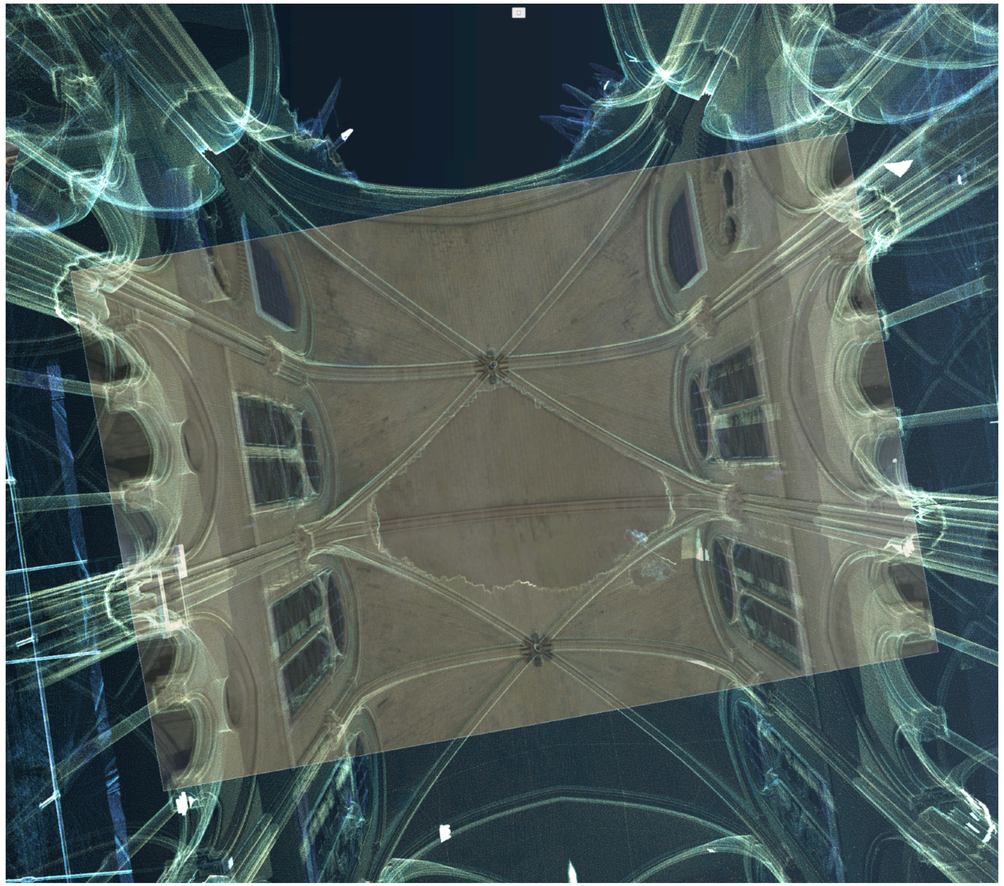


Le patrimoine éphémère à l'ère du numérique : a-t-il le droit de cité ?

Cycle « Charte de Venise en question(s) »
Cité de l'architecture et du patrimoine, 13 avril 2026

Livio De Luca, Centre national de la recherche scientifique, MAP

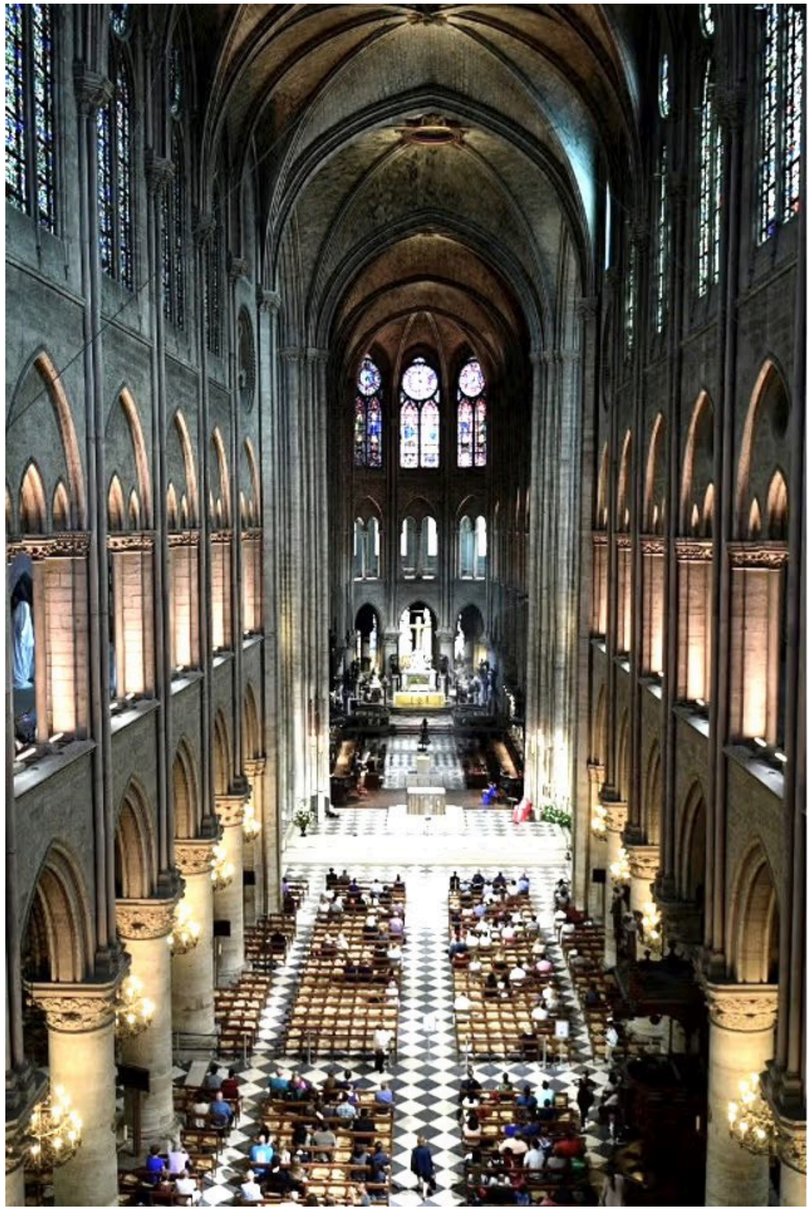
CITÉ ARCHITECTURE & PATRIMOINE











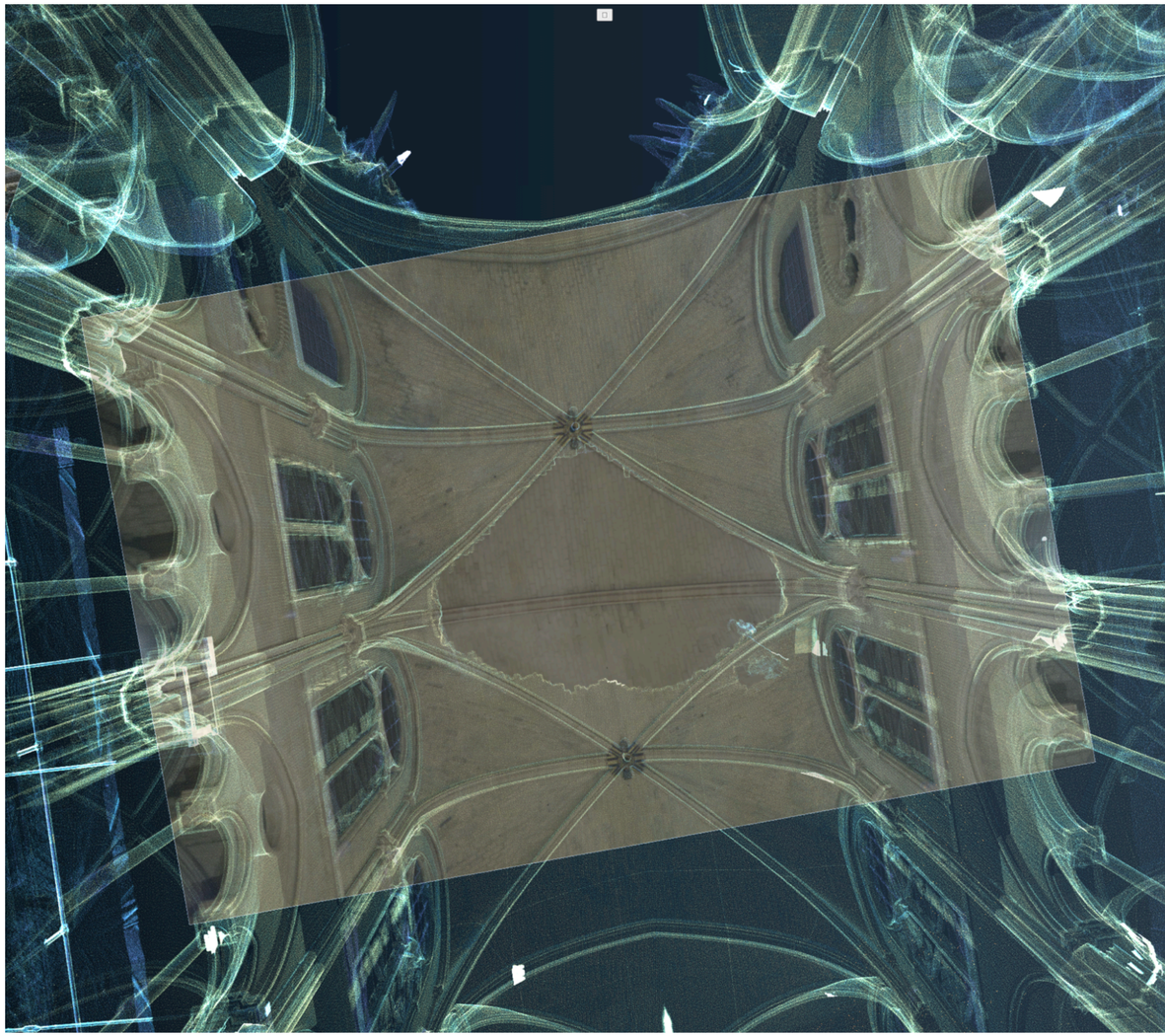




Introduction

Patrimoine éphémère à l'ère du numérique

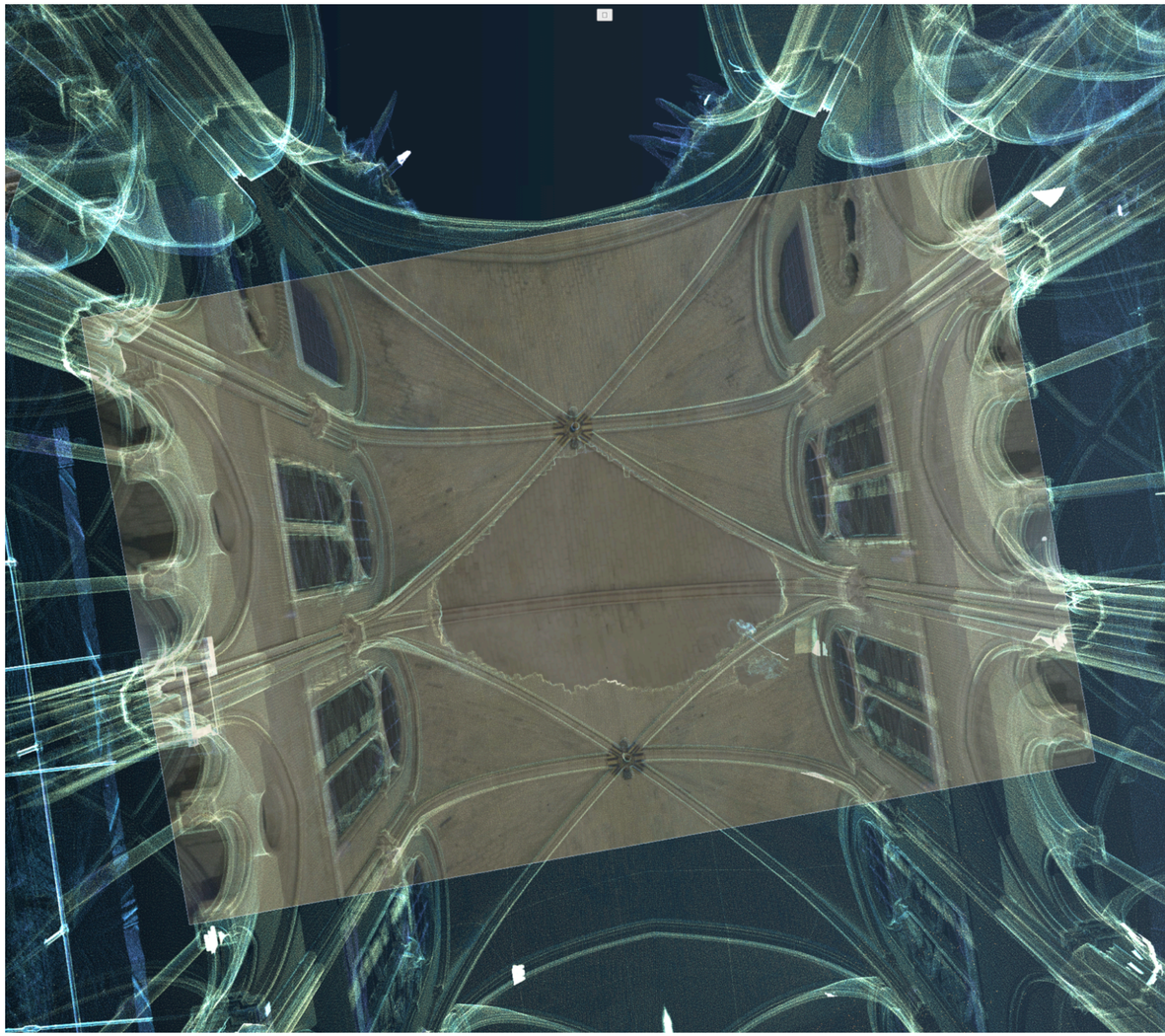
- Questions fondamentales : conserver, intervenir, être fidèle
- Un socle théorique solide : authenticité, restauration, mémoire
- Le cadre se transforme : production, représentation, interprétation
- Passage d'un rapport direct à l'objet
  → à un rapport médié par des modèles
- Le numérique ne change pas seulement les outils
  → il transforme les conditions du savoir



Introduction

Cadre classique

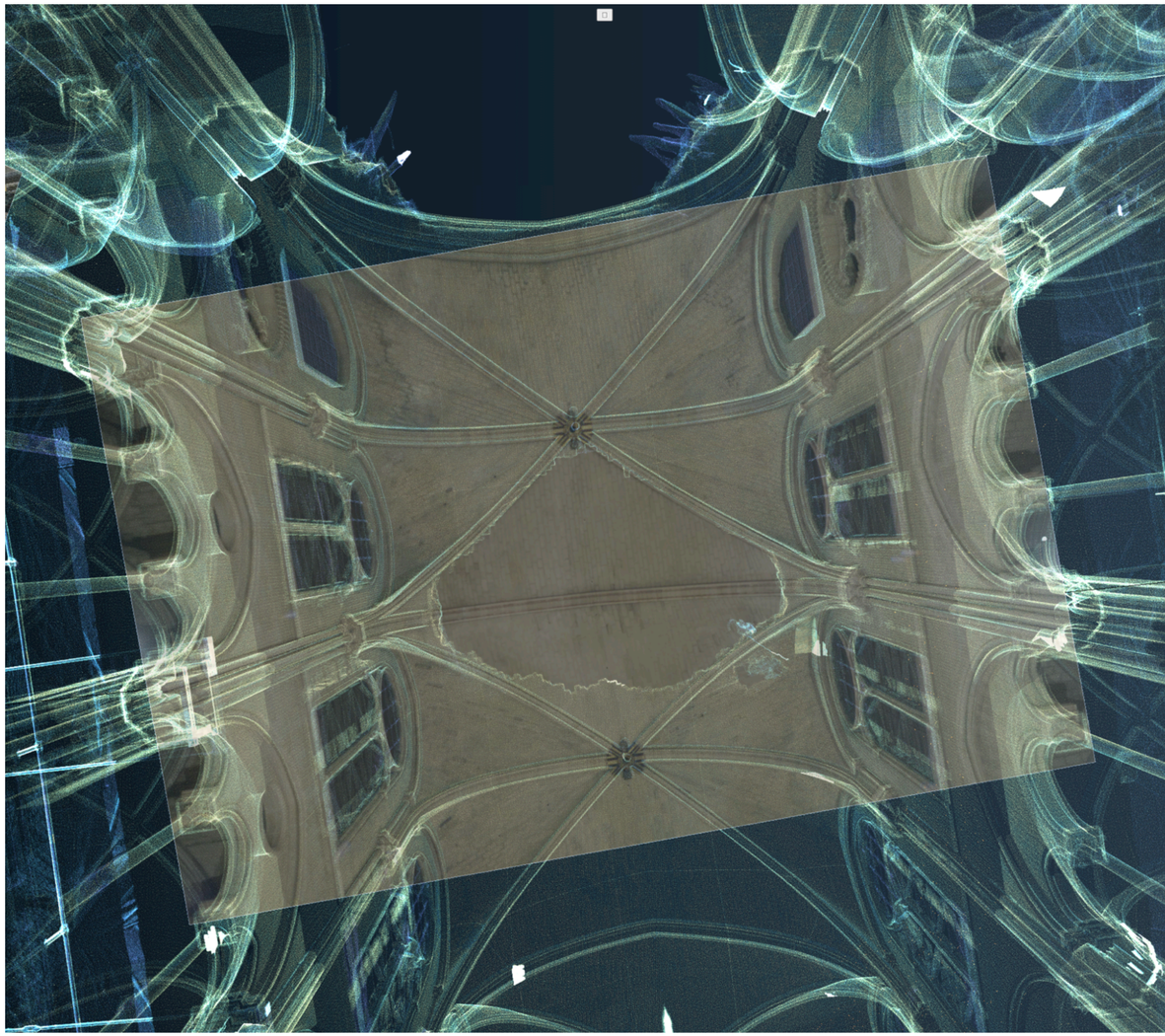
- Le patrimoine pensé comme : → objet stable, matériel, unique
- Un cadre structurant → doctrines, méthodes, institutions
- Fondé sur une hypothèse implicite → rareté et non-duplicabilité
- Une unicité qui fonde la valeur
  → original vs copie, matière vs reproduction
- Le numérique transforme cette condition
  → duplication, circulation, transformation
- L'unicité devient une question → et non plus une évidence



Introduction

Repenser l'authenticité

- Qu'est-ce qu'un patrimoine authentique ?
- Objet original ? état conservé ? trace fidèle ?
- Ou ensemble d'interprétations et de connaissances ?
- Le numérique ne montre pas seulement
  → il compare, superpose, met en débat
- Il rend visibles incertitudes, désaccords, lectures concurrentes



L'authenticité ne se donne plus comme une évidence – elle se construit dans la confrontation des interprétations

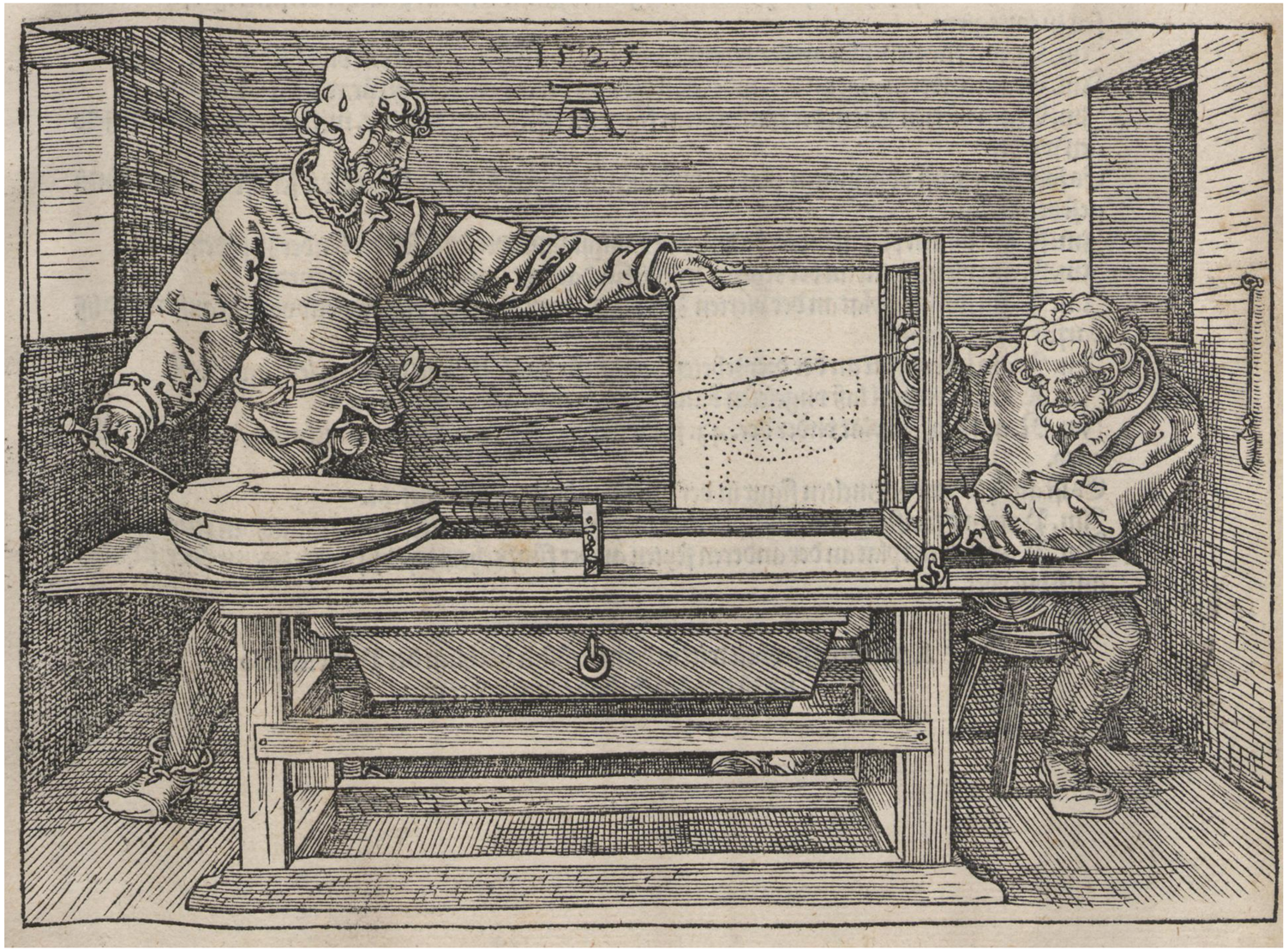
Rupture technologique ou continuité logique?

Rupture technologique ou continuité logique?

Interroger les savoirs avant les outils

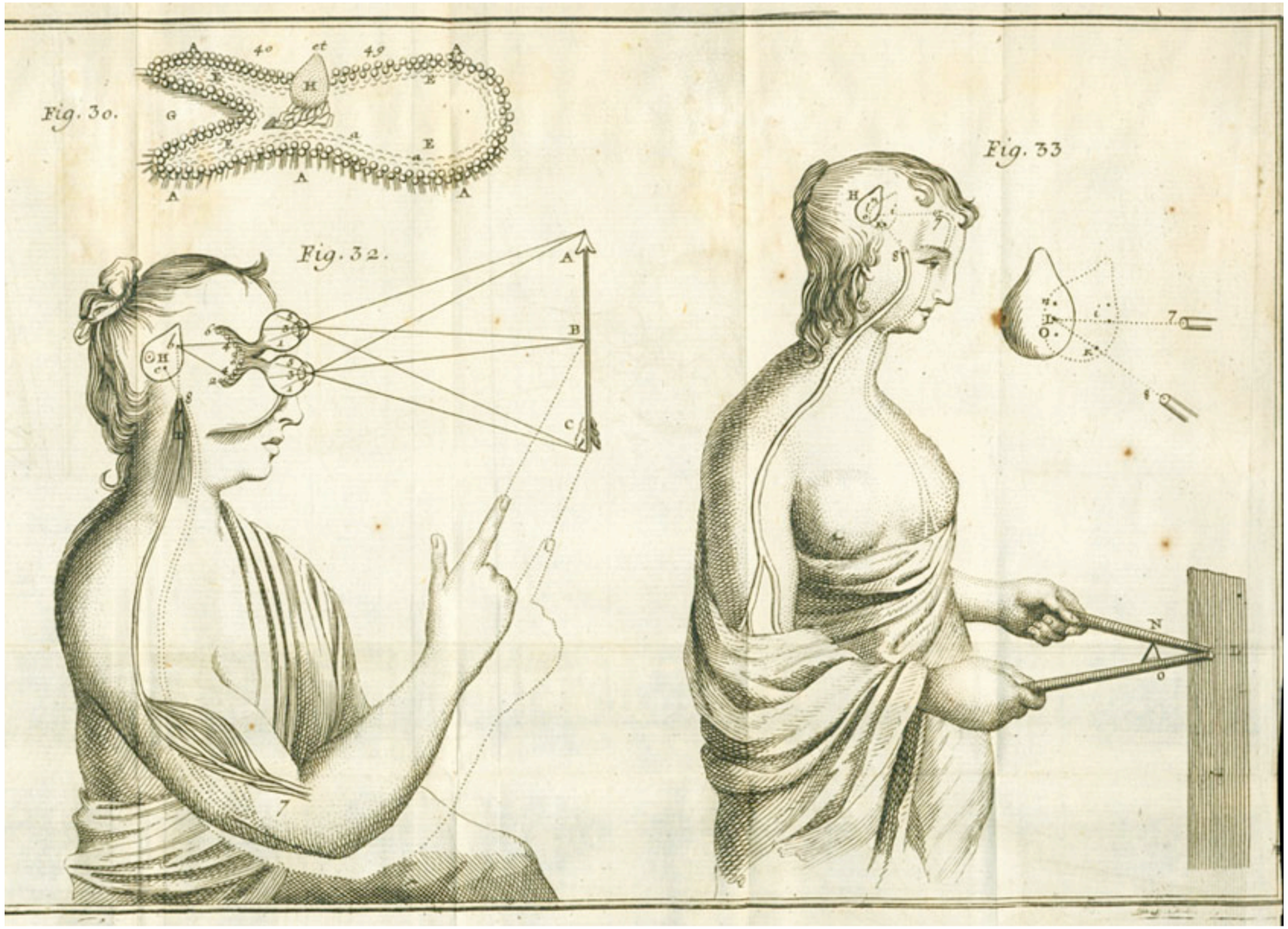
- Les technologies transforment profondément le patrimoine
- Souvent abordées comme des “ruptures” → attente de solutions
- Changer de posture → poser les questions en amont
- Construire les outils → plutôt que les subir
- S’inscrire dans le temps long → continuité des méthodes et des savoirs
- Relire le passé pour comprendre le présent et anticiper le futur





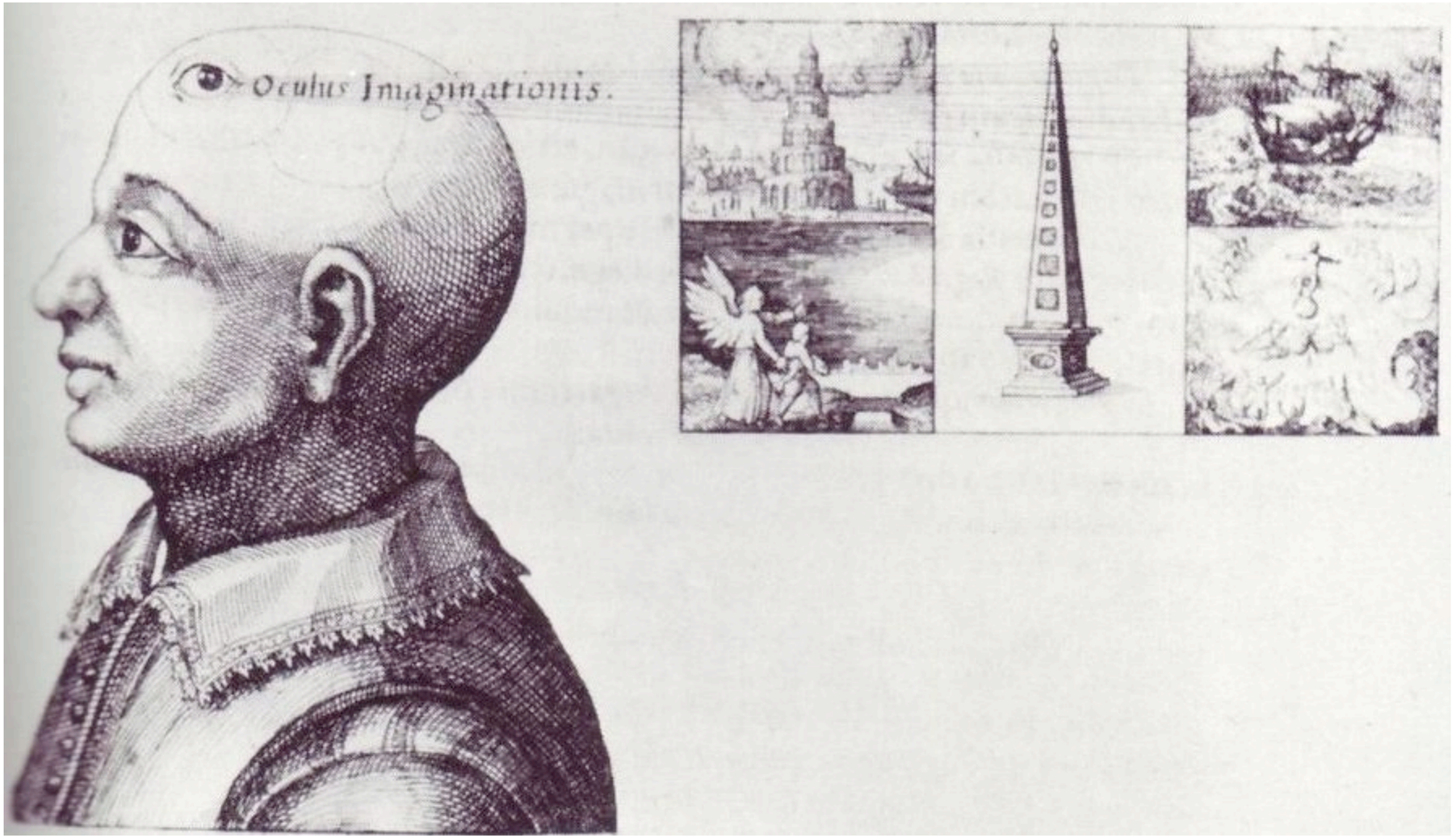
Albrecht Dürer. Underweysung der Messung. **1525**

Photogrammetrie
Lasergrammétrie



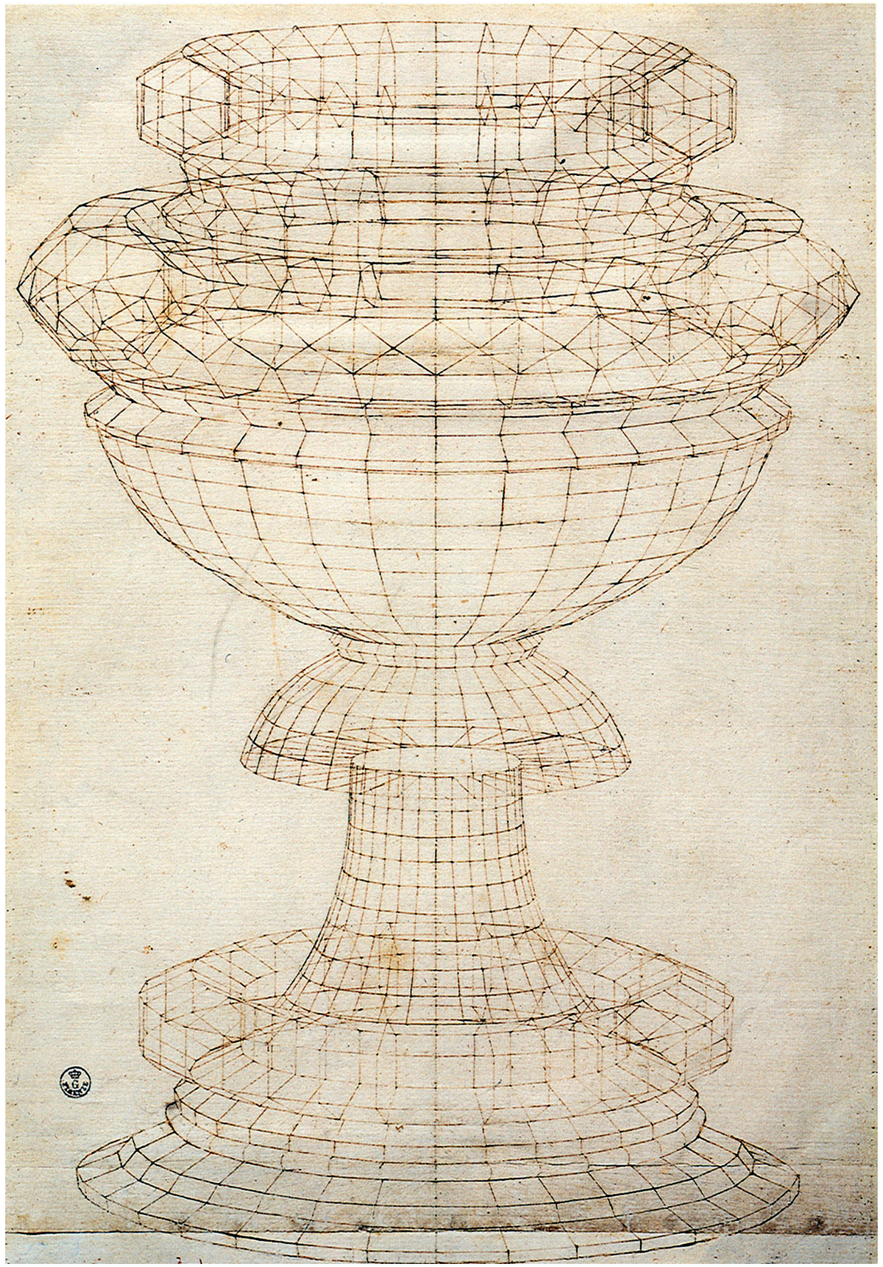
René Descartes. La Dioptrique. **1637**

Casques de réalité virtuelle



Robert Fludd. The Oculus Imaginationis. Ars Memoriae. **1617**

Vision artificielle



Paolo Uccello. Studio in prospettiva. **1450**

Modélisation 3D



Antonio da Sangallo il Giovane.
Modello ligneo del progetto per San Pietro
1536

dim: 7,36 m, 6,02 m, 4,68 m

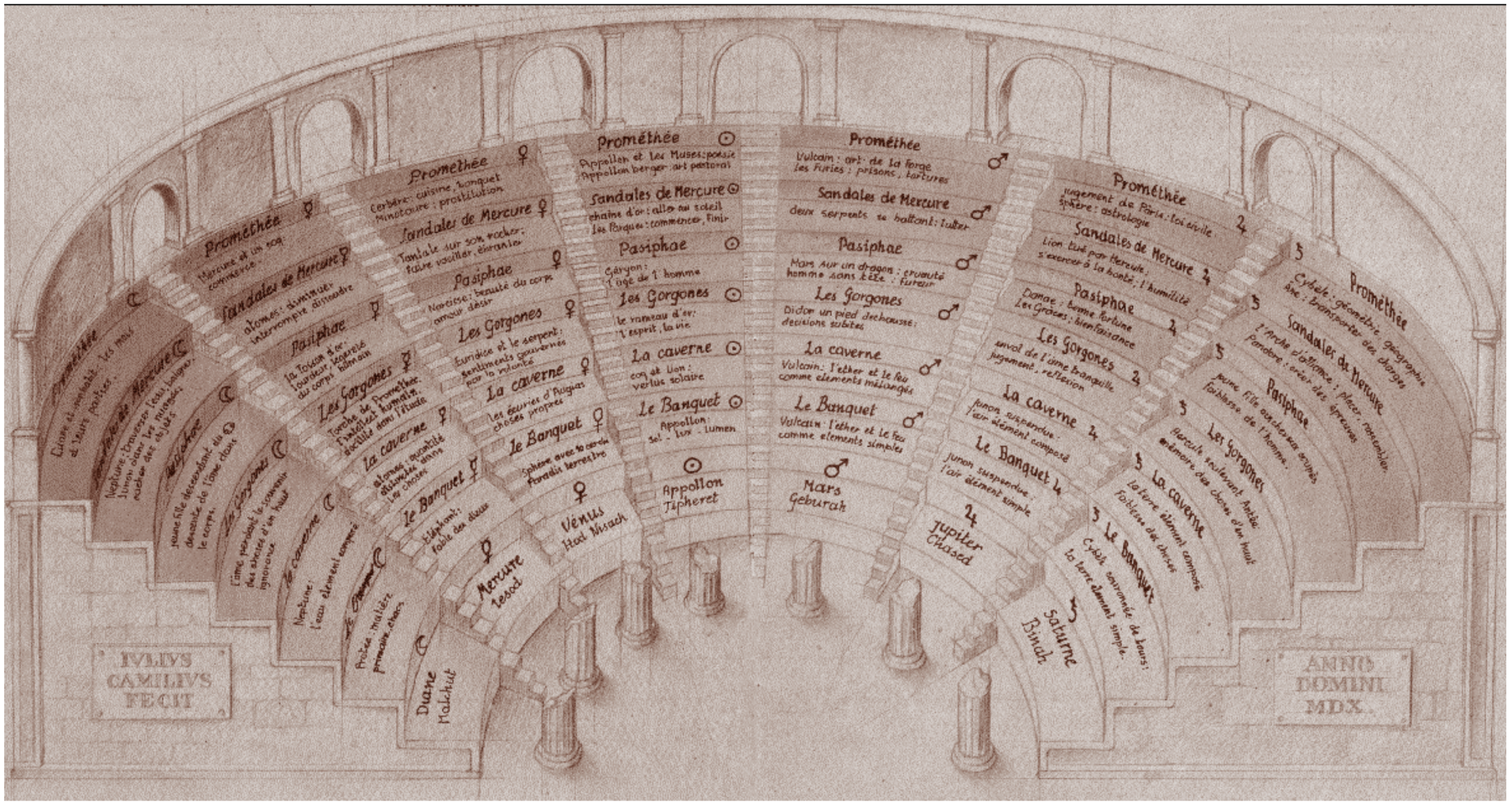


Salle d'immersion virtuelle



Andrea Pozzo. Volta della chiesa di Sant'Ignazio di Loyola a Roma. **1625**

Réalité augmentée



Giulio Camillo Delminio. Idea del Theatro. **1550**

Le BIM

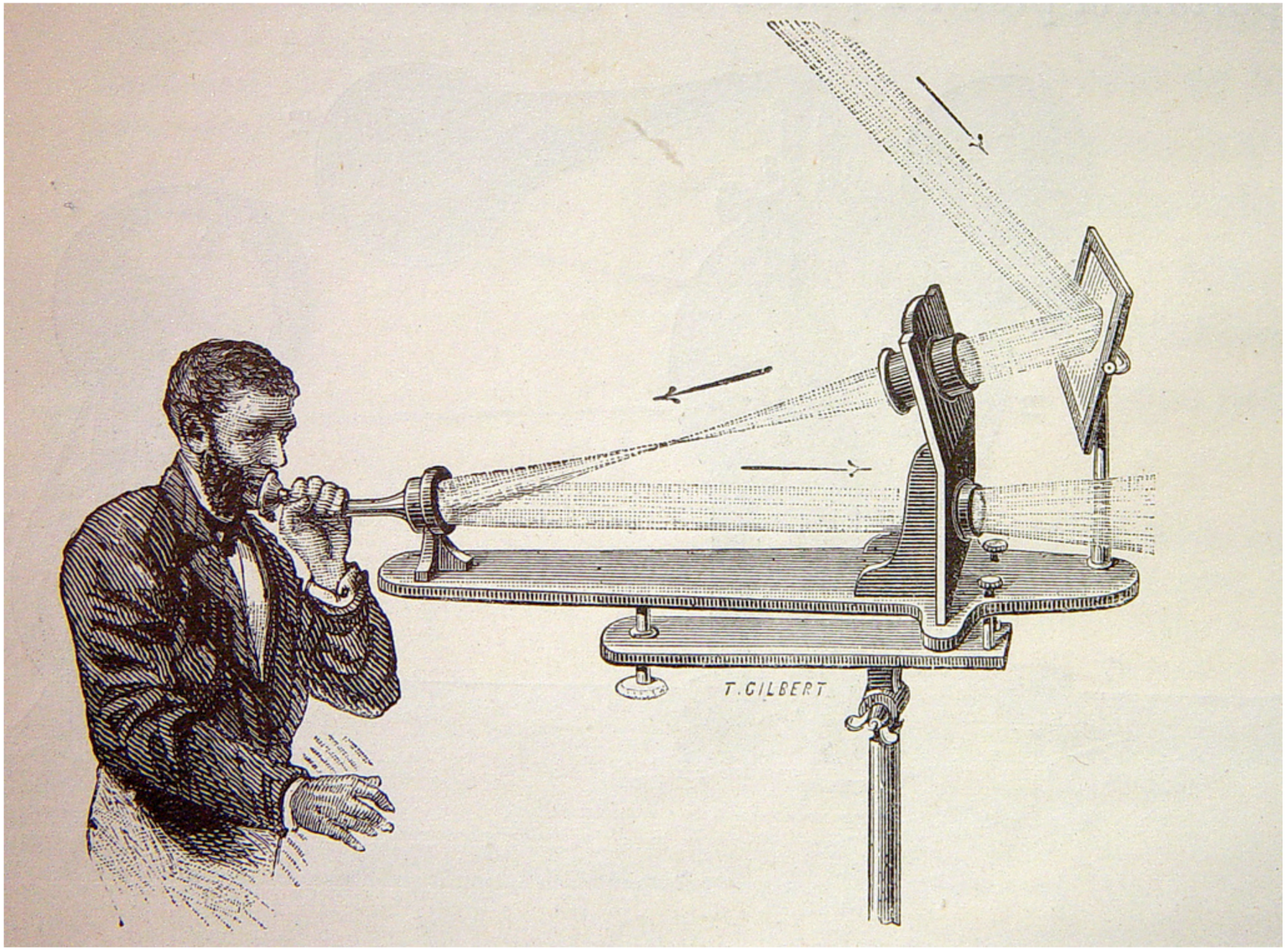


Illustration d'un émetteur de photophone (Alexandre Graham Bell, Charles Sumner), **1880**

Réseaux numériques



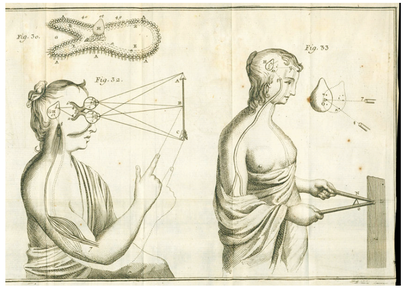
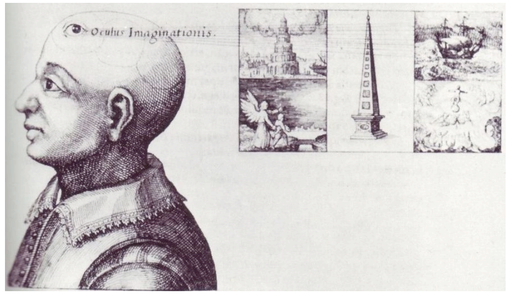
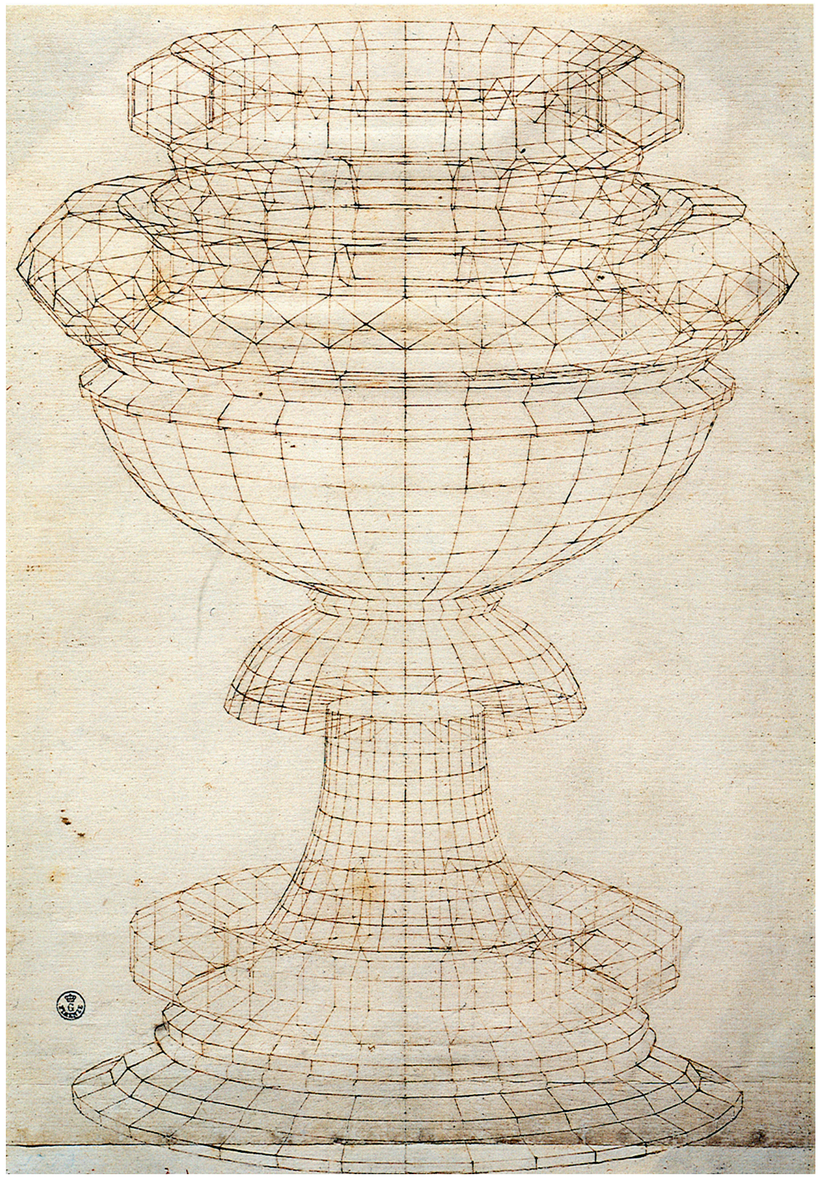


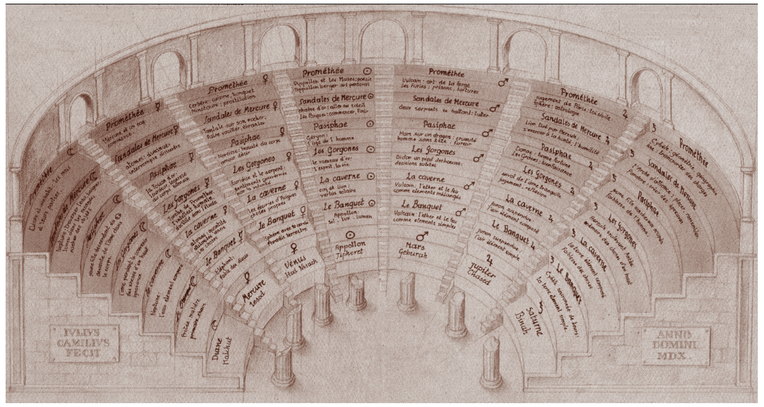
Fig. 3a.
Fig. 3b.

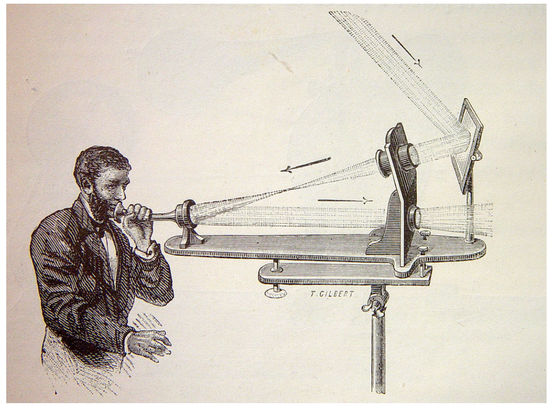

Oculus Imaginationis.








IVLIVS CAMILLVS FECIT
ANNO DOMINI MDX.


T. GILBERT

Voir, modéliser, comprendre à l'ère du numérique

Voir, modéliser, comprendre à l'ère du numérique

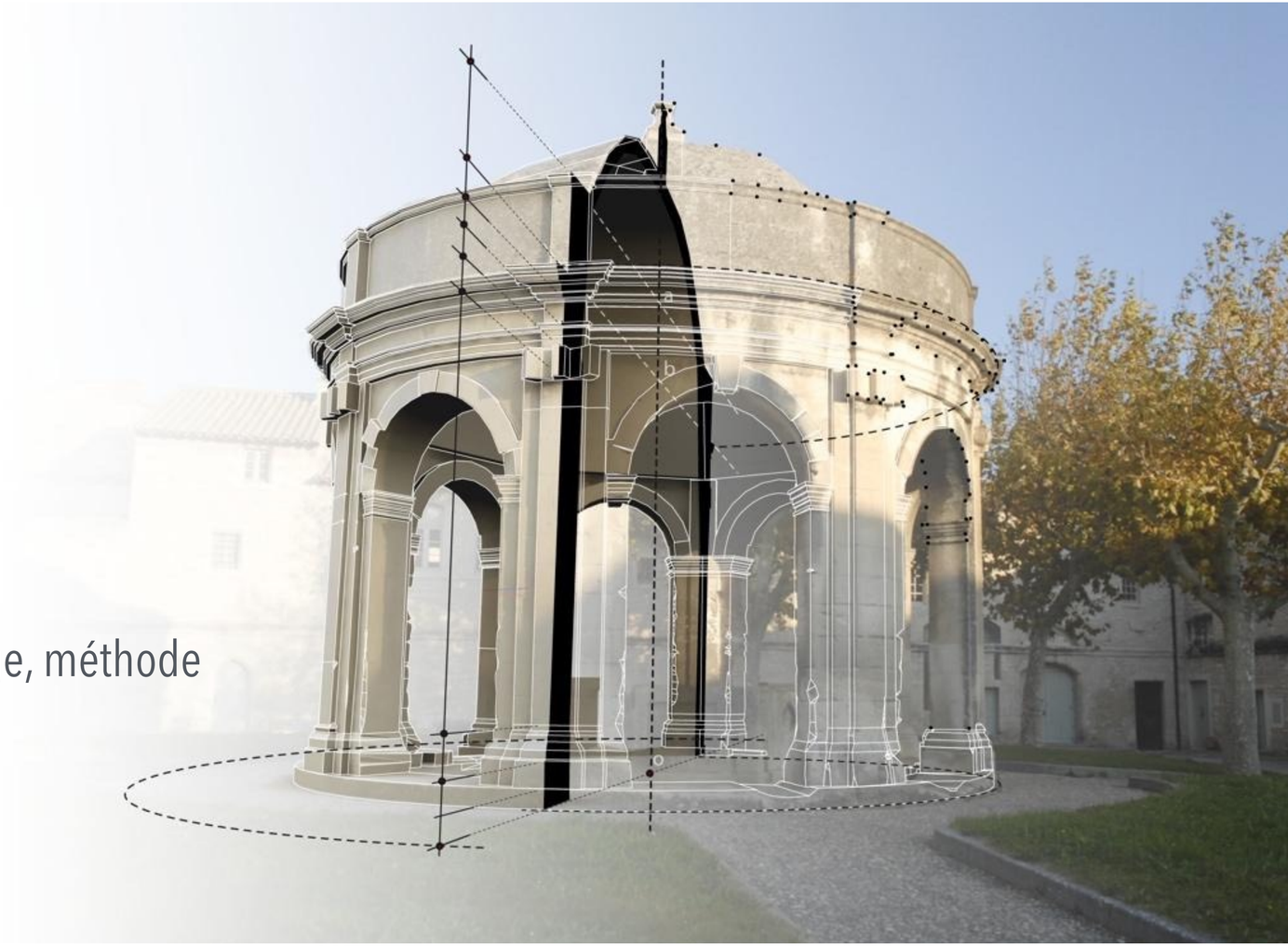


- Un modèle n'est jamais neutre → choix, filtres, hypothèses
- Représenter = reconfigurer le réel
- Le numérique rend l'interprétation visible
- Explicitation des incertitudes → traçabilité des choix
  (Charte de Venise → Charte de Londre et Principes de Séville)
- Visibilité et Multiplicité des lectures possibles

Modéliser, ce n'est pas reproduire le réel : c'est rendre visibles des hypothèses et organiser la multiplicité des interprétations

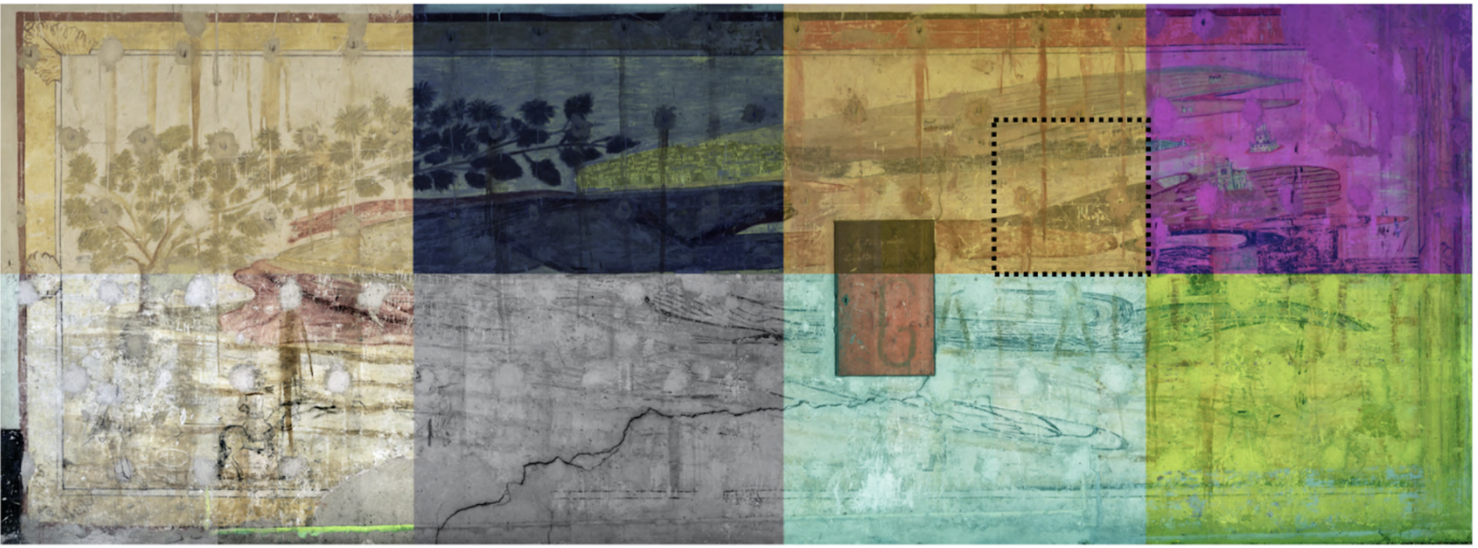
Voir, modéliser, comprendre à l'ère du numérique

- Perspective → point de vue unique
- Photographie → trace du réel / construction
- Photogrammétrie → vision calculée
- Réalité mixte → hybridation observation / projection
- Le regard est toujours construit → perspective, cadrage, méthode



Le numérique ne remplace pas le regard : il en révèle la construction et en amplifie la portée

Voir, modéliser, comprendre à l'ère du numérique

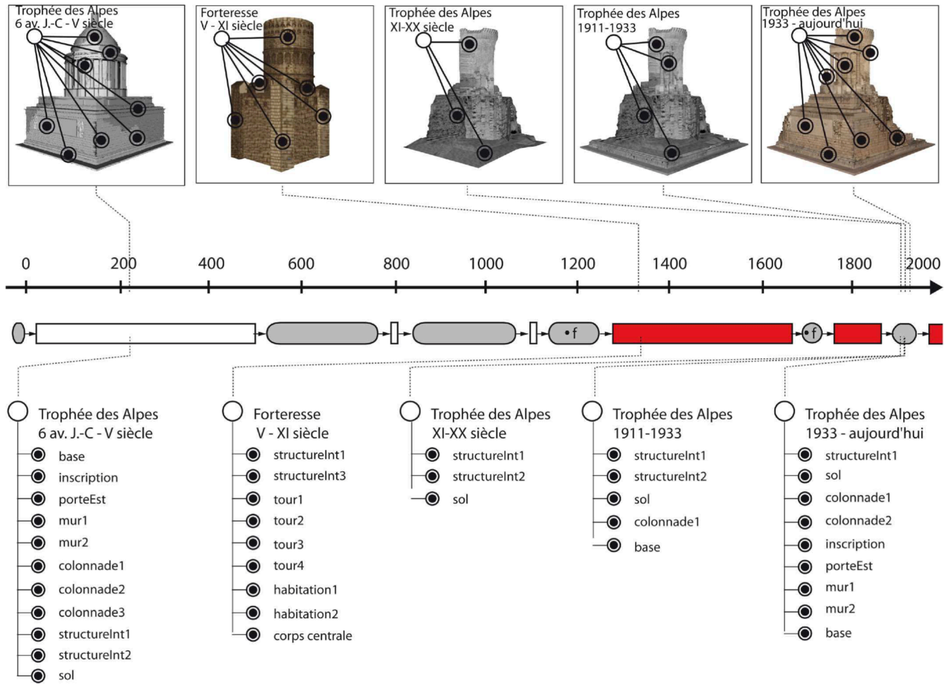




- Multiplication des techniques d'observation
- Chaque acquisition = un point de vue
  → une intention, une question
- Imagerie multimodale
  → révélation de dimensions complémentaires
- Coexistence de lectures multiples
- Le modèle comme interface de lecture

Voir, modéliser, comprendre à l'ère du numérique

- Modélisation spatio-temporelle → visualiser, comparer, analyser les phases
- Structuration → relier formes, dates, sources, fiabilité
- Confrontation des sources → archives, relevés, images
- Caractérisation de l'incertitude





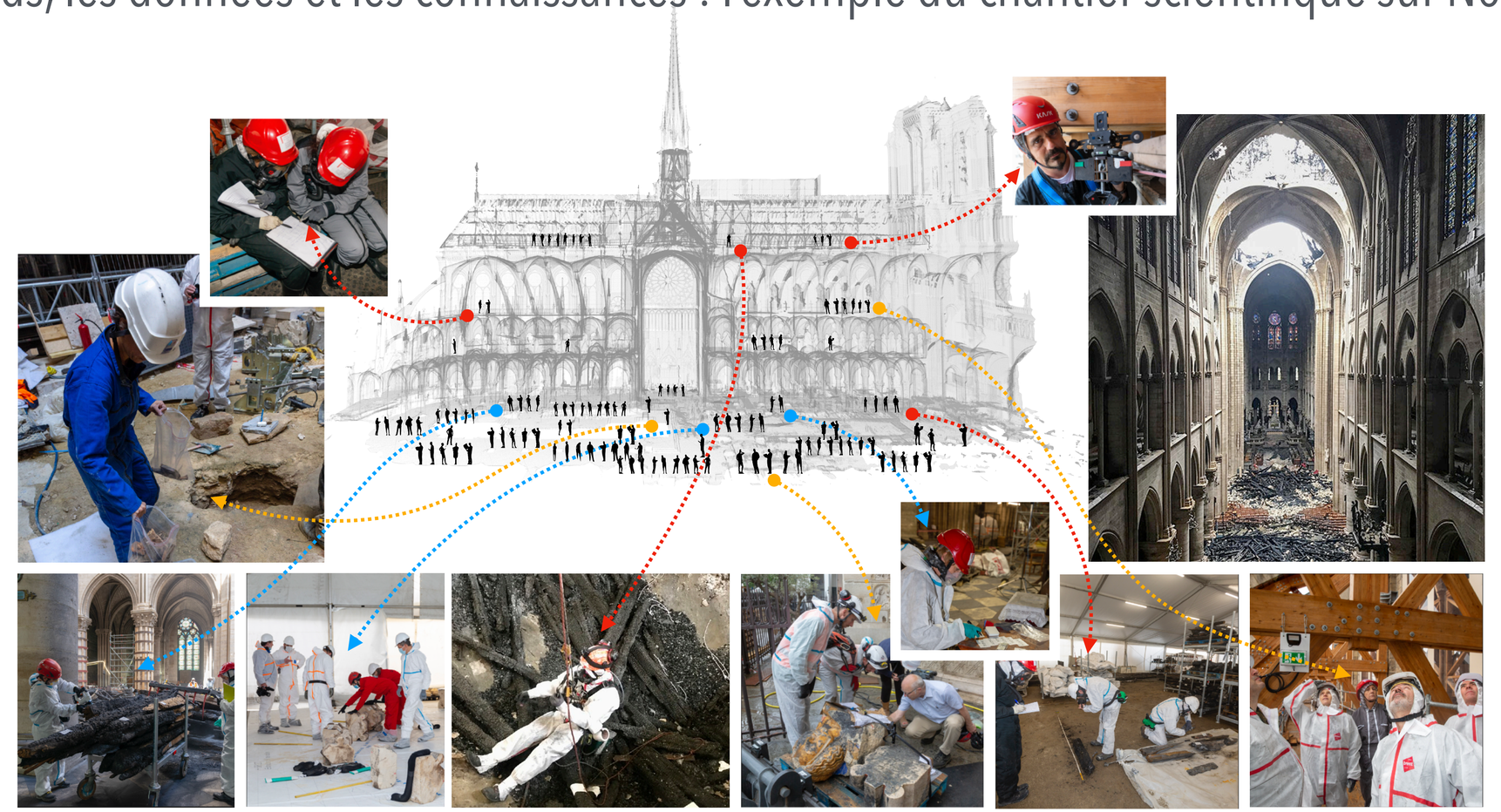
Tisser les regards, les données et les connaissances

l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Objets matériels et connaissances pluridisciplinaires

Co-production de connaissances collectives



Mémoriser ces faisceaux de regards portés sur un objet commun

Analyser leur dynamique d'interaction portant à des nouvelles connaissances

Etudier la façon dont chaque discipline, venant de son propre territoire, se confronte à l'épreuve qui traverse toutes les disciplines (B. Latour)

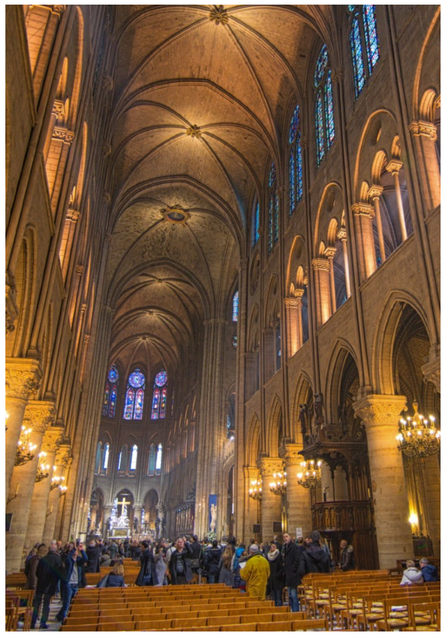
n-Dame_Heritage
n-Dimensional analysis and memorisation ecosystem
for building cathedrals of knowledge
in Heritage Science

- un système **socio-technique**
- représentation evolutive de l'**objet matériel**
- une représentation structurée des **connaissances construites autour** de l'objet matériel

- *De Luca L. A digital ecosystem for building a cathedral of collaborative data and knowledge. Journal of Cultural Heritage, Volume 65, 2024*

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Avant incendie | 15 April, 2019 | Recuperation des vestiges | Identification et Inventorisation | Conservation temporaire | Etude scientifique









Données collectées auprès d'institutions culturelles, laboratoires de recherche et entreprises

- + 200.000 photographies (avant et après l'incendie, pendant la restauration)
- + 5000 nuages de points laser 3D (avant et après l'incendie, pendant la restauration)
- + 300 dessins techniques (avant et après l'incendie)
- + 5000 sources documentaires (archives, bibliographie, iconographie) concernant l'histoire de la cathédrale.

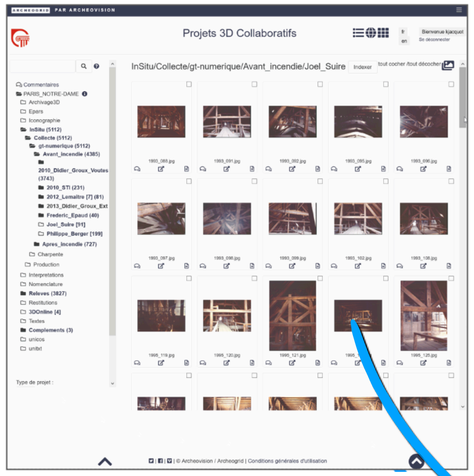
Données produites par le chantier scientifique Notre-Dame

- **GT Matériaux (Pierre, Métal, Bois, Verre, Décors)** : bibliographie, analyses de matériaux, études techniques, dessins, photographies, …
- **GT Structure et Acoustique** : analyses de matériaux, acquisitions acoustiques, simulations mécaniques et acoustiques, …
- **GT Émotions Patrimoniales** : ressources presse et web, interviews, documentaires vidéo, enquêtes citoyennes, …
- **GT Données Numériques** : numérisations 3D multi-échelles (de l'architecture aux vestiges), reconstructions 3D d'états hypothétiques, …

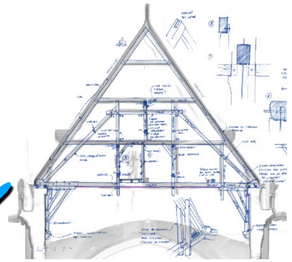
Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

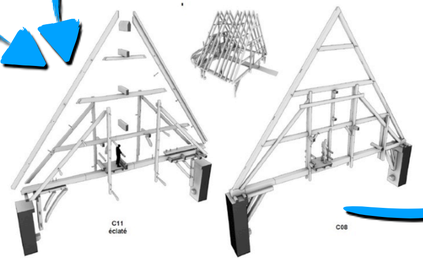
Objets matériels	Domaines de connaissance	Objectifs d'étude	Acteurs	Groupes de travail	Discipline
Cathédrale (extérieur, intérieur)	Maçonnerie, stabilité, décor peint, réseaux électriques, histoire des restaurations antérieures	Figures d'altération / diagnostic / interventions projetées	Philippe Villeneuve	Maitrise d'Oeuvre	Architecture
			Pascal Prunet	Maitrise d'Oeuvre	Architecture
			Rémi Fromont	Maitrise d'Oeuvre	Architecture
			Mathias Fantin/Carlo Blasi	Maitrise d'Oeuvre	Ingénierie Civile
		Auscultation radar des voutes et des murs	Jean-Luc GARCIAZ	LERM	Science des matériaux
		Etude stratigraphique des décors	Delphine Burgart	PARANT-ANDALORO	Restauration
	anthropologie	Une ethnographie visuelle et participative du chantier de restauration	Gaspard Salatko	Emotions patrimoniales	Antropologie
			Jean-Christophe Monferran	Emotions patrimoniales	Ethnographie
Couvertures Échantillons de matériaux Restes Détails techniques Éléments constructifs Cadres structurels	Matériaux, archéologie, architecture, ingénierie, études environnementales	Techniques de charpenterie du Moyen Âge et du XIXe siècle	Bernard Thibaut	Bois et charpentes	Archéologie
			Sabine Caré	Bois et charpentes	Science des matériaux
		Climat et époque médiévaux	Valerie Daux	Bois et charpentes	Chimie
			Lucile Beck	Bois et charpentes	Physique-Chimie
		Squelette en fer des éléments constructifs	Maxime L'Héritier	Metal	Archéométrie
			Aurélia Azéma	Metal	Chimie
		Repositionnement et datation des restes de bois	Olivier Girardclos	Bois et charpentes	Archéométrie
			Jean-Yves Hunot	Bois et charpentes	Archéologie
Restes des couvertures (bois et métal)	Matériaux, archéologie, comportements structurels		Alexa Dufraisse	Bois et charpentes	Biologie
			Kevin Jacquot	Données numériques	Architecture
		Mécanique des structures et technologies médiévales	Nicolas Sauvat	structure	Ingénierie Civile
			Philippe Galimard	structure	Ingénierie Mécanique
Voûtes (et vestiges) Structures existantes Vitraux	Matériaux, archéologie,	Chronologie des arcs et voûtes effondrés	Cédric Moulis	Pierre et mortiers	Archéologie
			Bruno Phalip	Pierre et mortiers	Archéologie
		Processus de construction des voûtes gothiques	Elise Baillieul	Pierre et mortiers	Histoire de l'art
			Dorothee Chaoui-Derieux	DRAC-SRA	Archéologie
			Lise Leroux	Pierre et mortiers	Géologie
		Caractérisation physico-chimique des échantillons de mortier	Jean-Michel Mechling	Pierre et mortiers	Ingénierie matériaux
		Utilisation du plomb et pratiques des plombiers	Maxime L'Héritier	metal	Archéometrie
			Guillaume Sarah	metal	Chimie
			Aurélia Azéma	metal	Chimie
Voûtes de la nef, du chœur, de la croisée et du transept	Comportements structurels et acoustiques	Analyse structurelle des voûtes	Maurizio Brocato	Structure	Ingénierie civile
			Frédéric Dubois	Structure	Ingénierie Mécanique
			Stephane Morel	Structure	Ingénierie civile
		Mémoire sonore de l'acoustique de Notre-Dame avant l'incendie	Julien De Muynke	Acoustique	Acoustique
			Marie Baltazar	Acoustique	Anthropologie
			Brian Katz	Acoustique	Physique

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

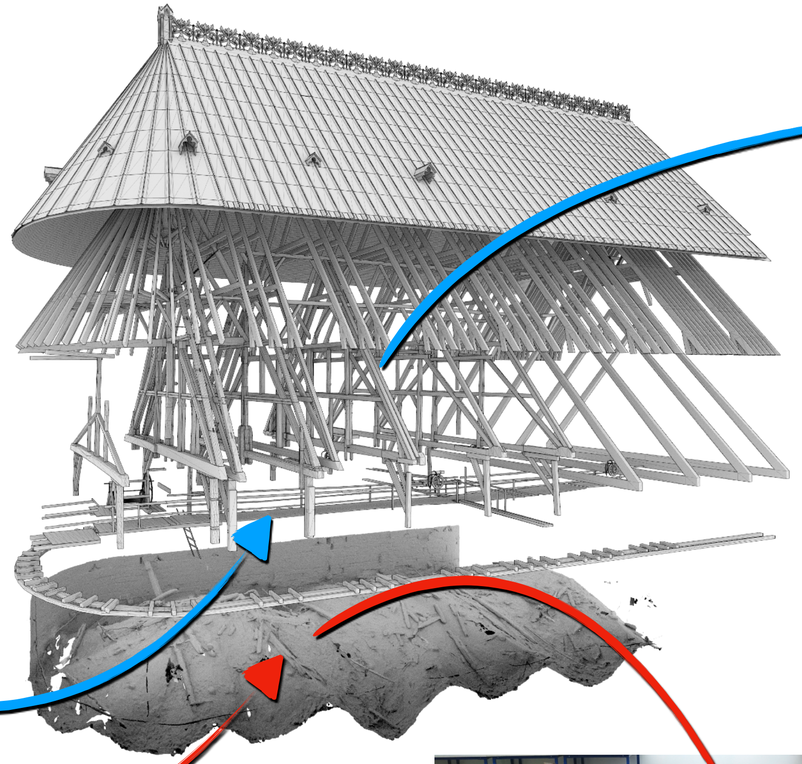


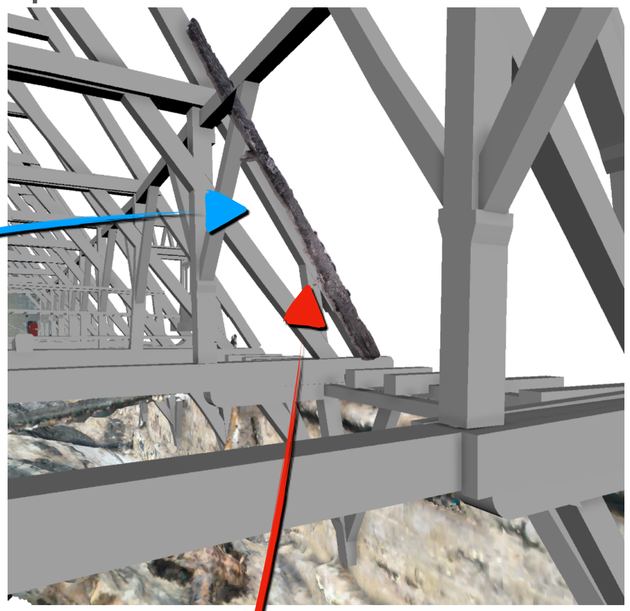
Collecte et intégration de ressources documentaires



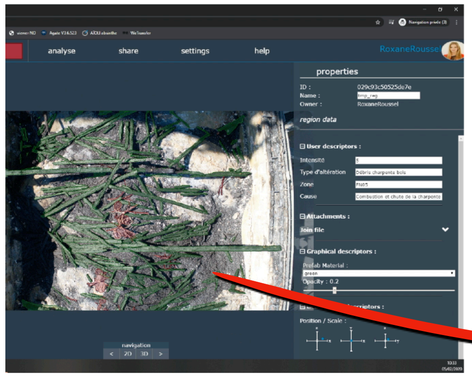


Reconstruction géométrique des éléments disparus

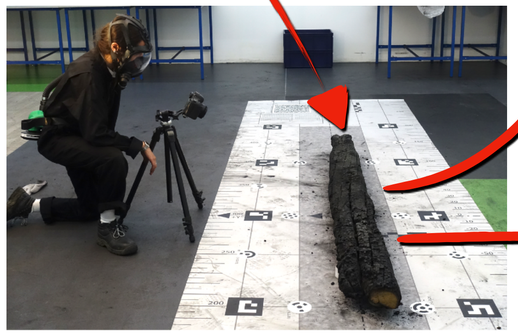




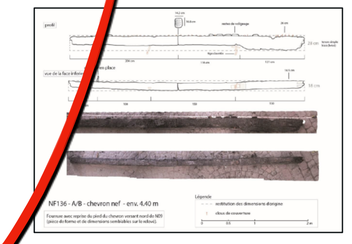
Localisation des vestiges dans la reconstruction numérique



Annotation 2D/3D des vestiges sur site



Numérisation 3D des vestiges

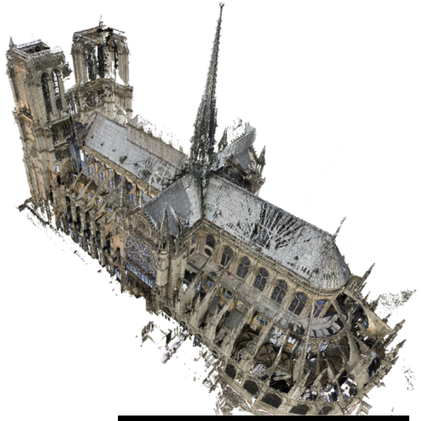


Analyse scientifique des vestiges

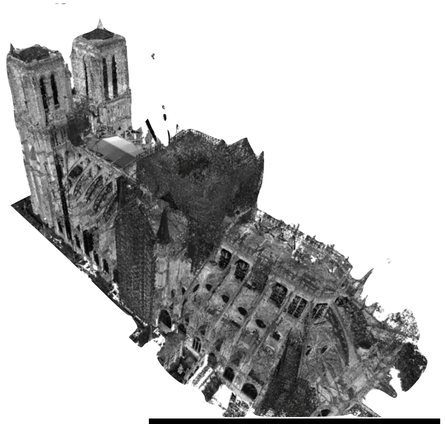


©CNRS-Inea

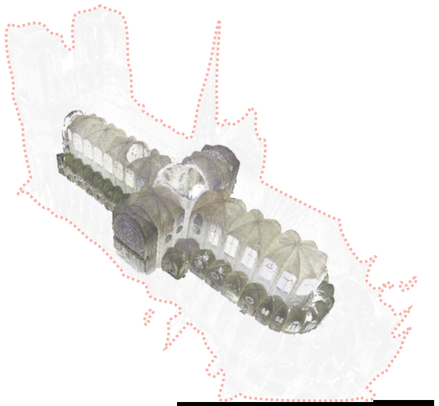
Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris



Avant incendie



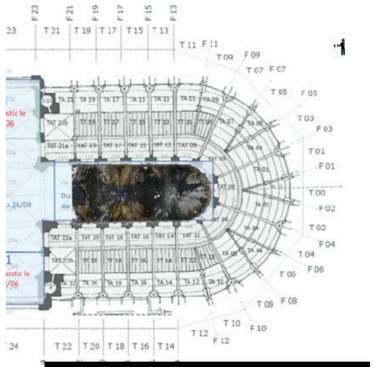
Après incendie

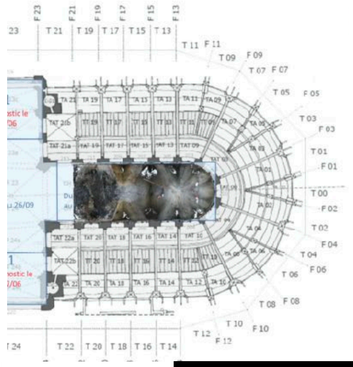


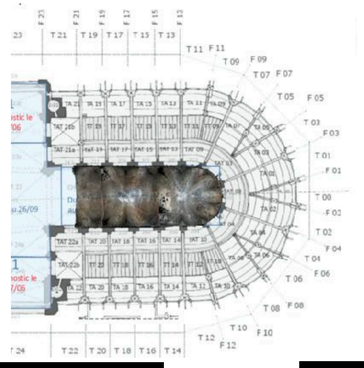
En cours de restauration

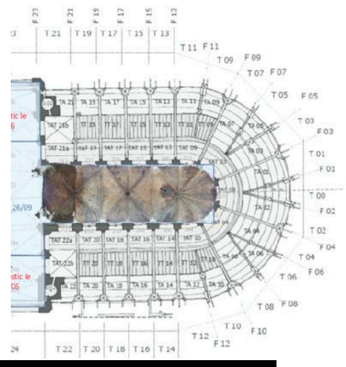
- Intégration des relevés laser avant et après l'incendie.
- Exploration de plusieurs méthodes de comparaison (nuages de points / photogrammétrie / orthoimages 2.5D multicouches).
- Développement d'un outil d'ICP adaptatif pour une analyse précise des déformations.

Mouaddib E M., Pamart A., Pierrot-Deseilligny M., Girardeau-Montaut D. 2D/3D data fusion for the comparative analysis of the vaults of Notre-Dame de Paris before and after the fire. Journal of Cultural Heritage, 2023.









Avant récupération des vestiges

Pendant récupération des vestiges

Après récupération des vestiges







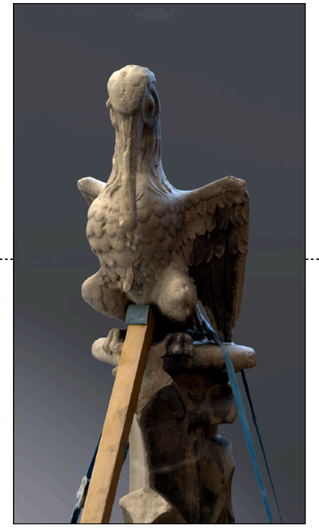
- Numérisation 4D (récupération des vestiges)
- Dispositifs robotisé ad-hoc basé sur un cable-cam.
- Acquisition par drone de l'intrados des voûtes.

Kévin Jacquot, Renato Saleri. Gathering, integration, and interpretation of heterogeneous data for the virtual reconstruction of the Notre Dame de Paris roof structure. Journal of Cultural Heritage, 2023.

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

2019-2020

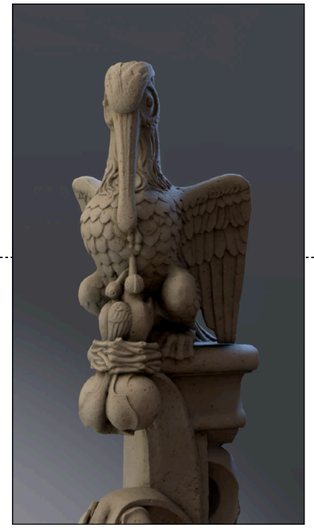
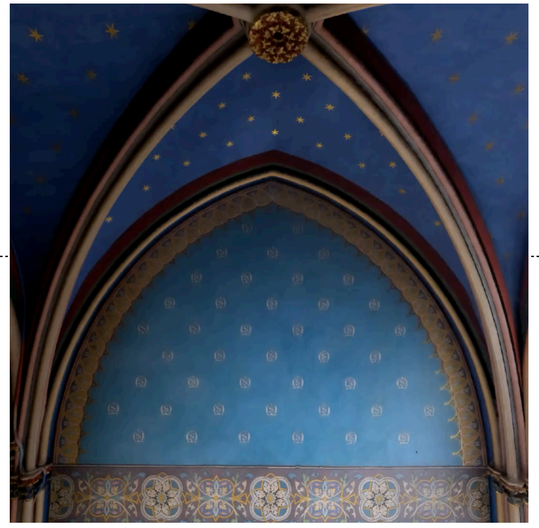
Avant restauration





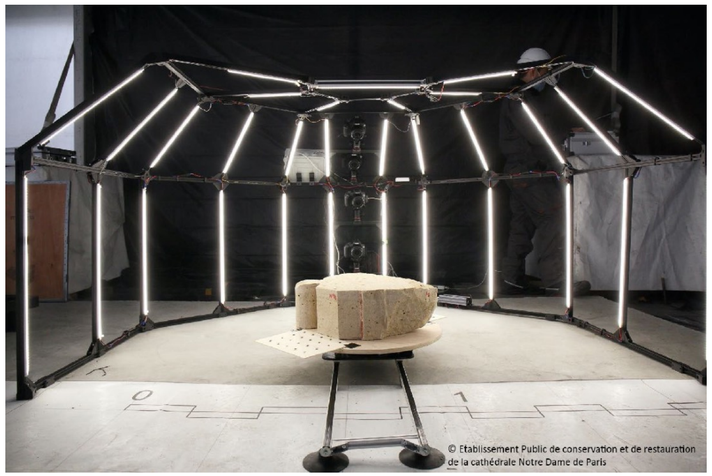

Après restauration

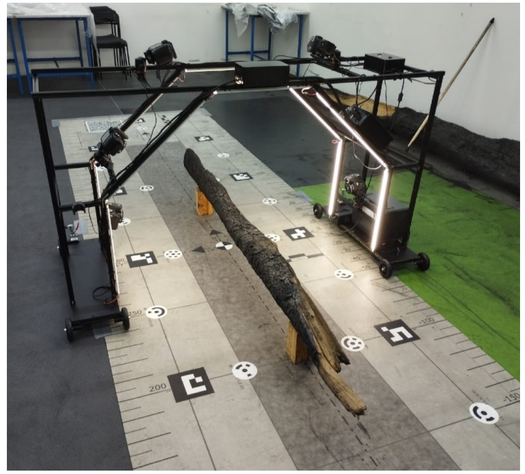
2024



Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

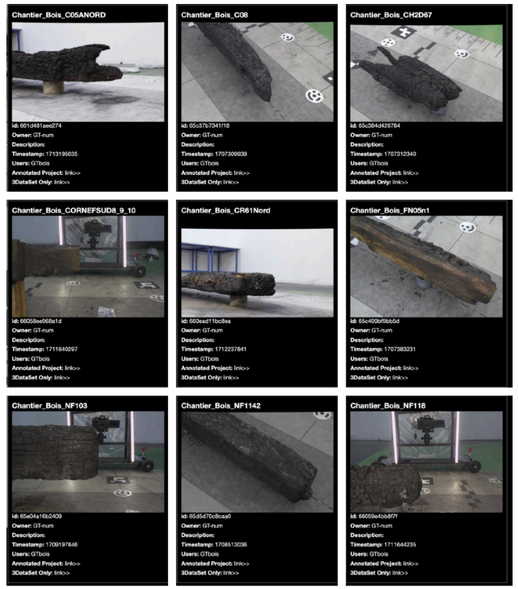


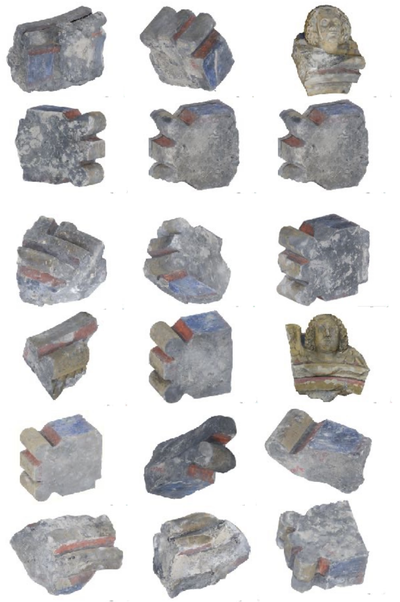




- Numérisation 3D pour analyse morphologique de collections
- Harmonisation et optimisation des protocoles : temps d'acquisition et de traitement, ressources de calcul et de stockage, gestion du flux des données.
- Conception de dispositifs d'acquisition (exclusivement basés sur photos) ad-hoc, en fonction des caractéristiques morphologiques des vestiges et des besoins d'analyse.



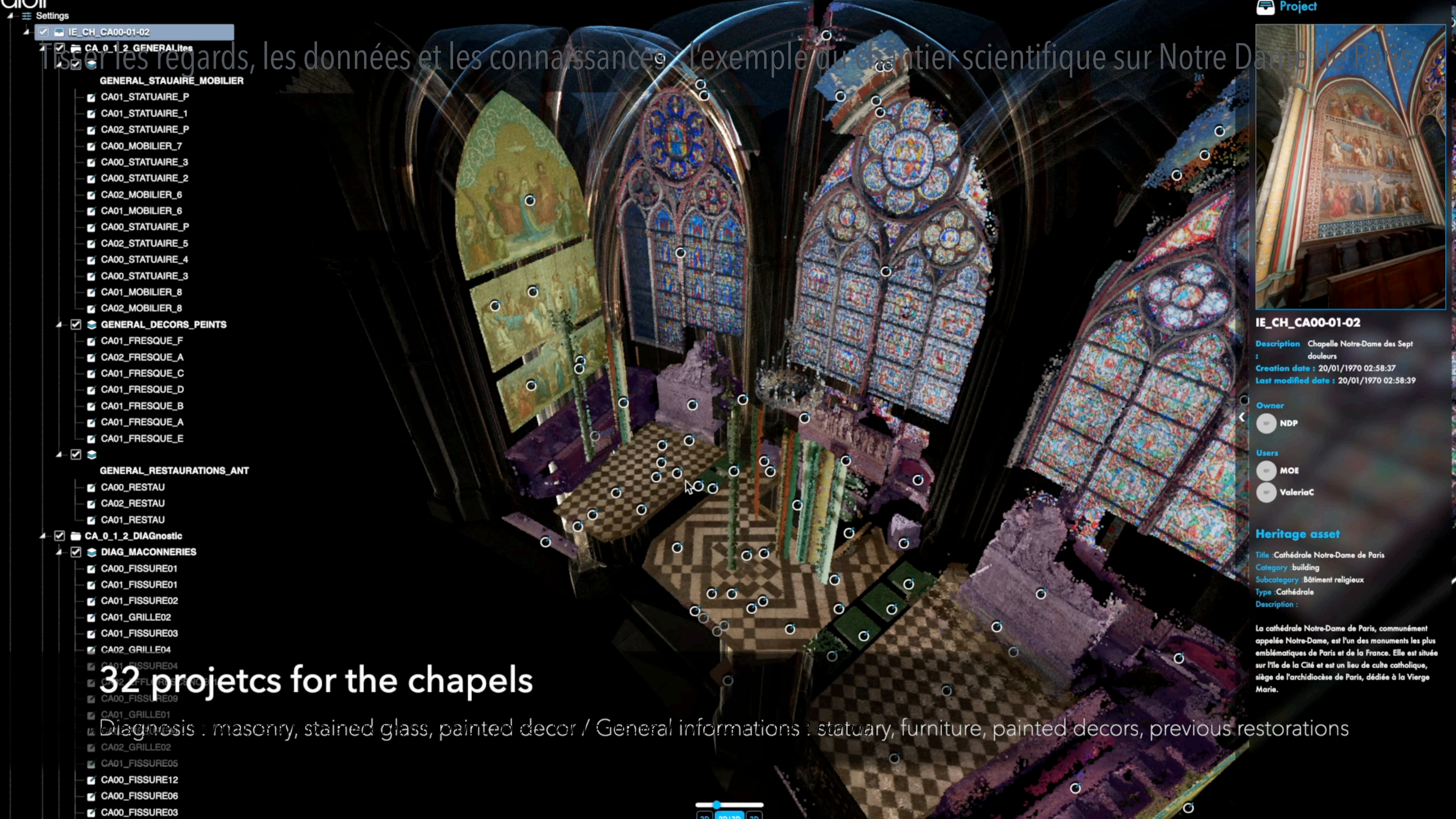




Corpus des numérisations 3D

- 106 vestiges en bois
- 22 agrafes en métal
- 82 claveaux de l'arc doubleau
- 49 fragments de l'oculus
- 1200 fragments du jubé

Comte F., Pamart A., Réby K., De Luca L. ***Strategies and Experiments for Massive 3D Digitalization of the Remains After the Notre-Dame de Paris' Fire****. 10th International Workshop 3D-ARCH, Siena, 2024*



32 projetcs for the chapels

Diagnosis : masonry, stained glass, painted decor / General informations : statuary, furniture, painted decors, previous restorations

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris





Groupe de travail : Émotions patrimoniales

Localisation : Extérieur et intérieur de la cathédrale

Nombre d'annotations : 1000+

Fiches descriptives : Numéro du signe, numéro du symbole, nom du symbole, nom de l'élément architectural, localisation, détail, pierre, photo.

Localisation et classification des marques de tâcherons dans la cathédrale, D. Syvilay et S. Hardy

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris



Annotation

Prelevement_17

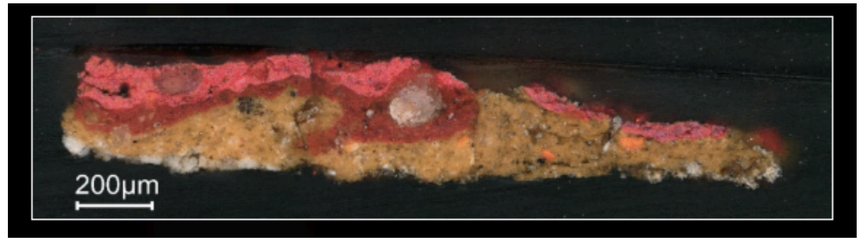
Numéro de coupe: 4877
Numéro de prélèvement: Prélèvement 17
Date de prélèvement: 1994-03-29
Date du rapport dans lequel le prélèvement est analysé: 1994-09-21
Numéro du rapport dans lequel le prélèvement est analysé: 403D
Localisation (normalisée): Portail du Jugement dernier ; tympan ; registre supérieur
Localisation précise (champs libre): Personnage agenouillé derrière l'ange à la droite du Christ ; bas du vêtement ; rouge
Couche 1: Blanc de plomb
Couche 2: Ocre jaune
Couche 3: Ocre rouge
Couche 4: Vermillon
Datation présumée: Polychromie ancienne
Remarques et observations: /
Couche 6: /
Couche 5: /

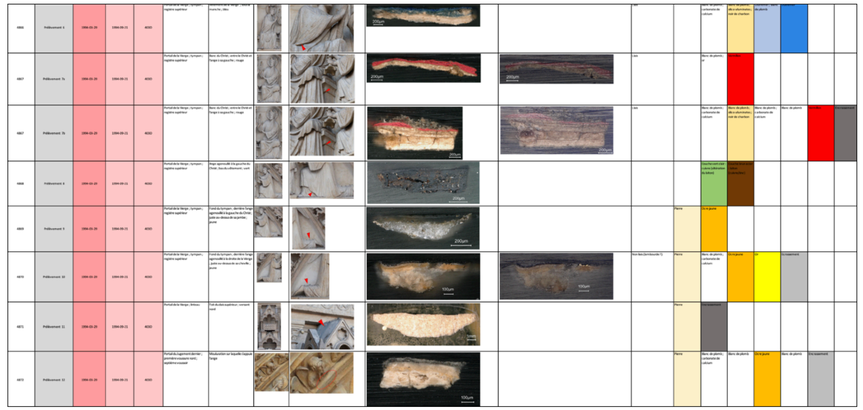
Groupe de travail : Décor

Localisation : Portails et Galeries des Rois, Massif occidental

Nombre d'annotations : 100+

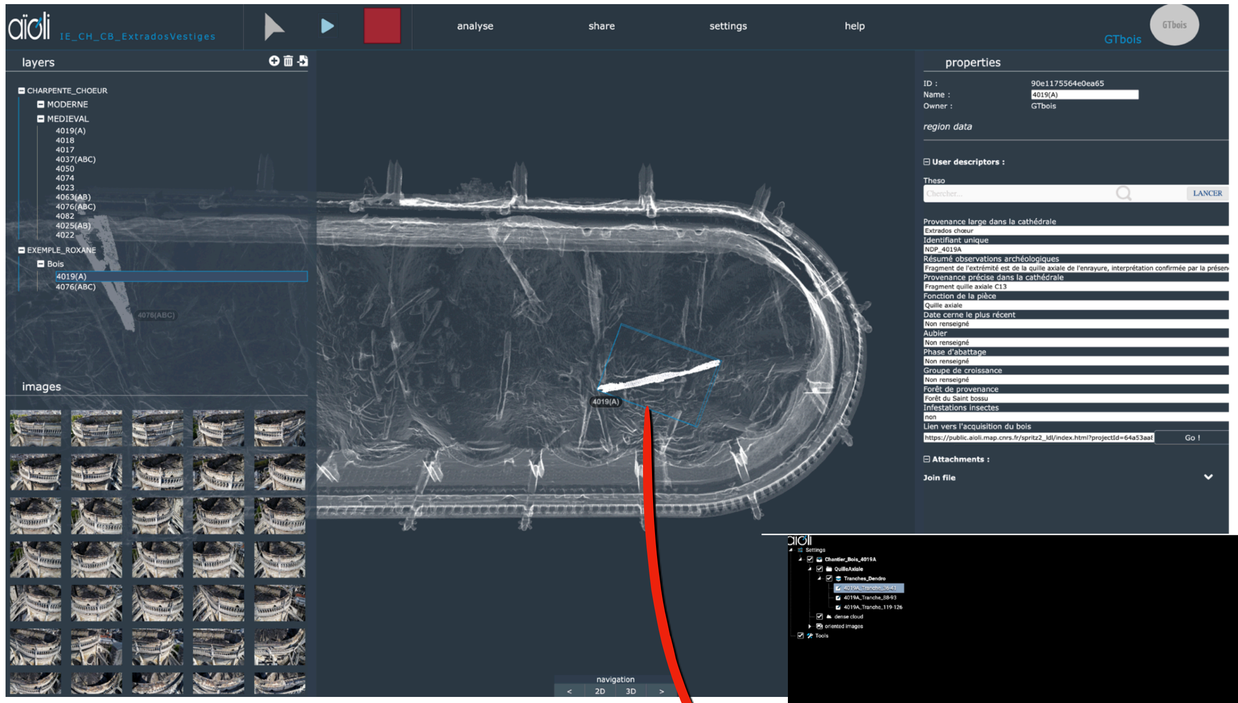
Fiches descriptives : Numéro de tranche, numéro d'échantillon, date de l'échantillon, date du rapport, numéro du rapport, localisation précise, type de pierre, support, couches (1 à 6), date, observations.





Analyses stratigraphiques des prélèvements de polychromie de la façade occidentale - GT-Décor, S. Duchêne

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris







Groupe de travail : Bois et Charpentes

Localisation : Extrados du chœur / Vestiges après l'incendie

Nombre d'annotations : 400+

Fiches descriptives : Localisation dans la cathédrale, numéro d'identification, emplacement précis, résumé des observations, fonction de la pièce, date la plus récente, essence de bois, date d'abattage.

Localisation des vestiges en bois sur l'extrados des voutes, GT-Bois, C. Penagos, O. Girardclos

Groupe de travail : Bois et Charpentes

Localisation : Vestiges en bois

Nombre d'annotations : 62

Fiches descriptives : Dimensions des sections, figures d'altération.

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris





Groupe de travail : Métal

Localisation : Murs-gouttereaux

Nombre d'annotations : 6

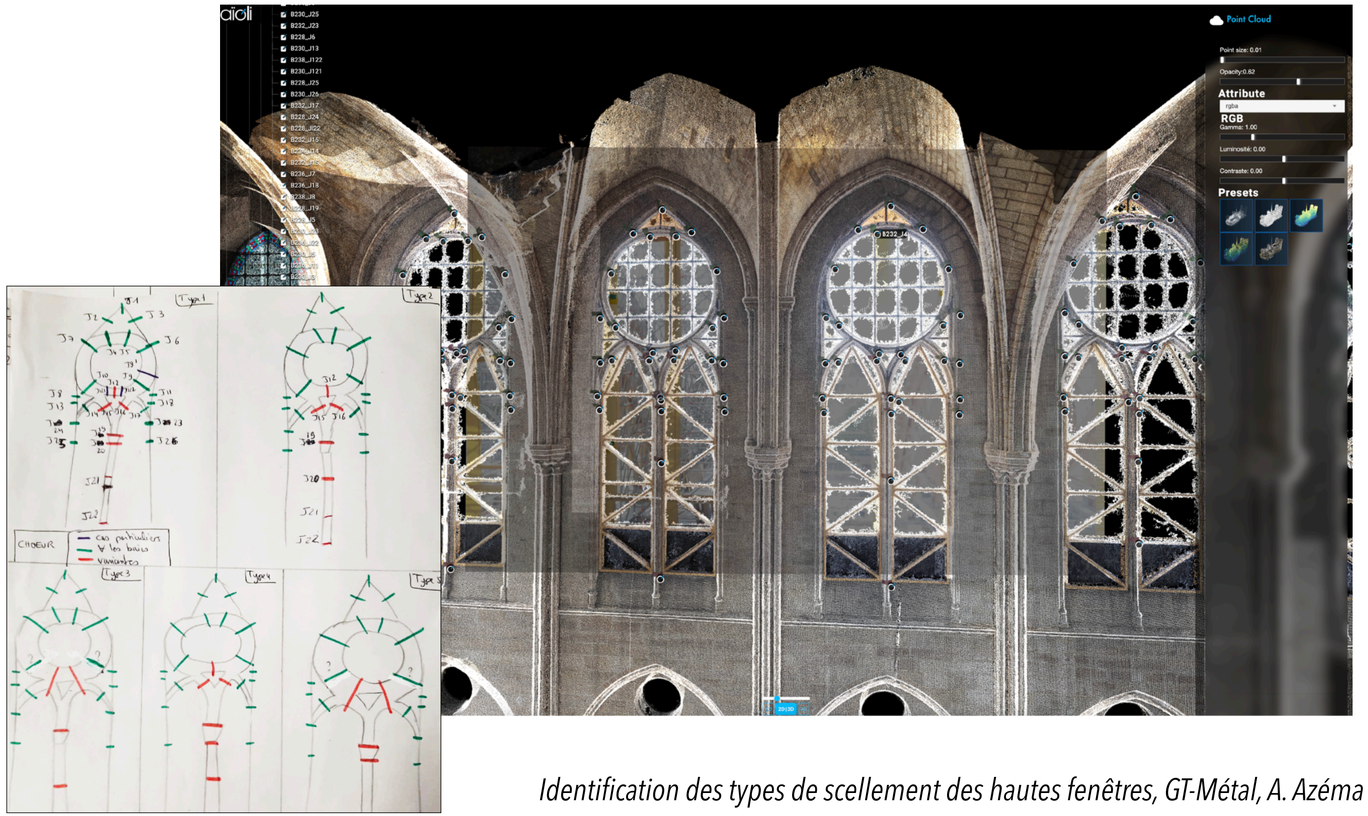
Fiches descriptives : Objet, nombre d'amas, ajouts, P_2O_5 max, MnO max, procédé de réduction (abaque et logit), numéro d'origine, groupe d'origine (CAH et TSE).

Groupe de travail : Métal

Localisation : Baies hautes

Nombre d'annotations : 340

Fiches descriptives : Objet, nombre d'amas, ajouts, P_2O_5 max, MnO max, procédé de réduction (abaque et logit), numéro d'origine, groupe d'origine (CAH et TSE).



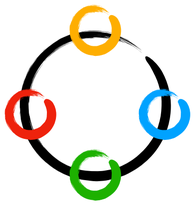
Identification des types de scellement des hautes fenêtres, GT-Métal, A. Azéma

Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

135,000 photographies



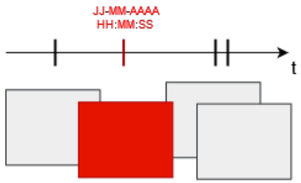
Contenu visuel/géométrique



22 états temporels

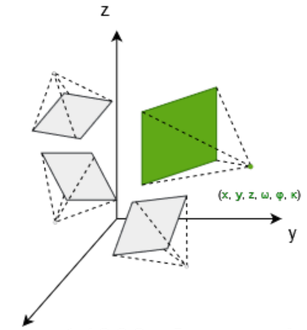
Distribution temporelle

date d'acquisition :
JJ-MM-AAAA HH:MM:SS



Localisation spatiale

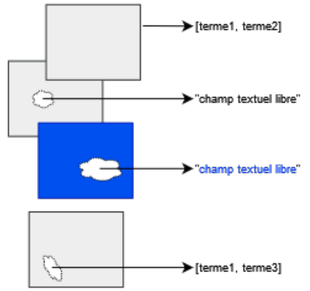
coordonnées spatiales :
(x, y, z, ω, φ, κ)



14000 observations localisées

Caractérisation sémantique

description,liste de termes:
"champ textuel libre", [termes]



10,400 concepts

- Thésaurus nDame
- Typologie/Nomenclature spatiale de Notre-Dame
- Types d'objets et d'artéfacts
- Thésaurus du groupe de travail sur les données numériques
- Architecture (Jean-Marie Pérouse de Montclos)
- Techniques d'analyse et d'examen (TAPAC)
- Thésaurus des activités de conservation et de restauration (TACR)
- Éléments pour la description des couches stratigraphiques
- Types de matériaux
- Thésaurus du LRMH

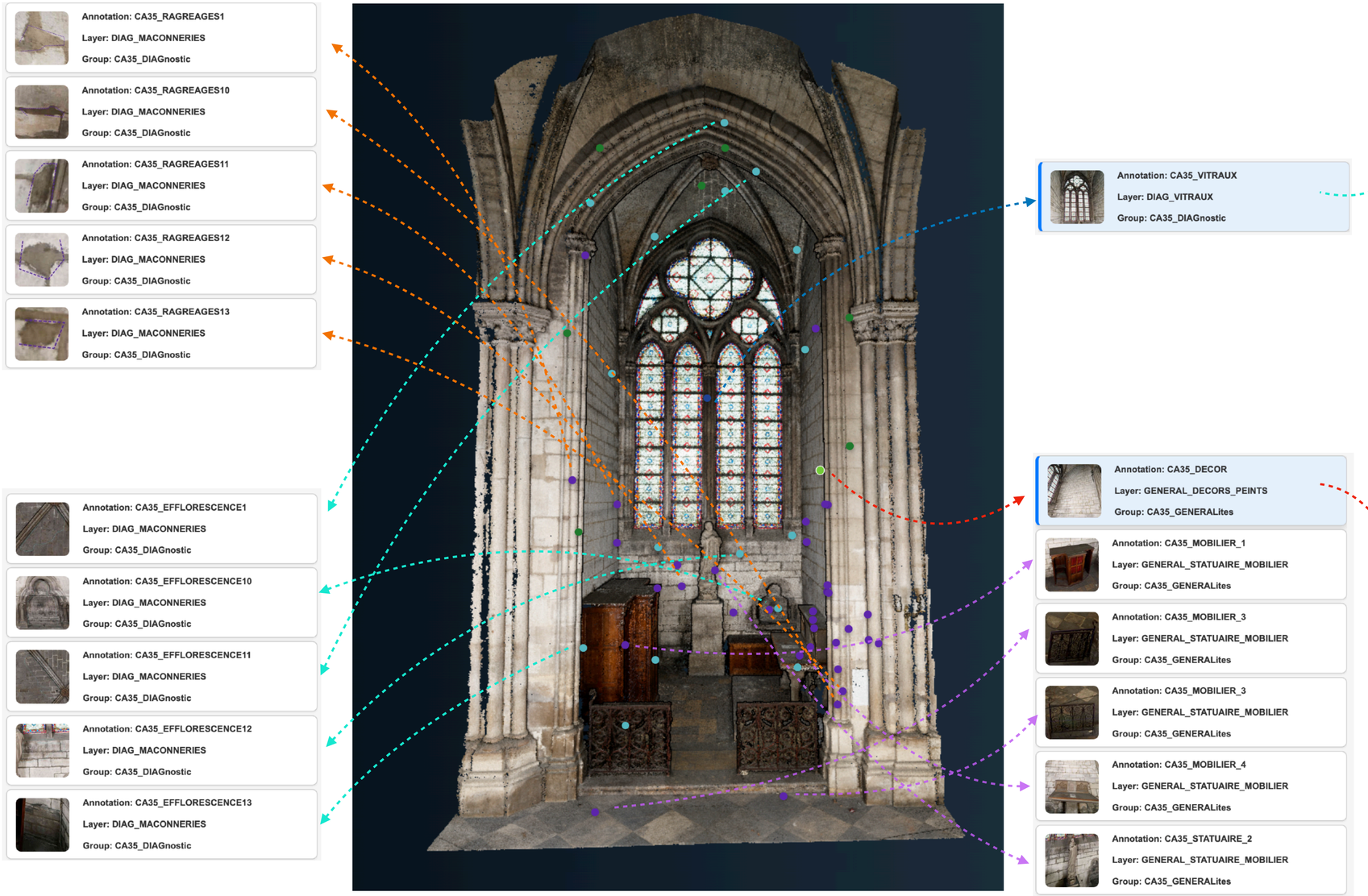
Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Données sur histoire de l'art, étude des restaurations antérieures, diagnostique, interventions projetées, travaux de restauration

Commentaire *(note)*: Infiltrations et efflorescences salines

Général *(note)*: DECONTAMINATION : . Aspiration par corps d'état des zones stables selon le protocole LRMH (sol, décors peints, vitraux, grille de clôture, mobilier et statuaire). Dépoussièrage par aspiration THE et brosse douce ou au pinceau. MACONNERIES ET SCULPTURES : . Préconsolidation de la maçonnerie et des éléments de sculpture fragilisés ou instables. . Purge des parties pulvérulentes, instables ou non conservables ; purge des joints en plâtre, en ciment ou non adhérents. . Nettoyage et dépollution des parements avec latex sans complexants ; nettoyage des taches résiduelles et des joints au laser. . Dessalement par compresses adaptées à la porosité de la pierre ; prélèvement pour analyse des taux de sels solubles après chaque cycle. . Traitement d'harmonisation d'ensemble par eau de chaux ou eau forte légèrement teintée.

Source de l'annotation *(note)*: CATHEDRALE NOTRE-DAME DE PARIS - Etude de Diagnostic à la suite de l'incendie du 15 avril 2019 Philippe VILLENEUVE, Rémi FROMONT, Pascal PRUNET, Architectes en Chef des Monuments Historiques - Décembre 2020



Nom *(text)*: BAIE 33 : VEGETAL

Panneaux de vitraux - Auteur *(text)*: Coffetier

Panneaux de vitraux - Date *(text)*: XIXème siècle

Panneaux de vitraux - Etat de conservation *(text)*: Panneaux en place. Etat passable. Sales

Panneaux de vitraux - Thème iconographique *(text)*: Végétal. Motifs géométriques de rinceaux et entrelacs, motif central cercle bleu et losange rouge, bordure végétale polychrome.

Panneaux de vitraux - Type *(text)*: Verrière géométrique en grisaille polychrome

Source de l'annotation *(note)*: CATHEDRALE NOTRE-DAME DE PARIS - Etude de Diagnostic à la suite de l'incendie du 15 avril 2019 Philippe VILLENEUVE, Rémi FROMONT, Pascal PRUNET, Architectes en Chef des Monuments Historiques - Décembre 2020

Description

Décor peint *(note)*: VIOLLET-LE-DUC, Eugène - OURADOU, Maurice, Cathédrale Notre-Dame de Paris : Chapelle Saint-Charles, Fond du Musée d'Orsay

Scène représentée *(note)*: Chapelle Saint-Charles

Source de l'annotation *(note)*: CATHEDRALE NOTRE-DAME DE PARIS - Etude de Diagnostic à la suite de l'incendie du 15 avril 2019 Philippe VILLENEUVE, Rémi FROMONT, Pascal PRUNET, Architectes en Chef des Monuments Historiques - Décembre 2020

Attached Files



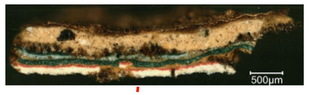
CA35_DecorPeint.png
(image/png)
Download

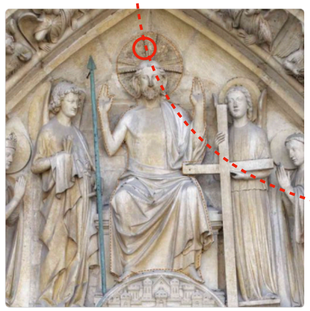


CA35_Photographies.png
(image/png)
Download

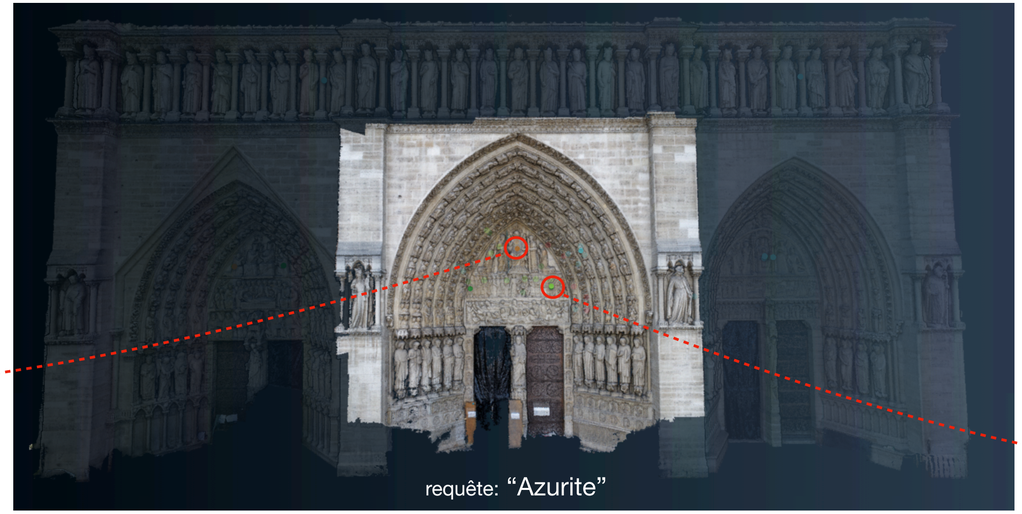
Tisser les regards, les données et les connaissances : l'exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Données du Groupe de Travail "Décor" - S. Duchêne (LRMH)

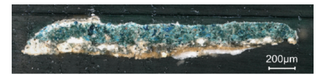


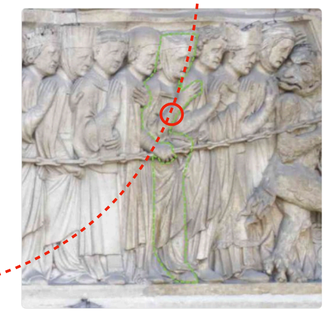


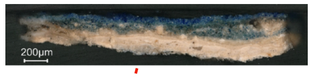
Couche 1 *(text)*: Blanc de plomb
Couche 10 *(text)*: Or
Couche 2 *(text)*: Vermillon
Couche 3 *(text)*: ocre jaune
Couche 4 *(text)*: Couche vert d'eau foncée (cuivre)
Couche 5 *(text)*: Couche blanche-bleutée (azurite)
Couche 6 *(text)*: Vert-bleu cuivre
Couche 7 *(text)*: Couche brune
Couche 8 *(text)*: Blanc de plomb ; silico-aluminates ; noir de charbon
Couche 9 *(text)*: Mixtion grasse
Datation présumée *(text)*: Polychromie ancienne
Date de prélèvement *(text)*: 1969-06
Date du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 1970
Localisation (normalisée) *(text)*: Portail du jugement dernier ; tympan ; registre supérieur
Localisation précise (champs libre) *(text)*: Nimbe du Christ ; dorure
Nature de la pierre (établie d'après les rapports pétrographiques) *(text)*: /
Numéro de coupe *(text)*: 400
Numéro de prélèvement *(text)*: Prélèvement ND1
Numéro du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 1D
Remarques et observations *(text)*: Coupe à regarder en cathodo-luminescence
Support *(text)*: /

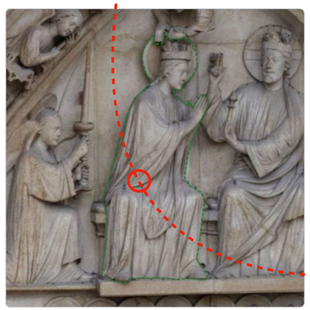


Couche 1 *(text)*: Blanc de plomb
Couche 2 *(text)*: Ocre jaune
Couche 3 *(text)*: Azurite
Couche 4 *(text)*: Encrassement
Couche 5 *(text)*: /
Couche 6 *(text)*: /
Datation présumée *(text)*: Polychromie ancienne
Date de prélèvement *(text)*: 1983
Date du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 1984-01-27
Localisation (normalisée) *(text)*: Portail du Jugement dernier ; tympan ; registre inférieur
Localisation précise (champs libre) *(text)*: Quatrième damné en partant de la droite ; bras
Nature de la pierre (établie d'après les rapports pétrographiques) *(text)*: /
Numéro de coupe *(text)*: 2263
Numéro de prélèvement *(text)*: Prélèvement 7 (réétudié en 1994 pour les coupes 14a et 14b)
Numéro du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 403B
Remarques et observations *(text)*: En plus de la stratigraphie restituée ici, on observe (loupe binoculaire) vraisemblablement une couche grise entre l'ocre jaune et l'azurite
Support *(text)*: /

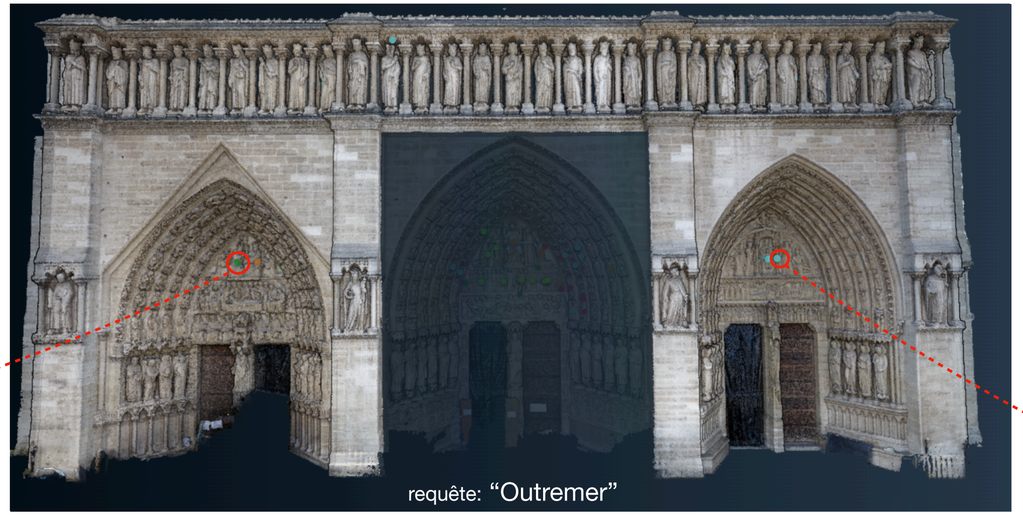




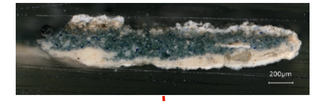


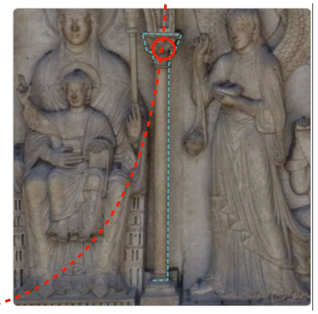


Couche 1 *(text)*: Blanc de plomb ; carbonate de calcium
Couche 2 *(text)*: Blanc de plomb ; silico-aluminates ; noir de charbon
Couche 3 *(text)*: Outremer ; blanc de plomb
Couche 4 *(text)*: Outremer
Couche 5 *(text)*: /
Couche 6 *(text)*: /
Datation présumée *(text)*: Polychromie ancienne
Date de prélèvement *(text)*: 1994-03-29
Date du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 1994-09-21
Localisation (normalisée) *(text)*: Portail de la Vierge ; tympan ; registre supérieur
Localisation précise (champs libre) *(text)*: Vêtement de la Vierge ; sous la manche ; bleu
Nature de la pierre (établie d'après les rapports pétrographiques) *(text)*: Liais
Numéro de coupe *(text)*: 4866
Numéro de prélèvement *(text)*: Prélèvement 6
Numéro du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 403D
Remarques et observations *(text)*: Sous éclairage bleu profond, la deuxième couche de blanc de plomb est plus fluorescente
Support *(text)*: /



Couche 1 *(text)*: Blanc de plomb ; outremer
Couche 2 *(text)*: Outremer ; blanc de plomb
Couche 3 *(text)*: Blanc de plomb ; carbonate de calcium ; outremer
Couche 4 *(text)*: /
Couche 5 *(text)*: /
Datation présumée *(text)*: Polychromie ancienne
Date de prélèvement *(text)*: 1999-09
Date du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 2000-01-10
Localisation (normalisée) *(text)*: Portail Sainte-Anne ; tympan ; registre supérieur
Localisation précise (champs libre) *(text)*: Décor architecturé entourant la Vierge en majesté ; chapiteau à gauche de la Vierge ; bleu
Nature de la pierre (établie d'après les rapports pétrographiques) *(text)*: Cliquart ?
Numéro de coupe *(text)*: 6987
Numéro de prélèvement *(text)*: Prélèvement 11A
Numéro du rapport dans lequel le prélèvement est analysé *(text)*: 403H
Remarques et observations *(text)*: /
Support *(text)*: Pierre

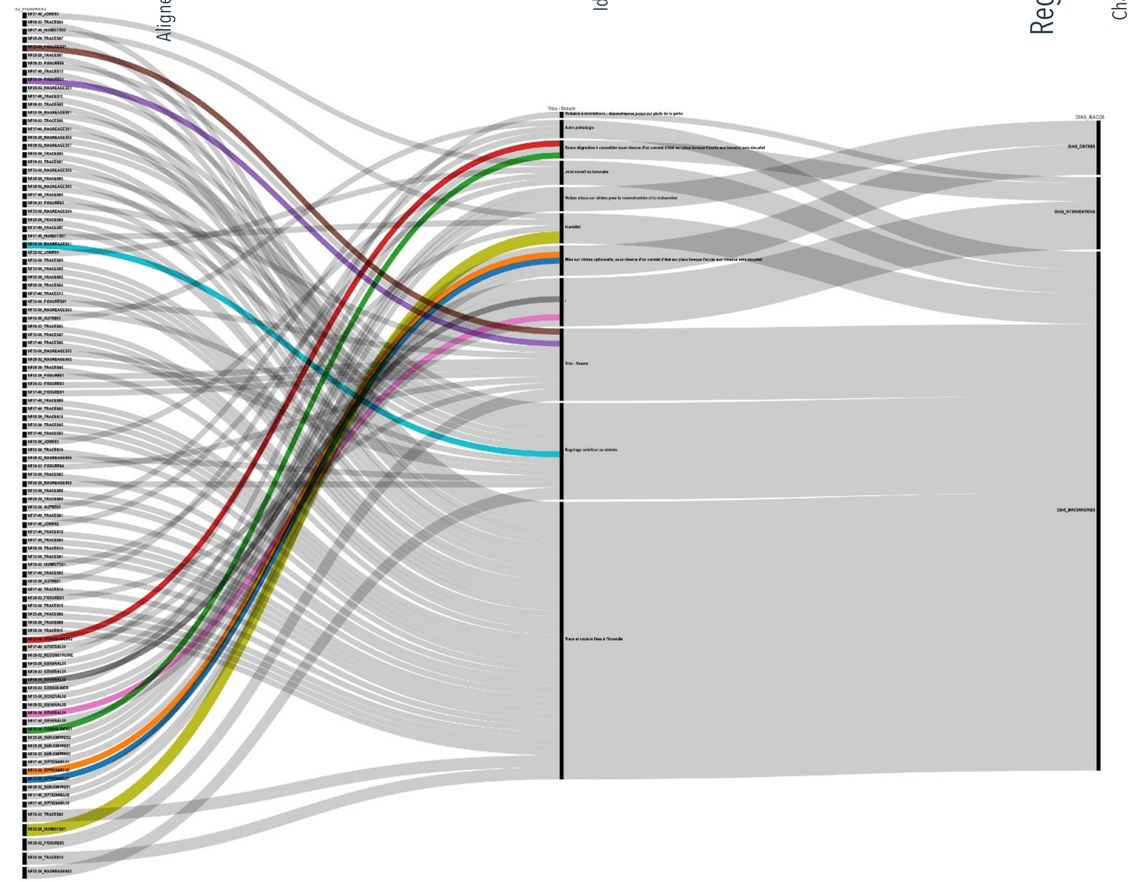




Tisser les regards, les données et les connaissances : l’exemple du chantier scientifique sur Notre Dame de Paris

Couches d’observation et interprétation







Portion d’espace physique

Nouvelles tensions

Nouvelles tensions

Liens entre états matériels et numériques

- Un même élément, deux processus :
  → anastylose numérique des fragments
  → reconstruction physique de l'objet

- Deux états distincts :
  → un objet fragmenté, documenté
  → un object reconstruit, fonctionnel

- Ces états ne s'excluent pas
  → ils coexistent et se répondent

- Le modèle numérique ne remplace pas l'objet
  → il permet leur mise en relation











Nouvelles tensions

Des objets aux connaissances

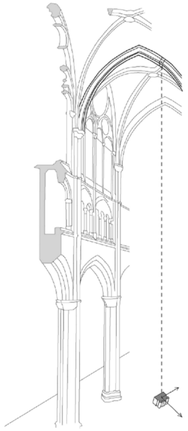
- Une anastylose physique et numérique des claveaux
  → reconstruction de la géométrie et des techniques médiévales

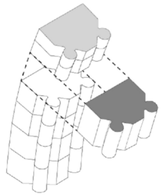
- Une analyse multi-critères :
  → position de chute, dimensions, encoches, signes lapidaires…

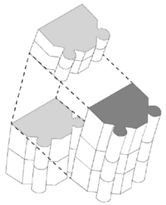
- Les claveaux ne sont pas réutilisés dans la restauration
  → mais restent des objets patrimoniaux à conserver et exposer

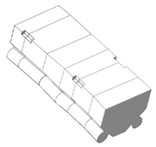
- La connaissance produite ne disparaît pas
  → elle est structurée dans le modèle numérique

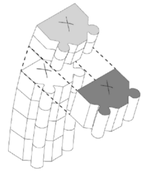
- Le modèle devient un support évolutif
  → enrichissable par de nouveaux études


Approximated fall location

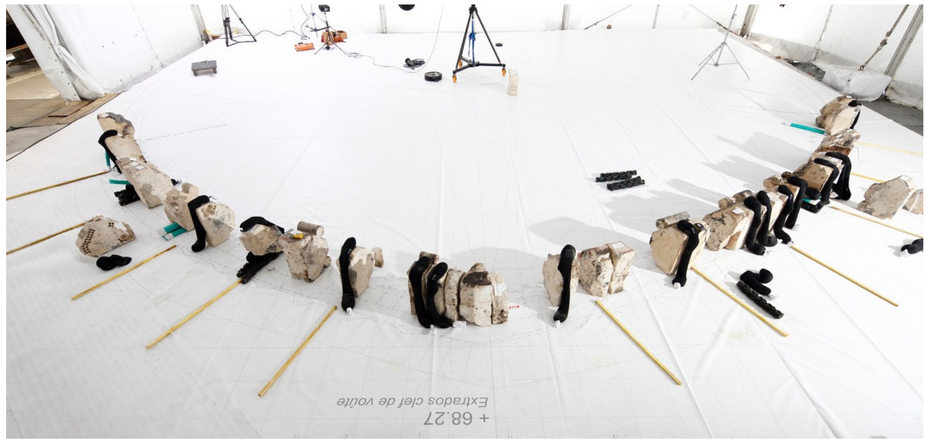

Voussoir width comparison


Voussoir series


Notches features


Cross lapidary marks

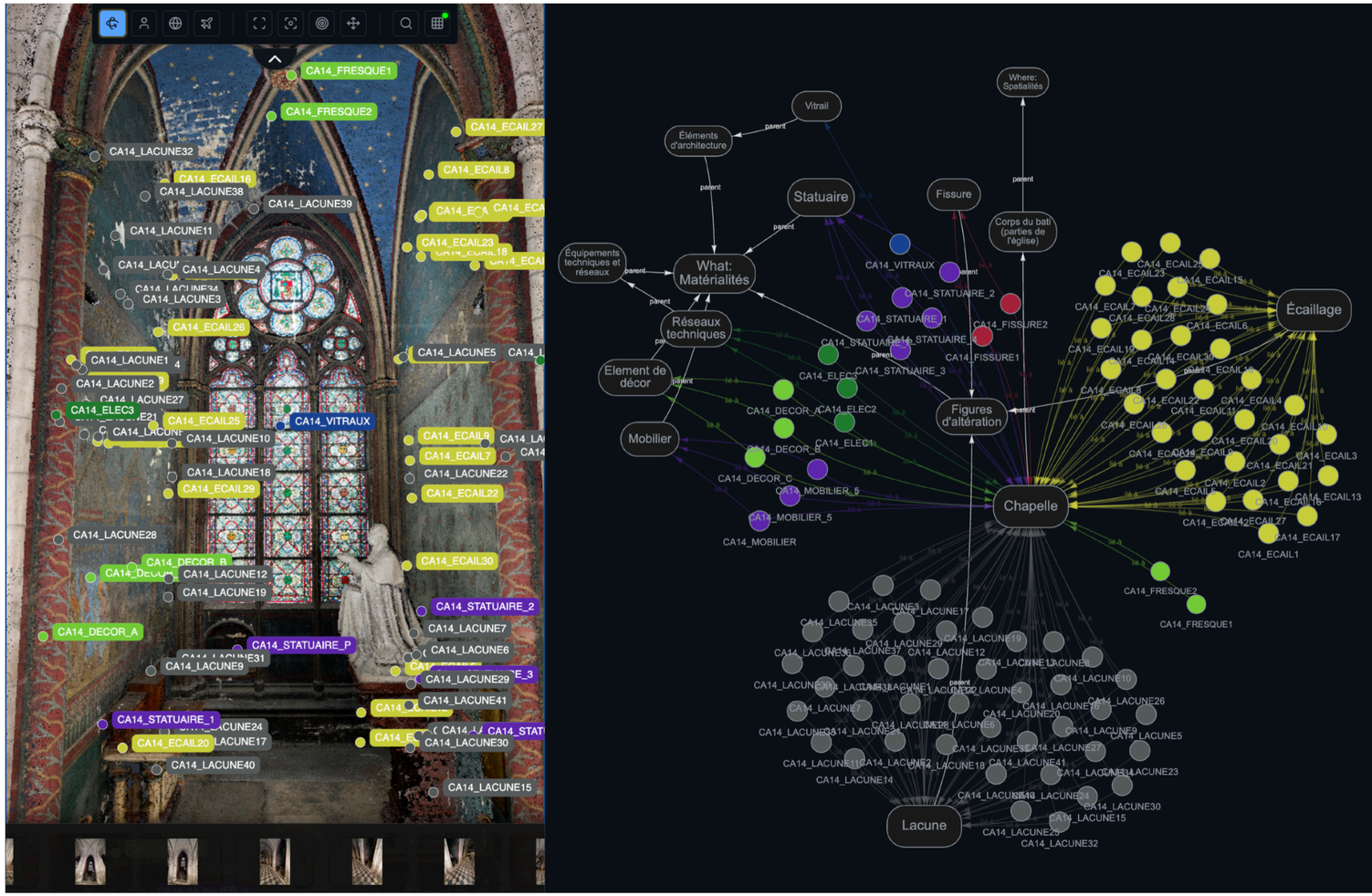




Nouvelles tensions

Questions d’intelligence …

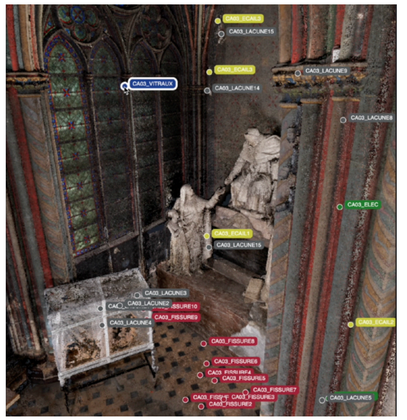
- Une production de connaissance désormais distribuée
  → entre intelligence humaine, collective et artificielle
- L’intelligence humaine reste centrale
  → interprétation, contextualisation, sens
- Le numérique structure une intelligence “connective”
  → mise en relation des données, modèles, annotations et acteurs
- L’IA amplifie les capacités d’analyse
  → exploration de grands corpus
- Nouvelles questions critiques :
  → qualité et provenance des données
  → interprétation des résultats
  → transparence des algorithmes

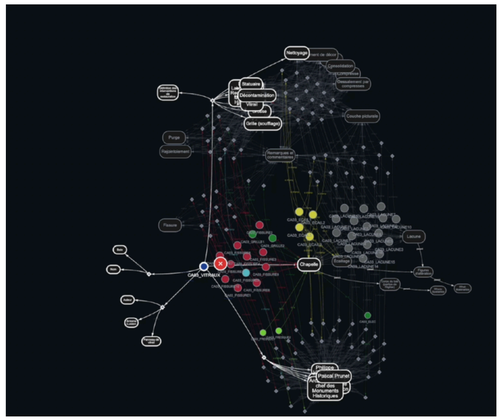


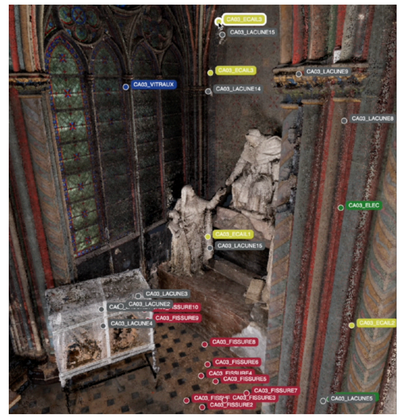
Nouvelles tensions

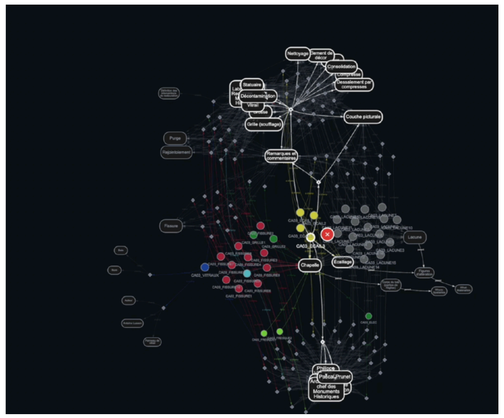
Un déplacement des notions fondamentales

- Nous ne changeons pas de notions – nous changeons de cadre
- Fidélité vs interprétation → toute représentation est une construction
- Unicité vs multiplicité → coexistence de plusieurs versions
- État vs continuité temporelle → navigation entre temporalités
- Autorité distribuée → articulation des intelligences









L'authenticité se déplace : de la matérialité de l'objet → vers la transparence des processus

Vers une ‘matérialité relationnelle’

Vers une ‘matérialité relationnelle’

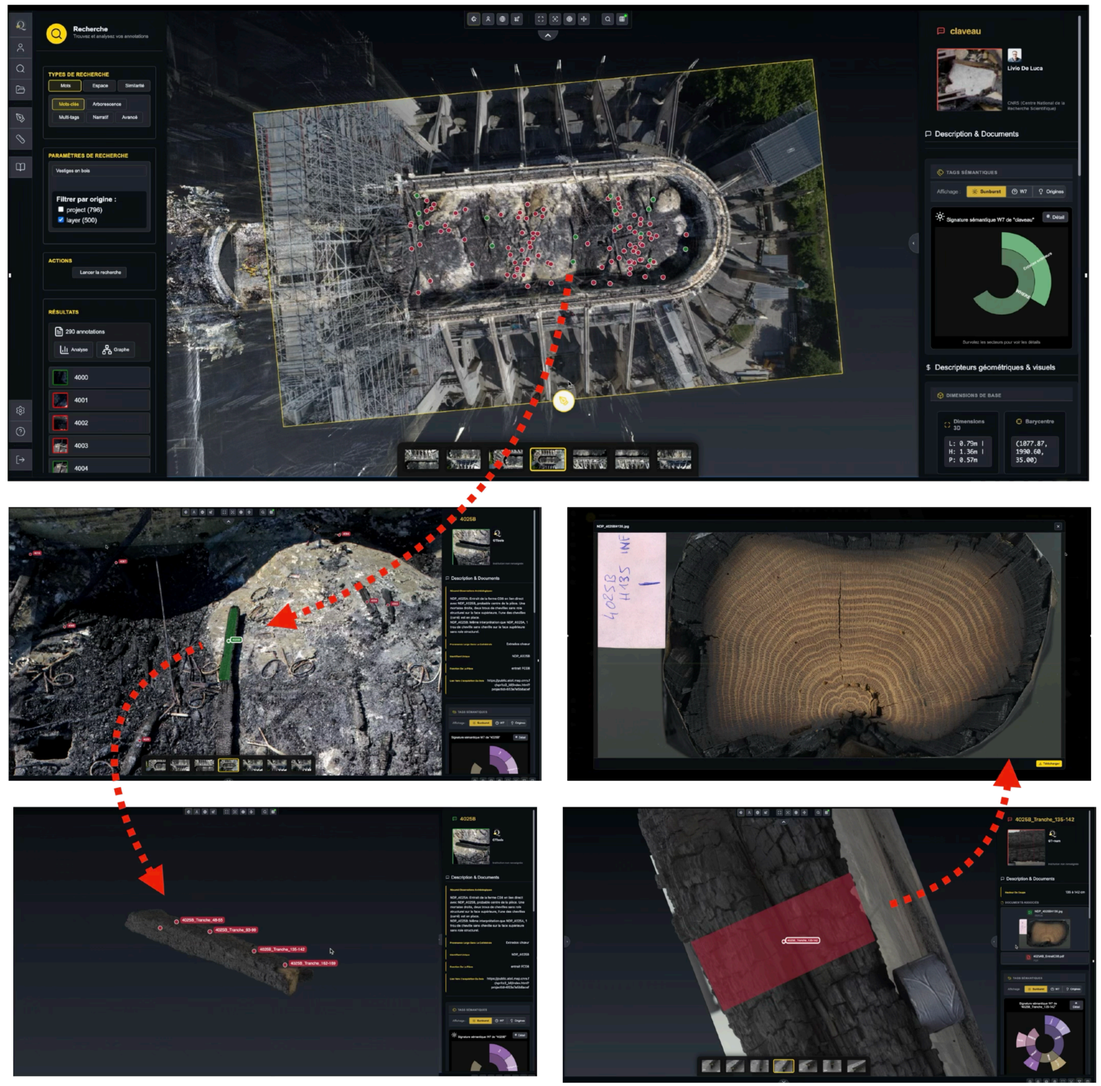
Des régimes de patrimoine en interaction

- Le patrimoine n’est pas une réalité homogène → plusieurs régimes coexistent
  - Matériel : objets, monuments, supports physiques
  - Immatériel : pratiques, savoir-faire, transmissions
  - Éphémère : événements, états transitoires
  - Nativement numérique : données, modèles, environnements interactifs
- Ces catégories ne sont pas étanches → elles se recoupent et s’entrelacent
- Le numérique peut agir comme une interface → il relie et organise leur coexistence

Vers une ‘matérialité relationnelle’

Rendre l’éphémère observable

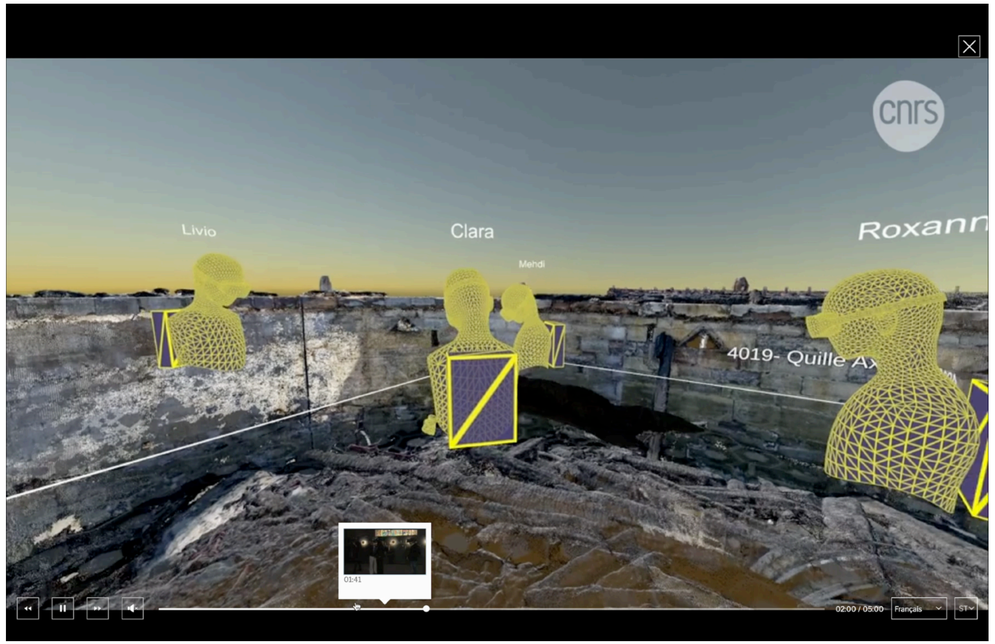
- Le patrimoine éphémère → instable, contextuel, souvent sans trace complète
- Difficile à saisir → fondés sur la permanence et la matérialité
- Le numérique ne fixe pas l’éphémère → il le rend observable et transmissible
- Il capte des traces, structure des données, relie des observations
- Exemple Notre-Dame → vestiges numérisés avant destruction (dendrochronologie)
- La numérisation documente un objet en train de disparaître
- Elle produit une trace à la fois scientifique et mémorielle



Vers une ‘matérialité relationnelle’

Du modèle à l’expérience

- Une numérisation peut devenir une expérience immersive et collective
- Chaque session est située et variable → dépend des données, des choix, des interactions
- On passe d’un régime de représentation → à un régime d’expérience
- Émergence de nouveaux “lieux” du patrimoine
  → numériques, hybrides, distribués
- Le patrimoine ne réside plus seulement dans l’objet
  → mais dans des environnements d’interaction



Cité de l’architecture et du patrimoine, Paris, 2021-2023

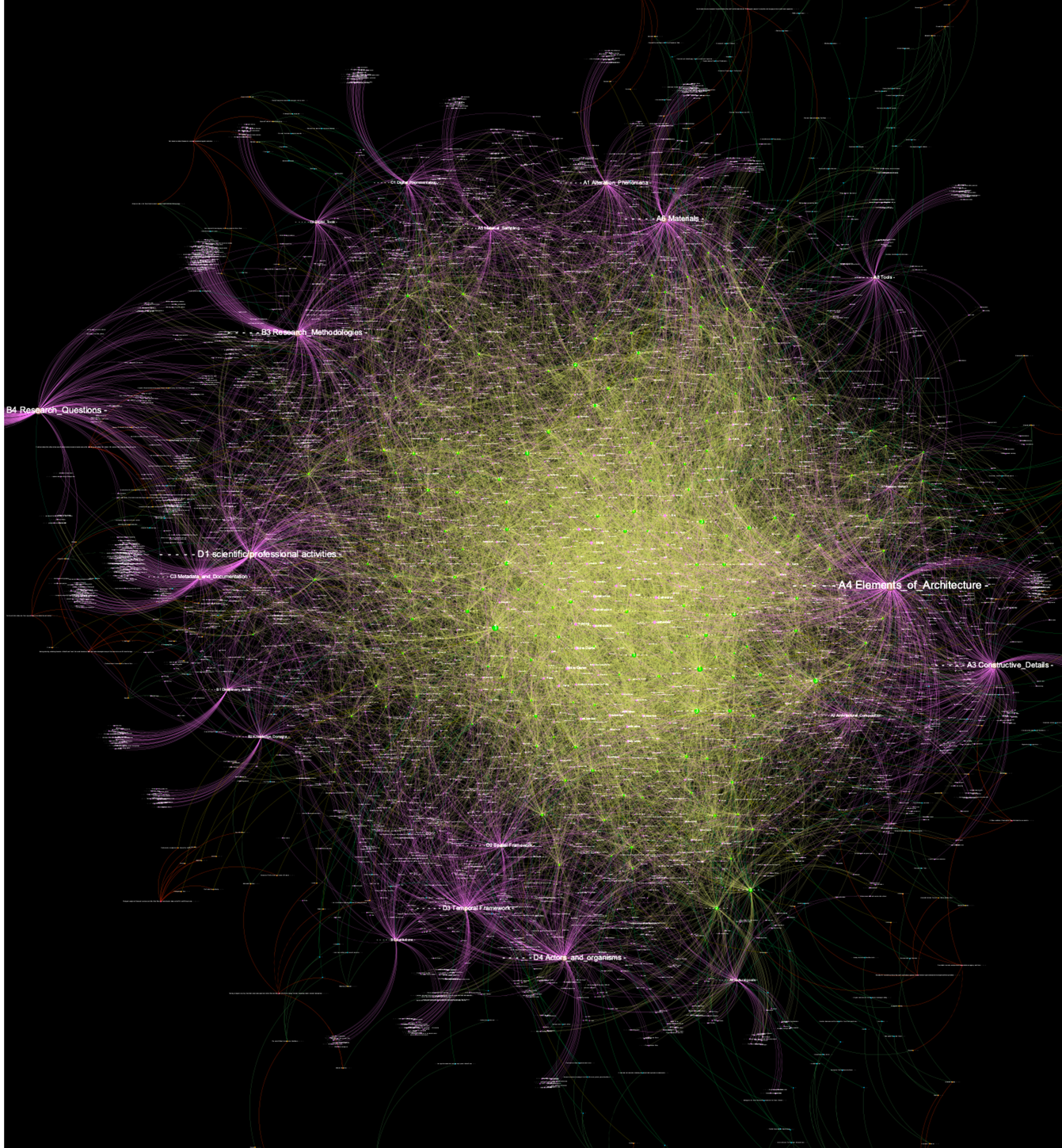


Quelque pas entre trois bureaux du laboratoire MAP, Marseille, 2025

Vers une ‘matérialité relationnelle’

- **Une nouvelle matérialité**
  - Le numérique n’est pas immatériel, Il possède une matérialité propre
    → données, structures, interfaces, infrastructures
- **Un espace de médiation**
  - Interface entre matériel, immatériel et éphémère
  - Mise en relation des données, des connaissances et des acteurs
- **Un déplacement de la conservation**
  - Conserver des objets → mais conserver des relations
  - Le patrimoine numérique est :
    → évolutif, duplicable, distribué
    → mais dépendant d’un écosystème technique instable
  - La conservation devient active
    → curation des données, des relations et de leur interprétation

Conserver le patrimoine numérique, ce n’est pas préserver des fichiers, mais maintenir les conditions de leur intelligibilité dans le temps



Conclusion

- La question : faut-il réécrire la Charte de Venise ?
- Ses principes restent pertinents → authenticité, matérialité, transmission
- Mais le contexte a changé → le patrimoine ne se limite plus à l'objet
- Il inclut désormais → données, modèles, annotations, environnements
- Passage d'un patrimoine-objet → à un patrimoine comme système de connaissance
- Il ne s'agit plus seulement de préserver la matière → mais de documenter les processus et les interprétations
- L'authenticité se déplace → vers la traçabilité, la transparence, l'explicitation
- La conservation doit inclure aussi → maintien de systèmes : données, relations, contextes

La Charte ne doit pas être réécrite – elle doit être prolongée dans un monde où le patrimoine devient connaissance.