'indépendance radicale de contributeurs (Wikipedia, Muséomix...), constitués *de facto* en nouvelles autorités, prendre le risque de la diffusion virale de l'erreur (cf supra), permettre l'émergence de formes de coopération ouvertes entre la science et la société pour résoudre ce conflit d'autorité potentiel.

Faut-il craindre une *ubérisation* de la médiation patrimoniale et scientifique ? La science est déjà un réseau social, le patrimoine ne restera pas en entre soi dans un monde connecté. Expérimenter cette ouverture est un enjeu majeur.

## 2.4 Moyens d'acquisition, d'observation et d'analyse multi-dimensionnelle

**Résumé.** Cette session se concentre sur les méthodes émergentes d'acquisition, d'observation et d'analyse multi-dimensionnelle des objets patrimoniaux dans les domaines de la documentation et de la conservation. On essaiera de mettre en relation l'évolution des technologies d'imagerie scientifique (et le renouvellement que ces technologies introduisent dans les méthodologies d'analyse) avec les avancées les plus récentes en vision artificielle (notamment en matière de reconstruction géométrique, classification et reconnaissance de formes).

**Modérateur :** Livio de Luca (CNRS, Modèles et simulations pour l'Architecture et le Patrimoine).

**Animateurs :** Jean Ponce (Département d'Informatique de l'Ecole Normale Supérieure) ; Jean-Marc Vallet (Centre interdisciplinaire de conservation et restauration du patrimoine).

**Synthèse.** Dans cette session, il s'agissait de mettre en relation l'évolution des technologies d'imagerie scientifique pour l'ob-

servation analytique des objets du patrimoine avec les avancées les plus récentes dans le domaine de la vision artificielle. La présentation de Jean-Marc Vallet (CICRP) a permis de comprendre à quel point l'usage de l'imagerie scientifique, élaborée à partir de différents capteurs (intégrant différents rayonnements dont le visible) est désormais inscrit au sein de modèles opératoires relativement consolidés au niveau des enquêtes d'analyse de l'état de conservation des objets patrimoniaux. Les techniques d'imagerie sont en effet mobilisées en fonction d'études préalables, de formulation d'hypothèses de l'état de conservation qui déterminent l'identification de besoins d'observation, d'analyse et de suivi ainsi qu'une confrontation entre les hypothèses de départ et les résultats de ces analyses. L'objet patrimonial est d'habitude observé en relation à son histoire (création, transformations dans le temps...), son environnement (géologie, climat, polluants...), sa structure (composition, comportement mécanique, observation des surfaces, mesure en profondeur...), ainsi que ses matériaux (analyse de surface et sub-surface, prélèvements, caractérisation...). Le choix des technologies d'acquisition est fait en fonction des besoins d'observation et d'analyse (et des contraintes de terrain) et plus spécifiquement des échelles d'observation, des longueurs spectrales et de l'organisation des analyses (*in situ*, études en laboratoire). La présentation de Jean Ponce (ENS), a été centrée sur le potentiel et les limites de la vision artificielle, au travers d'un état de l'art des progrès significatifs que la communauté scientifique travaillant sur le développement d'algorithmes de traitement automatique d'images et de vision par ordinateur est en train d'accomplir ces dernières années. Cette communauté identifie des défis scientifiques en fonction de la reconnaissance des besoins (parfois formalisés, mais également pressentis) d'une large ensemble d'utilisateurs qui créent et interagissent avec des contenus numériques (images, modèles 3D...) sur les réseaux. Les domaines d'études à fort potentiel d'exploitation (moteurs de recherche

internet, applications militaires, surveillances, cinéma...) sont logiquement privilégiés. Cette communauté construit régulièrement des contextes d'évaluation et de confrontation des progrès scientifiques et technologiques autour de très grands corpus d'images. Des solutions pour la reconstruction de la géométrie des scènes (2D et 3D) atteignent aujourd'hui une certaine maturité (solutions open source & commerciales) en termes de robustesse et de précision géométrique, mais les solutions pour élaborer des représentations 3D **directement utilisables** par les utilisateurs finaux restent encore à améliorer. Concernant les domaines du patrimoine construit, des travaux émergents concernent la reconstruction géométrique des scènes représentées dans les sources iconographiques anciennes (gravures, peintures...) où les questions de la modélisation d'une connaissance a priori de la morphologie de l'objet et de la *compréhension géométrique* des techniques d'élaboration artistique (y compris les questions relatives à l'incertitude) se posent. A côté des solutions pour la reconstruction d'informations géométriques à partir d'images, la vision artificielle progresse à grands pas également sur la reconnaissance visuelle (recherche d'objets et d'images, catégorisation, recherche de catégories...) au travers du développement de méthodes d'apprentissage non supervisées, semi-supervisées et supervisées. Ces méthodes, dont le potentiel est encore peu exploré dans le domaine du patrimoine, nécessitent la constitution de **grands corpus d'objets (2D et/ou 3D)**, ainsi que l'identification de **descripteurs pertinents** (géométrie, texture...) en relation aux familles d'objets et aux finalités d'analyse. La discussion collective a abordé les questions relatives à la session en se focalisant sur quatre aspects complémentaires. Tout d'abord, sur l'intégration de multiples technologies d'acquisition, mises à part les questions de l'interopérabilité des supports d'observation et des formats de données (question plus générale qui a été évoquée quasiment dans chaque session), les principaux verrous à lever pour avancer dans la



fusion et corrélation des acquisitions concernent les besoins *pertinents* de **filtrage** d'informations des données acquises, de **distribution** et d'**analyse spatiale** des phénomènes, puis de leur **suivi temporel**. Il existe en effet un fort besoin de croiser les acquisitions, les niveaux de détails et les échelles de représentation. Ce besoin peut être mis en relation avec le verrou plus général de l'établissement d'un lien, sur le plan spatial et sémantique entre les acquisitions, les observations et les analyses. Deuxièmement, concernant l'analyse, le débat collectif a fait émerger le besoin d'inscrire l'utilisation des supports numériques au sein des processus cognitifs propres aux chercheurs qui produisent des connaissances sur les objets patrimoniaux (archéologues, spécialistes de la conservation...). Ceci signale un verrou portant sur le croisement des aspects qualitatifs (désignation de l'expert, analyse du contexte, diagnostic...) et quantitatifs (analyse morphologique et spatiale...).

Troisièmement, en ce qui concerne la reconstruction géométrique 3D, au vu de la diffusion croissante de méthodes de numérisation 3D au sein des communautés intéressées à la documentation 3D d'objets patrimoniaux, ainsi que de l'hétérogénéité des sources de départ (images, scanners lasers...) et des techniques d'élaboration (solutions ouvertes et fermées), la question de l'évaluation de la qualité métrique de ces données reste à aborder. Une autre question concernant la qualité, réside également dans le niveau d'adéquation de ces représentations par rapport aux besoins d'analyse propres à chaque domaine.

Quatrièmement, concernant le potentiel de la reconnaissance visuelle, s'il est évident que les possibilités de ces techniques restent à explorer dans le domaine de la documentation des patrimoines, un verrou important concerne les stratégies de constitution de corpus (d'images, modèles et d'annotations sémantiques) capables de produire l'effet de masse nécessaire à l'évaluation des algorithmes de classification. Les tendances actuelles de documentation participative (*crowdsourcing*) pourraient probablement

être prises en compte à cette fin. Le verrou de la constitution de corpus devrait également être inscrit au sein d'une réflexion sur les méthodes d'analyse des résultats des algorithmes de catégorisation et de reconnaissance, via l'identification de critères pertinents (formalisés par rapport aux connaissances du domaine) et de protocoles d'évaluation des résultats. Une dernière question concerne les modalités qui permettraient de relier les méthodes de catégorisation et de reconnaissance visuelle avec les métadonnées exprimant la relation entre l'objet et son contexte (en relation aux thématiques de l'atelier 4).

## 2.5 Intégration et enrichissement d'informations pour le suivi et la conservation des objets patrimoniaux

**Résumé.** Au-delà de l'acquisition et de représentation d'un état et d'une facette de l'objet patrimonial, le suivi dans l'espace et dans le temps de cet objet nécessite l'intégration de fragments d'informations et l'enrichissement par des connaissances du domaine et par des informations contextuelles. Ces informations proviennent souvent de sources hétérogènes. Comment intégrer ces fragments d'information ? Comment rehausser leur niveau sémantique ? Comment les inscrire dans l'espace et dans le temps ? En somme, jusqu'où la numérisation peut-elle permettre un suivi précis de l'état de conservation et du contexte des objets patrimoniaux ?

**Modératrice :** Karine Zeitouni (Laboratoire David).

**Animateurs :** Christophe Nicolle (Laboratoire d'électronique, d'informatique et d'image), Jean-Yves Blaise (CNRS, modèles et simulations pour l'architecture et le patrimoine).

**Cadrage thématique :** la production massive de données et de connaissances relatives aux objets patrimoniaux, au sens large, pose de nouveaux défis quant à leur

exploitation effective, leur diffusion et leur valorisation dans et au-delà du domaine des sciences du patrimoine. Selon Christophe Nicolle (LE2I), les difficultés résident essentiellement dans la nature complexe de ces données, leur hétérogénéité sémantique et structurelle, leur éparpillement dans des sources rarement publiées et difficiles d'accès souvent gérées au sein de systèmes fermés. Cette session s'est focalisée sur les problématiques d'intégration et d'enrichissement des informations, dans le but de donner une vision plus complète et contextualisée de l'objet patrimonial. Il s'agit, en particulier, de prendre en compte les dimensions spatiales et temporelles dans la description et le suivi de l'état de l'objet et de son évolution, à l'image de la tenue d'un carnet de santé. Cet aspect a fait l'objet de l'exposé de Jean-Yves Blaise (MAP).

### Positionnement du thème et questionnements.

L'intégration des données et des connaissances est un thème de recherche classique dans les systèmes d'information. Des avancées ont été réalisées pour intégrer des bases de données traditionnelles. Plus récemment, l'intégration des bases de connaissances a fait l'objet de nombreux travaux, principalement dans le domaine du web sémantique et du web des données.

Si les outils du web sémantique ont été appliqués avec succès à l'archivage et la publication de certaines sources documentaires, beaucoup reste à faire pour représenter d'autres sources numériques complexes et hétérogènes relatives au patrimoine, pour l'alignement et pour en assurer la qualité. L'intégration et l'interopérabilité sont à l'origine des travaux de normalisation. C'est le cas de CIDOC-CRM ([cidoc-crm.org](http://cidoc-crm.org)), norme ISO consacrée aux données du patrimoine. Néanmoins, elle est peu connue et peu appliquée actuellement. Une des raisons à cela est le manque de méthodes et d'outils d'aide au raisonnement sur de telles données.

Christophe Nicolle souligne qu'hormis la difficulté d'interopérabilité le patrimoine est, par sa nature même, polymorphe. En effet, sa perception diffère selon l'usage et



l'utilisateur et l'état des connaissances. De plus, la représentation en machine d'un objet matériel (malgré les progrès comme ceux de la vision artificielle) a des limites et est souvent en décalage avec ce qui fait sens pour l'humain.

Pour Jean-Yves Blaise, les données patrimoniales comportent une dimension spatiale et une dimension temporelle. Ces caractéristiques sont essentielles à la compréhension des relations entre objets et des interactions avec l'environnement de l'objet et son époque. Une des questions soulevées dans cette session est la représentation graphique du temps, son intégration à la représentation de l'espace et l'exploration visuelle multidimensionnelle des données. Quels instruments (méthodologiques, techniques et conceptuels) faudrait-il mettre en œuvre pour mieux prendre en compte le temps et l'espace ? Comment traiter l'incertitude et concilier les différentes échelles ?

**Pistes de recherche.** Tout comme la numérisation, l'intégration et l'enrichissement des données du patrimoine soulève la question de la sélection des représentations numériques à considérer et à préserver. Doit-on tout relier et tout conserver (données brutes produites par les instruments de numérisation, données intermédiaires du processus de traitement, résultat final) ou au contraire faire le tri ? La volumétrie des données devient vite un problème insurmontable, qu'il convient de traiter avec des solutions de *big data*.

Une autre piste de recherche est relative à la qualité des données et du processus lié. Un des problèmes réside par exemple dans l'identification des sources et la maintenance des références internes ou externes à des ressources sémantiques. Plus généralement, les normes de qualité n'intègrent pas les spécificités des sources de données du patrimoine et des processus de traitement et d'intégration de ces données : elles devraient être revisitées. Il s'agit en particulier, de la qualification de données produites par des processus nouveaux comme le *crowdsourcing*.

La question de l'accès aux données et de leur disponibilité pour la recherche a été également soulevée. Les difficultés d'accès se situent à deux niveaux : au niveau technique, pour rendre les données accessibles et au niveau de la propriété intellectuelle, sur les objets numériques. La directive européenne en préparation sur l'ouverture des données pourrait-elle changer la donne ? Enfin, l'atelier a mis en évidence le besoin d'interdisciplinarité dans la recherche et au niveau des formations actuellement proposées, afin de développer des interfaces entre les différents domaines et métiers du patrimoine et du numérique. Des besoins en recherche se développent et des perspectives professionnelles s'ouvrent de plus en plus.

### 3 INTERSECTIONS DISCIPLINAIRES

L'atelier a été avant tout l'occasion d'identifier les problèmes d'interfaçages disciplinaires inhérents afin de rendre possible la mise en œuvre d'actions communes, exploratoires, interdisciplinaires autour des verrous identifiés (paragraphe 3.1). Chaque session a pu identifier quelques sujets susceptibles d'être abordés à travers certains outils déjà mis en œuvre par la MI (voir § 3.2). Une thématique transversale a été également identifiée (voir § 3.3). Enfin, l'atelier a aussi permis de proposer quelques d'actions indispensables pour agréger et structurer progressivement une communauté interdisciplinaire désireuse d'œuvrer dans le domaine (voir § 3.4).

#### 3.1 Problèmes d'interfaçage

Au-delà de l'enthousiasme et de la volonté des personnes à s'impliquer activement dans des initiatives d'avenir, des problèmes d'interfaçage, typiques des milieux pluridisciplinaires/interdisciplinaires, doivent être pris en compte pour permettre de construire un contexte favorable à l'évolution collective.

Les chercheurs impliqués dans ce domaine proviennent tous d'horizons différents, avec une forte hétérogénéité d'approches et de coutumes en matière de définition des problématiques scientifiques, de méthodes de travail, de temps d'exploration et de publication des travaux de recherche, ainsi que de priorités. En guise d'exemple, en SHS la connaissance des objets patrimoniaux est l'objet de recherche, tandis qu'en informatique le patrimoine reste un domaine d'investigation parmi d'autres. En SHS, l'étude d'un seul objet nécessite généralement la définition d'une méthodologie spécifique - harmonisant des outils et des techniques en fonction d'un objectif de connaissance. En informatique en revanche on s'oriente généralement vers l'élaboration de ma-



chines performantes capables de faire face à une gamme de besoins et de contextes d'usages. Pour les spécialistes du patrimoine, la difficulté à formaliser certains besoins vient également du fait de méconnaître, comprendre et projeter le potentiel des nouveaux instruments. On constate un manque général de culture technologique et numérique. Il y a donc un grand besoin de maïeutique des champs de connaissances. Ce travail d'auto-connaissance passe par l'établissement d'un dialogue équilibré autour des questions et des thèmes qui doivent être progressivement identifiés.

### 3.2 Sujets potentiels pour des projets interdisciplinaires

Les discussions menées dans le cadre de l'atelier ont permis d'identifier un certain nombre de thématiques susceptibles d'être abordées par des projets collaboratifs. Des recouvrements thématiques permettent d'ores et déjà d'inscrire certaines questions, spécifiques au domaine, au sein de certaines des actions portées par la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS.

► **Le défi MASTODONS (Grandes masses de données scientifiques)** pourrait être un cadre pour la proposition de projets sur les thématiques relatives à la transmission des connaissances, aux patrimoines numériques et à l'intégration d'informations : **Session 1** : Qu'est-ce qui fait le patrimoine numérique ? Comment le reconnaître, comment l'**indexer**, comment l'**analyser**, comment l'**archiver** ?

**Session 2** : Comment décrire le **processus de production** des données - en y incluant la signification (et donc l'interprétation) que l'on peut donner à la **donnée** ?

**Session 4** : Comment **justifier/qualifier l'intégration** de données hétérogènes ? Juger la **qualité** de sources et juger la qualité de la manière de les intégrer ?

► **Le défi Imag'In (Imagerie scientifique)** pourrait être un cadre pour proposer des projets sur les questions relatives aux moyens d'observation et d'analyse :

Comment créer des nouveaux moyens d'observation capables d'emboîter de façon pertinente des **données**, des **informations** et des **connaissances** ? Comment arriver à l'élaboration de **représentations** numériques immédiatement **intelligibles** ?

► **Le défi instrumentation aux limites** pourrait accueillir des projets sur la portabilité des instruments et sur l'exploitation des investigations instrumentées aux limites...

Rappelons aussi que certaines actions exploratoires portant sur les Humanités numériques, le(s) **PEPS HuMaln** ont connu un très grand succès (2013, 2014, 2015) et ont permis d'initier d'importants travaux.

### 3.3 Une thématique transversale identifiée

Une thématique transversale aux sessions est certainement **la prise en compte de la dimension temporelle des objets patrimoniaux**.

La session sur le patrimoine nativement numérique (session 1) a clairement soulevé la difficulté à **patrimonialiser** ces objets **born digital** dont on maîtrise peu les limites en temps et en espace (déplacement d'activité **le long** des réseaux sociaux, importance de l'interaction, **transformation du sens dans le temps...**) ⇔ il s'agit en effet d'imaginer des stratégies pour archiver, analyser et présenter des **flux**.

La session sur la représentation et transmission des connaissances (session 2), a évoqué la question de la construction d'une mémoire des processus. Il s'agit de tracer les **parcours** de la connaissance, en mettant en place des dispositifs de représentation de **phénomènes dynamiques**.

La session sur les moyens d'observation et d'analyse (session 3) a également souligné

l'importance d'identifier des solutions pour relier de façon conceptuelle et informatique la distribution spatiale des phénomènes observés avec leur **suivi temporel**.

Enfin, la session sur l'intégration de sources hétérogènes (session 4) indique clairement le besoin de maîtriser la dimension temporelle pour comprendre la relation entre les objets (matériels, conceptuels...).

Cet enjeu fortement transversal et interdisciplinaire pourrait permettre d'étudier le(s) façon(s) de modéliser, représenter et raisonner avec le paramètre **temps**. Cette question pourrait être déclinée sous différentes facettes (en fonction des contextes d'application) et stimuler l'établissement de nombreuses passerelles interdisciplinaires.

- *Collecter la donnée temporelle : quelles pratiques à venir, quelle appréciation de fiabilité, quelle durabilité ?*
- *Comment traiter (sans altérer) la donnée temporelle ?*
- *La dimension temporelle, quels facteurs d'incertitude ?*
- *Modélisation du paramètre temps: quels besoins ?*
- *Comment représenter et raisonner le paramètre temps ?*

### 3.4 Quelques pistes d'actions

La construction d'interfaces disciplinaires nécessite avant tout d'intégrer la maïeutique des champs de connaissances. Sur le court terme, la démarche peut consister, à travers l'organisation d'ateliers thématiques, à échanger et expérimenter de méthodes de travail collaboratif autour d'un objet commun ; sur le moyen terme, par la proposition d'une initiative partagée entre le CNRS et le MCC visant à identifier et à soutenir des projets interdisciplinaires pourrait être envisagée ; à plus long terme, le montage de réseaux multipartenaires ou même d'un GdR – Groupement de recherche pourrait être envisagé. Il faudrait également favoriser la formation de profils hybrides (notamment des ingénieurs de recherche, ou des chercheurs) qui pourraient renforcer les tra-



voux à l'interface des champs disciplinaires.

Ainsi l'atelier *patrimonialisation du numérique & numérisation du patrimoine* a également identifié quelques outils et dispositifs :

- Organiser après l'identification d'un pilote scientifique et en partenariat avec le MCC, dès le 2<sup>e</sup> semestre 2016 un atelier autour d'un objet d'étude pour croiser les regards ; poursuivre sur les trois ans à venir l'expérience autour de nouveaux objets.
- Proposer une école thématique.
- Proposer une Action Nationale de Formation (ANF).
- Utiliser les initiatives existantes à la MI pour favoriser des propositions collaboratives.
- Proposer une action exploratoire de type PEPS autour de la question transversale identifiée en essayant de la décliner sur d'autres champs d'intérêt (sciences écologiques, modélisation, philosophie...).
- Envisager la création d'un GdR (Groupement de Recherche).
- Proposer au sein de master et d'écoles doctorales des formations hybrides.

Les démarches de structuration devraient pouvoir se formaliser à partir du second semestre 2016 par l'exploitation des pistes identifiées. Dans certains cas, en proposant la mise en œuvre de quelques groupes de travail (ateliers en groupe limité afin de mûrir un projet de recherche autour d'une question) et dans d'autres cas le lancement d'actions de recherche proprement dites (via un appel à projets ou autour d'un consortium identifié). Les contributeurs sont d'ores et déjà invités à identifier les questions, à proposer des noyaux de travail (qui pourraient être enrichis grâce à la diffusion de l'action) pour déterminer le cadre de ces développements (cf. chapitre 3.4).

## ANNEXE 1

### Inventaire partiel portant sur les initiatives et programmes connus des participants

- Intelligence des patrimoines (<https://www.intelligencedespatrimoires.fr/>). Soutien Région Centre-Val de Loire.
- GdR MAGIS - Méthodes et applications pour la géomatique et l'information Spatiale (<http://gdr-magis.imag.fr/>). Ce GdR rassemble surtout des informaticiens et des géographes ainsi que d'autres disciplines SHS. Il réunit la communauté géomatique française qui travaille autour de recherches thématiques et méthodologiques.
- Le réseau inter-MSH ISA Information Spatiale et Archéologie (<http://isa.univ-tours.fr/>) qui regroupe principalement des archéologues et des géographes autour du traitement et de l'analyse de l'information spatiale pour l'étude des sociétés du passé. Il a donné lieu au RTP puis au GdR MoDyS.
- GdR MoDyS - Modélisation des Dynamiques Spatiales (<http://modys.univ-tours.fr/>). Par rapport à l'action *supra*, ce GdR a une ouverture disciplinaire beaucoup plus large.
- Le réseau CAI-RN - Compétences Archéométriques Interdisciplinaires-Réseau National (<http://archeometrie.cnrs.fr/>) du CNRS. Les collaborations en cours entre le réseau CAI-RN et le réseau ISA (mentionné précédemment) donneront lieu à des journées de recherche communes en France ainsi qu'à des actions internationales communes.
- Le consortium MASA - Mémoires des Archéologues et des Sites Archéologiques (<http://masa.hypotheses.org/>), labellisé par la TGIR Huma-Num (<http://www.huma-num.fr/>), travaille sur la numérisation, l'archivage, la diffusion et l'interopérabilité des archives de fouilles. Les chercheurs de ce réseaux et des laboratoires qui y contribuent se retrouvent dans de

nombreux programmes interdisciplinaires comme par exemple, les ANR ModelEspace (<http://modelespace.univ-tlse2.fr/>) ou TransMonDyn (<http://www.transmondyn.parisgeo.cnrs.fr/>).

- LabexMed : les sciences humaines et sociales au cœur de l'interdisciplinarité (<http://labexmed.mmsh.univ-aix.fr/Pages/home.aspx>). Il fédère 16 UMR d'Aix Marseille, l'Institut de Recherches en Architecture Antique et le Centre Camille Julian. Il a été lauréat d'un projet Amorce intitulé **Over the cloud : des nuages 3D à la restitution** (N. André, A. Badie, J.-J. Malmay et St. Zugmeyer - architectes-archéologues à l'IRAA). Il s'adresse à la communauté archéologique et tout particulièrement aux spécialistes d'architecture antique. Il poursuit une réflexion initiée entre 2010 et 2013 dans le cadre d'un précédent projet ANR - Ornementation Architecturale des Gaules (<http://media-med.mmsh.univ-aix.fr/chaines/iraa/>). Il se demande pourquoi les outils numériques regroupés et confondus sous le nom-valise et ambigu de « 3D » n'ont pas encore apporté, en terme de publications scientifiques monographiques ou synthétiques consacrées à l'architecture antique, autant qu'ils l'ont fait dans le champ de la valorisation et de la communication patrimoniale.
- Fiat-Lux : Fusion d'ImAgerie et suivi Temporel pour L'étude de peintures à géométrie complexe (projet interdisciplinaire CNRS Défi Imag'In ; 2015-2017 ; coord. : J.-M. Vallet et L. de Luca).
- Monumentum : MODélisation NUMérique et gestion de données pour la coNServation des structures Maçonnes (ANR Contenus et Interactions ; 2013-2017 ; coord. : L. de Luca).
- Tangible : Technologies and tools for the beneficial diagnosis and preservation of TANGIBLE cultural heritage (JPI - JHEP JOINT PILOT TRANSNATIONAL CALL for Joint Research Projects on Cultural Heritage ; durée : 2 ans ; coord. : S. Stylianidis)
- IPat-Programme Intelligence des Patrimoines du CESR de Tours : [www.intelligencedespatrimoires.fr](http://www.intelligencedespatrimoires.fr).



Consulter le flyer (<http://exotic.univ-tours.fr/e9rt8k>) ainsi que les présentations IPAT (du 5/11/2015 et 12/11/2015) : <http://exotic.univ-tours.fr/2lf4>. D'autres sites associés à IPat : <http://www.marignan2015.fr> ; <http://francois1er.univ-tours.fr> ; <http://cubiculum-musicae.univ-tours.fr> ; <http://rihvage.univ-tours.fr>

• La Fédération de recherche Agorantic « culture, patrimoines, sociétés numériques » - [agorantic@univ-avignon.fr](mailto:agorantic@univ-avignon.fr) réunit le CNRS, l'université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, adopte une démarche interdisciplinaire (en particulier SHS et Sciences de l'information) afin d'étudier les enjeux induits par les innovations du numérique (web, réseaux sociaux) et de l'informatique (algorithmes, moteurs de recommandation, codes, supports techniques) dans les mondes de la culture et des patrimoines (festivals, cinéma, musique, séries, musées, monuments, expositions) et les territoires contemporains (ville, paysage, parcs, quartiers, protection des patrimoines et des sites). Contact : [marie-sylvie.poli@univ-avignon.fr](mailto:marie-sylvie.poli@univ-avignon.fr)

• Projet OTMedia (Observatoire TransMedia) : prototype de plateforme logicielle permettant la collecte, le traitement, la recherche et l'analyse transmodale de flux d'information provenant de la télévision, de la radio, du web, de la presse, de l'AFP et de Twitter (approche Big data) ; Projet Corpus+ : ouverture aux laboratoires publics, privés, PME innovantes, startups et spinoffs, d'un accès facilité aux données et aux outils de l'INA qui met à disposition à des fins de recherche, un corpus constitué d'un grand nombre de documents audiovisuels. Cet ensemble de référence permettrait aux chercheurs d'expérimenter de nouvelles approches technologiques ; Espace recherche INA (<http://recherche.ina.fr>) : Diginpix (<http://diginpix.ina.fr>) recherche et découverte rapide d'objets visuels dans de grandes bases d'images (logos, bâtiments, œuvres d'art) ; Syncnote (<http://syncnote.ina.fr>) : chantier visant à expérimenter l'utilisation de technologies automatiques (transcription de la parole, analyse d'image, analyse audio) pour assister les

tâches de documentation appliquées au patrimoine audiovisuel (segmentation temporelle des contenus, identification de séquences, rapprochement des notices documentaires, etc.) ;

• Qualinca (Qualité et interopérabilité de grands catalogues documentaires) : projet ANR qui vise à qualifier le niveau de qualité d'une base documentaire existante, d'améliorer le niveau de qualité d'une base, de maintenir un niveau de qualité donné en contrôlant les opérations de mises à jour de ces bases, et d'exploiter ces bases en prenant en compte leur divers niveaux de qualité ;

• Campus AAR (Campus « Archives Audiovisuelles de la Recherche ») : projet ANR de développement du démonstrateur d'un environnement numérique pour la production, la description/indexation et la publication d'archives audiovisuelles, dans le domaine d'application des humanités numériques.

**ANNEXE 2****Participants**

<b>PRÉNOM</b>	<b>NOM</b>	<b>COORDONNÉES MAIL</b>
Marie Françoise	<b>Andrée</b>	Marie-Francoise.ANDRE@cnrs-dir.fr
Lala	<b>Ayache</b>	l.ayache@bibracte.fr
Alain	<b>Badie</b>	badie@mmsh.univ-aix.fr
Jean-Angelo	<b>Beraldin</b>	Jean-Angelo.Beraldin@nrc-cnrc.gc.ca
Emmanuelle	<b>Bermes</b>	emmanuelle.bermes@bnf.fr
Jean-Yves	<b>Blaise</b>	jean-yves.blaise@map.cnrs.fr
Luc	<b>Bouiller</b>	luc.bouiller@culture.gouv.fr
Amelie	<b>Bouxin</b>	
Stéphanie	<b>Celle</b>	stephanie.celle@culture.gouv.fr
Thierry	<b>Crépin-Leblond</b>	thierry.crepin-leblond@culture.gouv.fr
Livio	<b>De Luca</b>	livio.deluca@map.cnrs.fr
Hélène	<b>Dessales</b>	helene.dessales@ens.fr
Helena	<b>Devillers</b>	helena.devillers@cnrs-dir.fr
David	<b>Fiala</b>	david.fiala@univ-tours.fr
Alexandre	<b>Gefen</b>	alexandre.gefen@gmail.com
Matthieu	<b>Ghilardi</b>	ghilardi@cerege.fr
David	<b>Giovannacci</b>	david.giovannacci@culture.gouv.fr
Jean-Pierre	<b>Girard</b>	jean-pierre.girard@mom.fr
Michel	<b>Jordan</b>	jordan@ensea.fr
Bertrand	<b>Jouve</b>	bertrand.jouve@cnrs-dir.fr
Zoubida	<b>Kedad</b>	zoubida.kedad@uvsq.fr
Nicolas	<b>Larousse</b>	nicolas.larousse@huma-num.fr
Marie Claire	<b>Le Bourdelles</b>	Marie-Claire.LeBourdelles@louvre.fr
Edwige	<b>Lelivre</b>	Edwige.lelievre@gmail.com
Françoise	<b>Lemaire</b>	Francoise.Lemaire@culture.gouv.fr,
Françoise	<b>Le-Mort</b>	francoise.le-mort@mom.fr
Rosine	<b>Lheureux</b>	rosine.lheureux@culture.gouv.fr
Pascal	<b>Lievaux</b>	pascal.lievaux@culture.gouv.fr
Claude	<b>Mussou</b>	cmussou@ina.fr
Christophe	<b>Nicolle</b>	cnicolle@u-bourgogne.fr
Isabelle	<b>Pallot-Frossard</b>	isabelle.pallot-frossard@culture.gouv.fr
David	<b>Picard</b>	david.picard@ensea.fr
Marc	<b>Pierrot-Desseilligny</b>	marc.pierrot-deseilligny@ensg.eu
Geneviève	<b>Pinçon</b>	genevieve.pincon@culture.gouv.fr
Marie-Sylvie	<b>Poli</b>	marie-sylvie.poli@univ-avignon.fr
Jean	<b>Ponce</b>	Jean.Ponce@ens.fr
Vincent	<b>Puig</b>	vincent.puig@centrepompidou.fr
Xavier	<b>Rodier</b>	xavier.rodier@univ-tours.fr
Juliette	<b>Testard</b>	juliette.testard@univ-paris1.fr
Jean-Marc	<b>Vallet</b>	jean-marc.vallet@cicrp.fr
Dan	<b>Vodislav</b>	dan.vodislav@u-cergy.fr
Karine	<b>Zeitouni</b>	Karine.Zeitouni@uvsq.fr



## ANNEXE 3

### Programme de l'atelier interdisciplinaire

#### PATRIMONIALISATION DU NUMÉRIQUE ET NUMÉRISATION DU PATRIMOINE : REGARDS CROISÉS

Vendredi

13 novembre 2015

9h30

ACCUEIL

9h45 - 10h45

#### INTRODUCTION

##### Le paysage du patrimoine culturel : objets de connaissance, attentes

A partir du témoignage de professionnels intervenant dans les différents champs patrimoniaux, cette table ronde introductive a pour ambition d'envisager synthétiquement les conséquences de l'irruption des technologies numériques dans le champ patrimonial ainsi que les principales perspectives qu'elle ouvre pour l'identification, la connaissance, la conservation-restauration et la médiation du patrimoine. Il s'agira aussi de considérer la place et le rôle des acteurs du patrimoine dans la recherche, depuis l'élaboration des programmes jusqu'à l'application des résultats.

**Modérateur :** Pascal Liévaux, chef du département du pilotage de la recherche et de la politique scientifique, Ministère de la Culture

**Intervenants :** Geneviève Pinçon (directrice du Centre National de la Préhistoire), Isabelle Pallot-Frossard (directrice du Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France), Stéphanie Celle (Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques), Marie Claire Le Bourdelles (Musée du Louvre) et Françoise Lemaire (Archives Nationales).

10h45 - 11h45

#### SESSION 1

##### Nouveaux patrimoines (born digital) : production, indexation, archivage et analyse

Le numérique a entraîné la création de nouveaux « objets » immatériels qui constituent la réalité culturelle des nouvelles générations. Comment le numérique transforme la question du patrimoine (patrimoine numérique) ? Qu'est-ce qui fait patrimoine ? Quels enjeux ? Comment se pose la question de l'archivage ?

**Modérateur :** Bertrand Jouve

**Animateurs :** Emmanuelle Bermes (BNF) et Alexandre Gefen (CELLF)



11 h 45 - 12 h 15

PAUSE

12 h 15 - 13 h 15

## SESSION 2

### Représentation et transmission des connaissances

L'essor des technologies 3D permet aujourd'hui non seulement de reconstituer les monuments ou objets du patrimoine partiellement conservés, à des fins de recherche, mais augmente aussi considérablement les possibilités de diffusion des connaissances autour des patrimoines, de quelque nature qu'ils soient. Il s'agira de dégager, à partir de l'analyse de la variété des dispositifs existants et de l'évaluation de leur impact, de nouvelles orientations de recherche.

**Modérateurs :** Jean-Pierre Girard (MOM) et Françoise Le Mort

**Animateurs :** Hélène Dessales, ENS Ulm, Thierry Crépin-Leblond, Musée national de la Renaissance, Rouen.

13 h 15 - 14 h 15

DÉJEUNER

14 h 15 - 15 h 15

## SESSION 3

### Moyens d'acquisition, d'observation et d'analyse multi-dimensionnelle

Cette session se concentre sur les méthodes émergentes d'acquisition, d'observation et d'analyse multi-dimensionnelle des objets patrimoniaux dans les domaines de la documentation et de la conservation. On essaiera de mettre en relation l'évolution des technologies d'imagerie scientifique (et le renouvellement que ces technologies introduisent dans les méthodologies d'analyse) avec les avancées les plus récentes en vision artificielle (notamment en matière de reconstruction géométrique, classification et reconnaissance de formes).

**Modérateur :** Livio de Luca (MAP)

**Animateurs :** Jean Ponce (ENS) Jean-Marc Vallet (CICRP)

15 h 15 - 16 h 15

## SESSION 4

### Intégration et enrichissement d'informations pour le suivi et la conservation des objets patrimoniaux

Au-delà de l'acquisition et de représentation d'un état et d'une facette de l'objet patrimonial, le suivi dans l'espace et dans le temps de cet objet nécessite l'intégration de fragments d'informations et l'enrichissement par des connaissances du domaine et par des informations contextuelles. Ces informations proviennent souvent de sources hétérogènes. Comment intégrer ces fragments d'information ? Comment rehausser leur niveau sémantique ? Comment les inscrire dans l'espace et dans le temps ? En somme, jusqu'où la numérisation peut-elle permettre un suivi précis de l'état de conservation et du contexte des objets patrimoniaux ?

**Modératrice :** Karine Zeitouni (Laboratoire David)

**Animateurs :** Christophe Nicolle (LE2I), Jean-Yves Blaise (MAP)



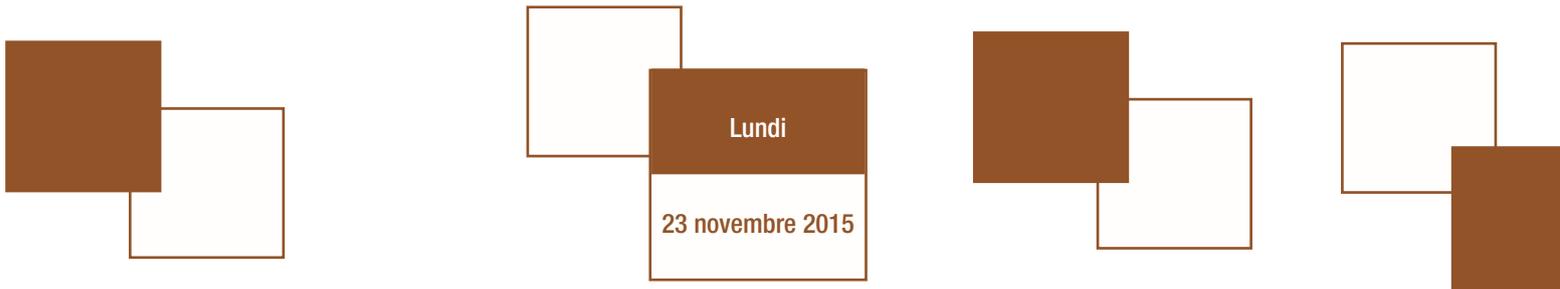
16h15 - 16h30

PAUSE

16h30 - 17h30

**SYNTHÈSE**

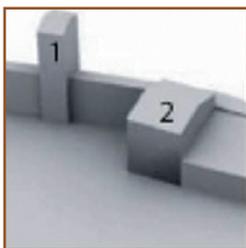
des discussions et préparation de la journée du 23 novembre



Discussion générale du GT et préparation d'un document de synthèse (avec mention des personnes impliquées) :

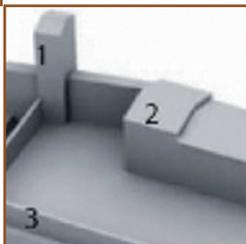
**actions de recherche interdisciplinaires :  
expression des besoins et pistes**

*Cet atelier a eu lieu au CNRS, campus Michel-Ange, Paris 16<sup>e</sup>*



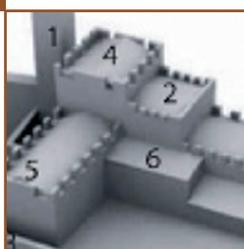
Révision des textes :  
Juliette Testard

Coordination éditoriale :  
Helena Devillers



Conception graphique,  
mise en page :  
William Langlois

CNRS, campus Gérard-Mégie  
3, rue Michel-Ange - 75016 Paris



Impression :  
Service technique  
et logistique, secteur  
de l'imprimé

© CNRS 2016

