

Les challenges de la 3D pour l'étude du patrimoine

Xavier Granier



LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences



Présentation

- **Optique**
 - Professeur @ IOGS
 - Membre du LP2N
 - Depuis 2012
- **Synthèse d'image & Co**
 - Création de l'équipe
 - 2011 – 2018
- **Comment acquérir**
 - Encore quelques enjeux pour la géométrie
 - Beaucoup de challenges pour l'apparence
- **Comment analyser**
 - Extraire des structures importantes
- **Archéologie**
 - Archéovision
 - Directeur scientifique
 - Consortium 3D
 - Coordinateur
 - Depuis 2017
- **Comment et que visualiser**
 - Styles
 - Outils pour les archéologues
 - Outils pour les musées
- **Comment et que archiver**





Un consortium pour la 3D en SHS

Création de données 3D, Usage scientifique & Conservation

Les **données 3D**, les **outils**, les **pratiques** pour la **recherche** en **SHS**

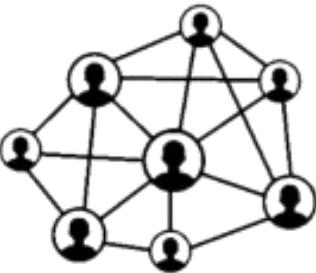
Né de l'urgence de fédérer les initiatives
à l'ère de la science ouverte



<https://shs3d.hypotheses.org>
consortium3d-coordination@services.cnrs.fr



Le réseau du Consortium 3D SHS



BUREAU



COLLABORATIONS



INTERNATIONAL



PARTENAIRES



1

Pourquoi la 3D pour étudier le patrimoine ?



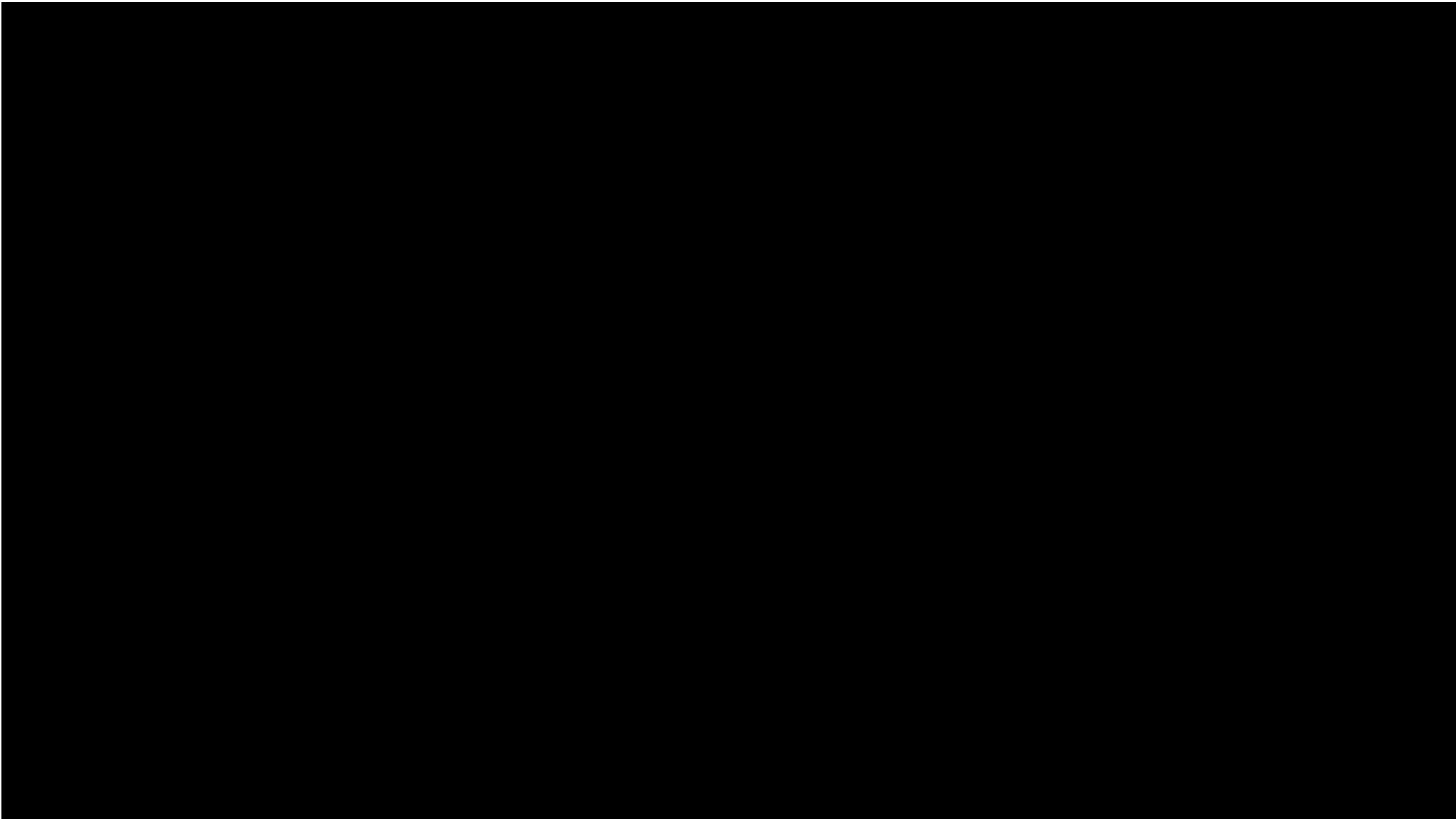
LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences



Archeovision

Accès distant et étude sans destruction

Grotte de Bruniquel – Construction artistique de néandertal



Jaubert et al.: Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France.
Nature, 2016, 534 (7605)

Voir à distance et étudier



=



« Ce que l'on voit d'un **objet réel**
doit être **visuellement identique** à ce que l'on voit sur une **réplique numérique** »

Collaborer et partager



Archives FF ARCHÉOGRID

Collaborative 3D Projects

The platform displays a grid of 3D projects:

- Cathédrale Saint-Jean-Baptiste de Béziers (2 documents)
- Notre-Dame de Paris (240 documents)
- Cathédrale St Front (226 documents)
- 3D Acquired Research Dataset (40 documents)
- Grotte IROUNGOU (762 documents)
- Cathédrale St Maurice d'Angers (30 documents)

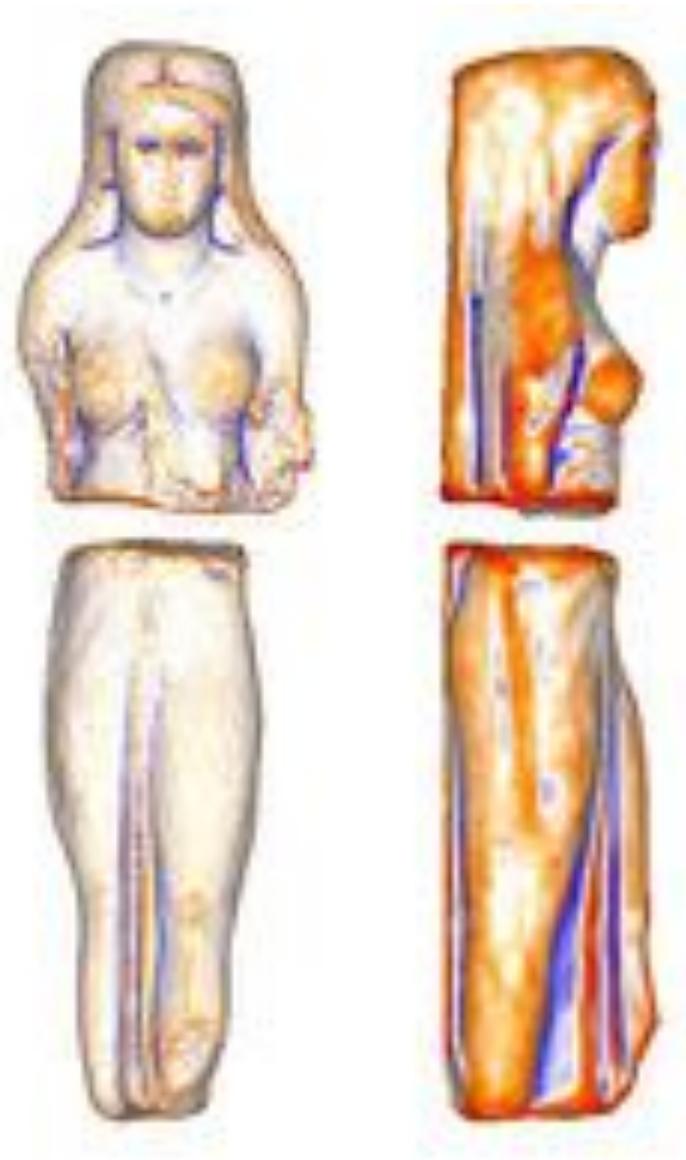
A large world map on the right shows project locations across Europe, North Africa, and the Middle East.

Navigation icons: back, forward, search, etc.

Bottom footer: © ArchéoGRID, (Archéogrid) Conditions générales d'utilisation

Réassembler

Musée maritime (Paris)



Reuter et al.: Semi-automatic 3D Acquisition and Reassembly of Cultural Heritage: The SeARCH Project.
ERCIM News, ICT for Cultural Heritage, **2011**, pp.12-13

Faire des restitutions

V. Baillet et al.. 3D for Studying Reuse in 19th Century Cairo: the Case of Saint-Maurice Residence. GCH 2021

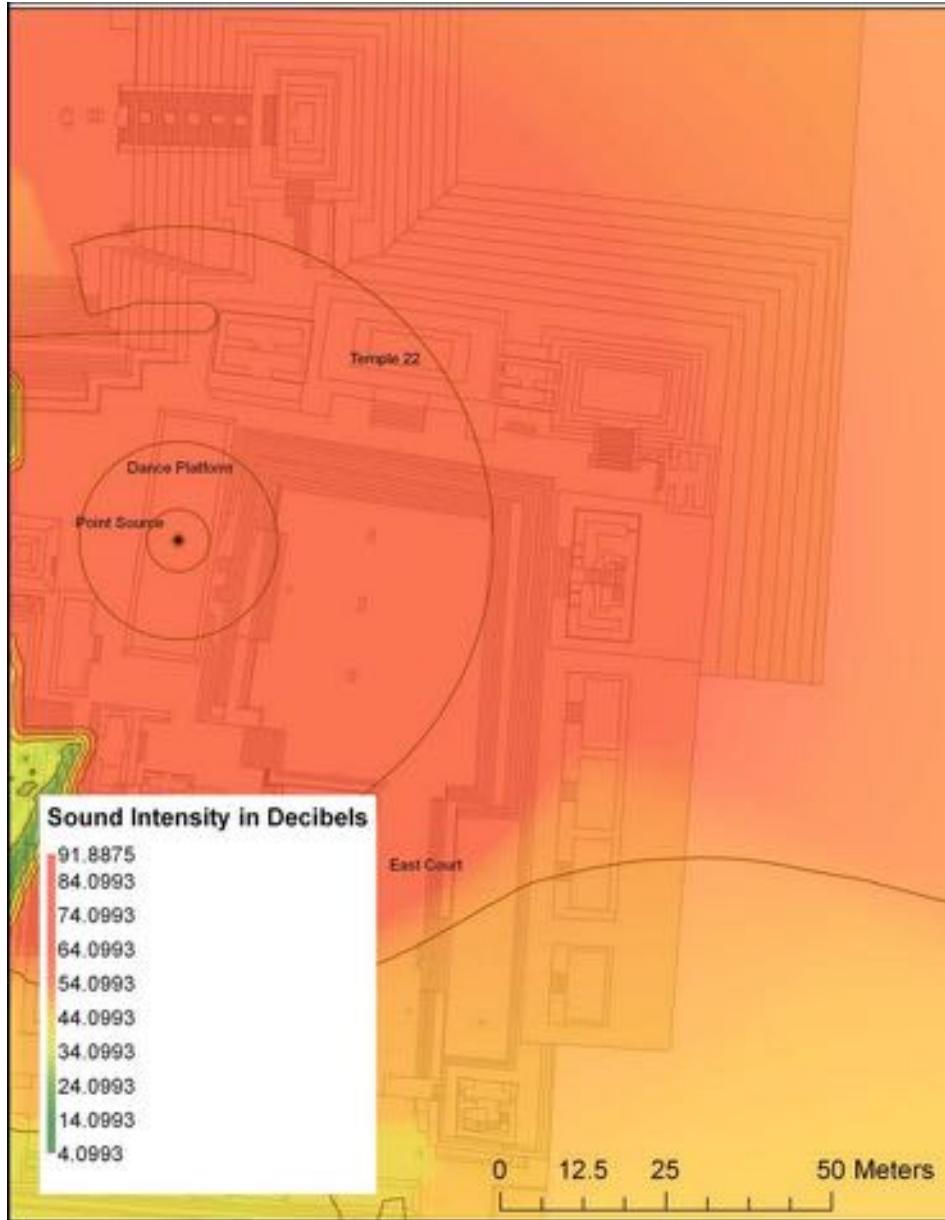


Mesure a posteriori sur des orthoimages HD

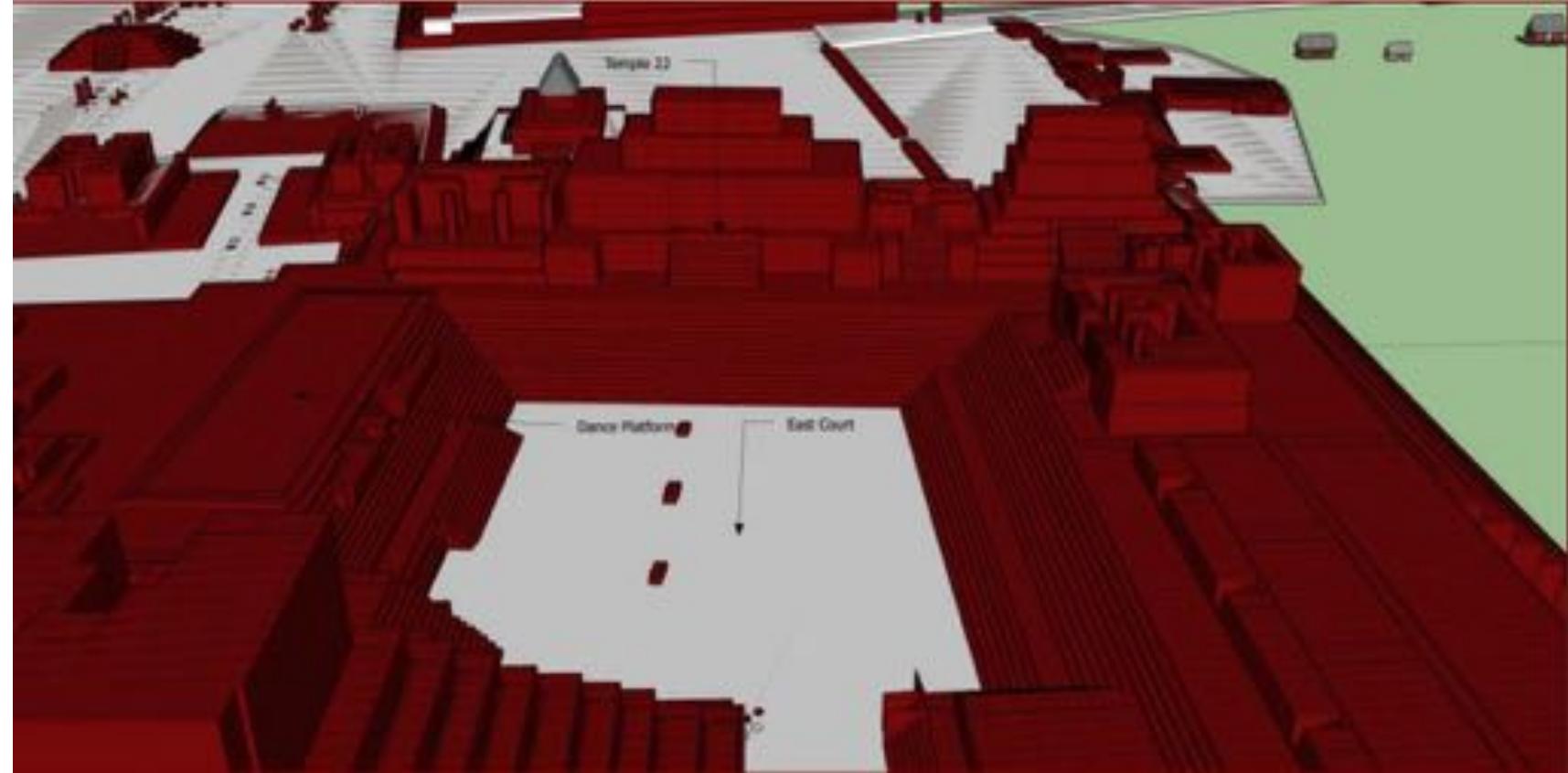


Computer Graphics restitution of the south and west walls of the triclinium 7 (Neptune & Amphitrite house - Herculaneum) from orthophotographies, of in-situ paintings and those from MANN (Vesuvia, 2014-2018)

Des simulations physiques (ex : propagation du son)

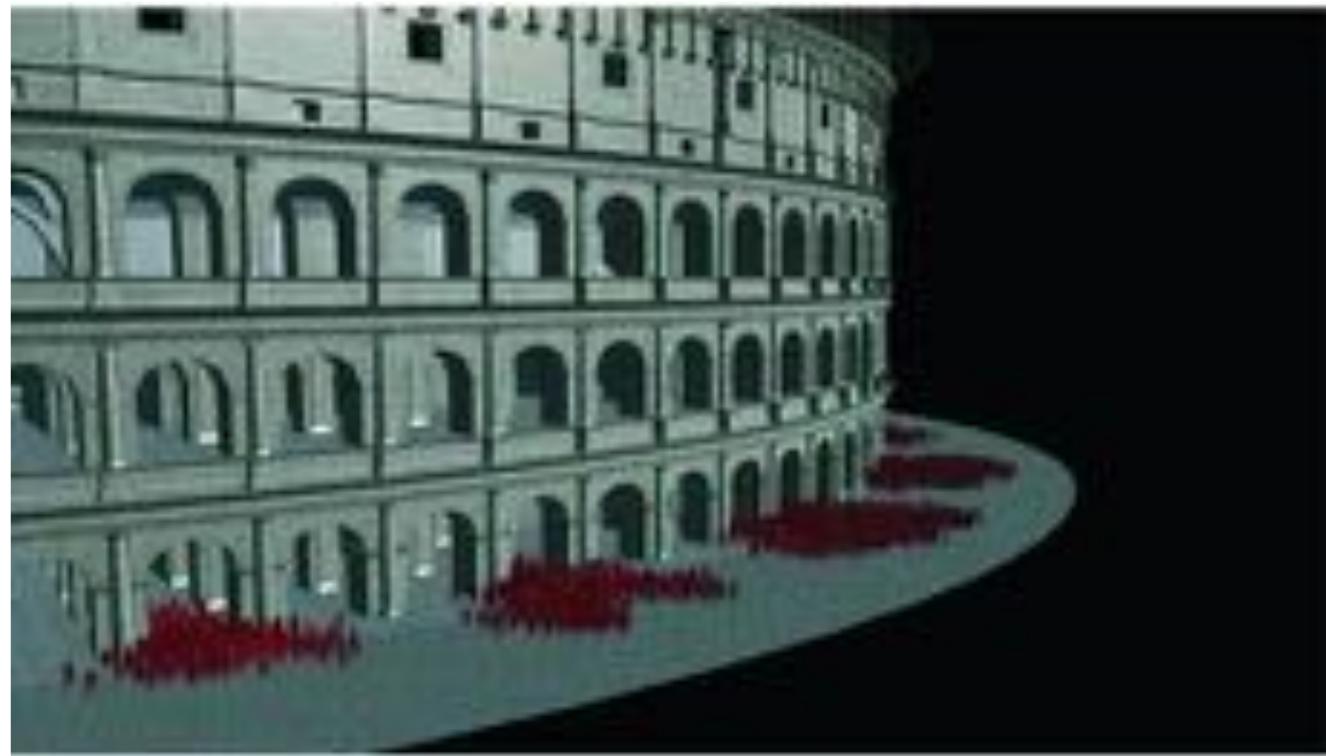


Sound Propagation from Structure 10L-1, East Court, Acropolis
3D Model of East Court (Richards-Rissetto 2013)

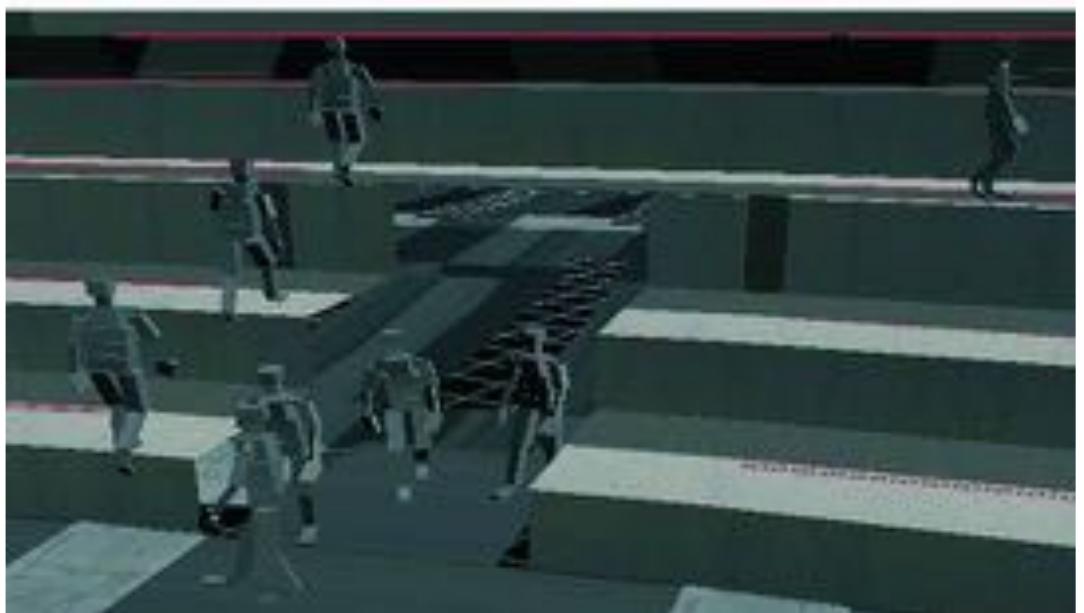


Graham Goodwin
Modeling Sound in Ancient Maya Cities: Moving Towards a Synesthetic Experience using GIS & 3D Simulation
University of Nebraska – Lincoln, 2018

Des simulations (ex: foule)



Gutierrez et al.
Virtual Crowds in a Digital Colosseum.
Virtual Retrospect, Nov 2005, Biarritz, France.



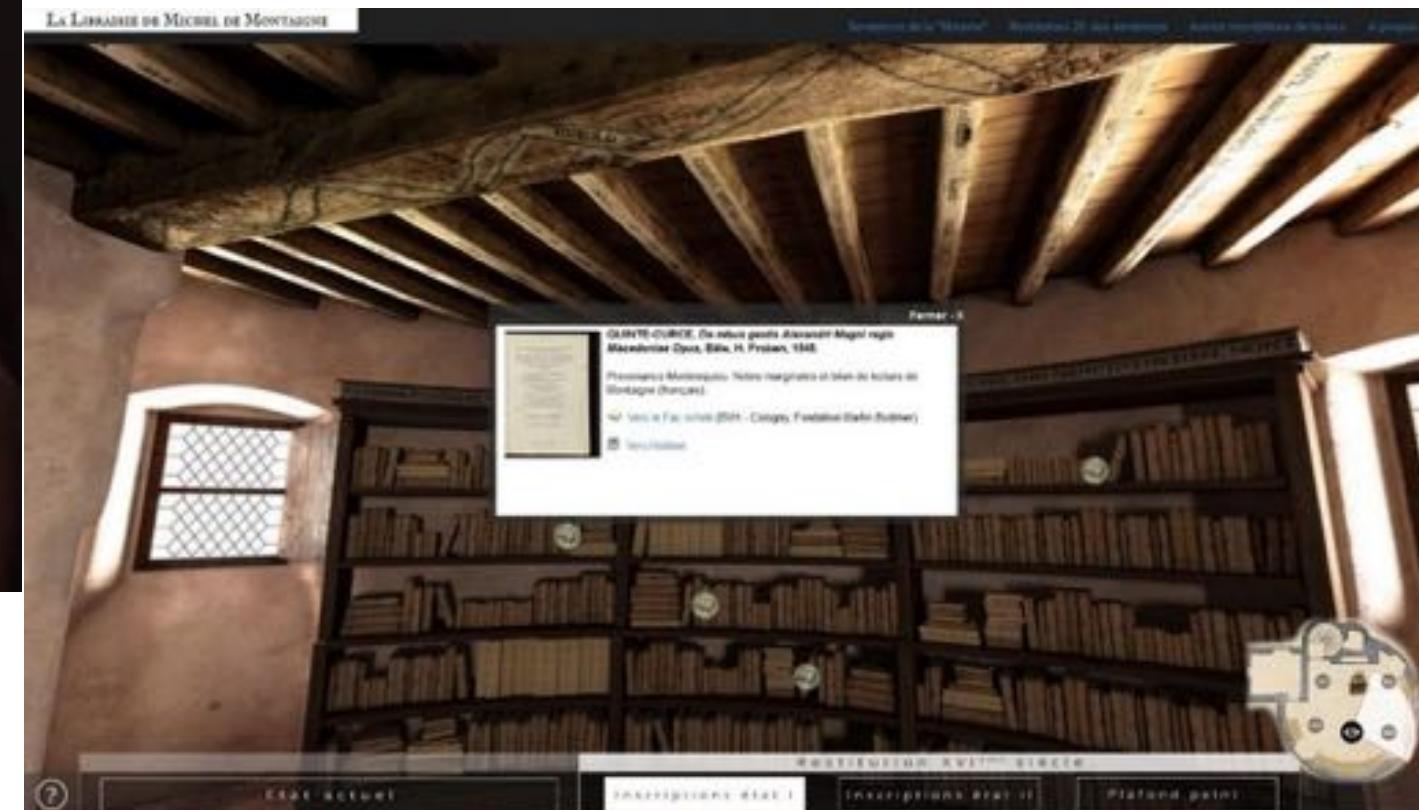
Interagir avec et valoriser



Mercati di Traiano
Museo dei Fori Imperiali



ALLARD PIERSON MUSEUM
Archeologisch Museum van de Universiteit van Amsterdam



Acquisition → ? Restitution ? → Valorisation

Debev et al.: Making “The Parthenon”, VAST, 2005

The Parthenon was completed in 432 B.C. as the crowning monument of the Athenian Acropolis.

2

Comment mesurer précisément un objet 3D ?



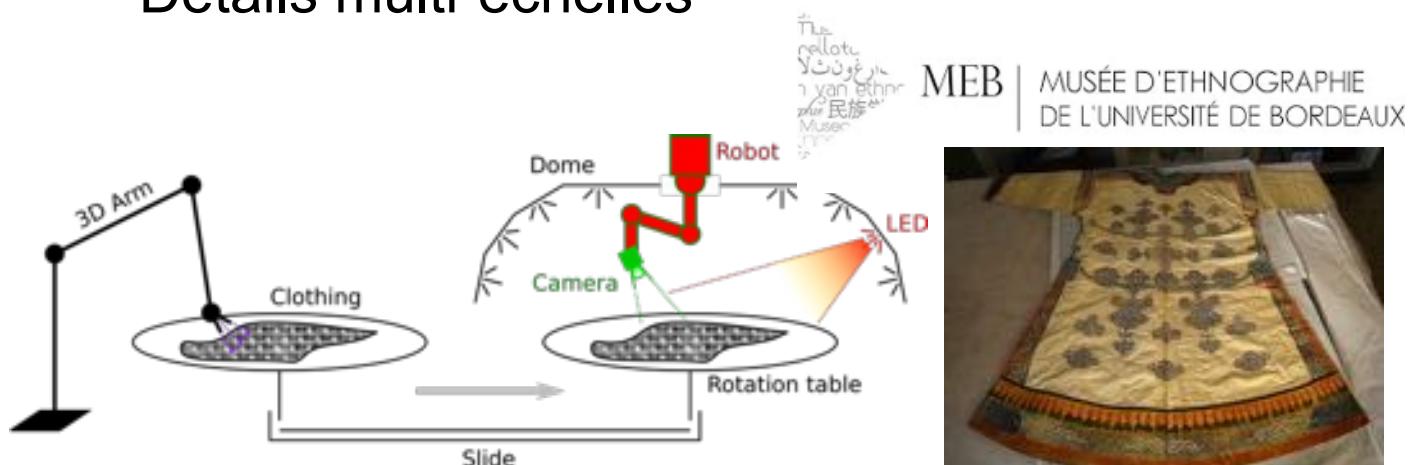
LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences



Challenges : numérisation/acquisition

Géométrie – 2D/3D

- Nombreuses solutions éprouvées
 - Lasergramétrie
 - Photométrie
 - Tomographie
- Quelques challenges encore
 - Surfaces brillantes/transparentes
 - Micro-détails
 - Détails multi-échelles



Apparence \geq 4D + Géométrie

- Des solutions en laboratoire
 - Denses – précision à définir
 - Jusqu'à des Tera-octets !
- Il faut aller sur site
 - Ex : RTI [Mytum & Peterson 2018]
 - Très faible précision



Exemple : des vêtements asiatiques du XIX

- **Collections du Musée du Trocadéro**
 - un temps déposées au Musée Guimet
- **Origine**
 - Asie centrale, d'Extrême Orient, ancienne Indochine
- **Les vêtements**
 - Du beau costume au humble vêtement quotidien
 - Témoignages de techniques, de coutumes et de conditions de vie



999.1.1 - Robe en peaux de poissons, Sibérie, Collection Leroi-Gourhan



900.12.5 – pantalon Yao, Laos

Contraintes de conservation

Éclairage limité



*Pas de contact
mécanique*

*Pas de changement de
température, d'humidité*



Technologie de mesure non-invasive : Tout optique

La coupole – ANR MATERIAL

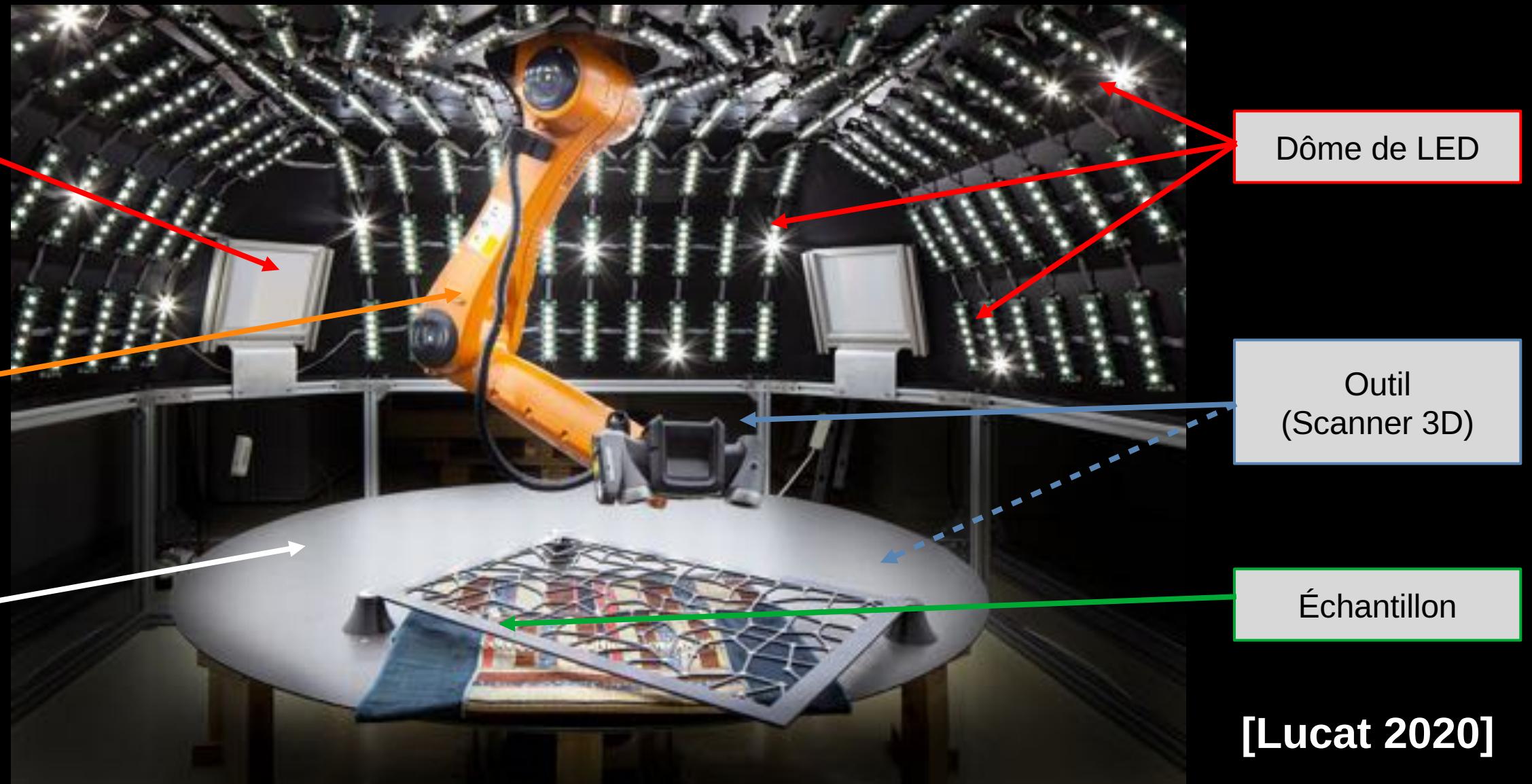
Inria

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech

cellato
ارغونثلا
yan ethnr
phue 民族
Muser

MEB

MUSÉE D'ETHNOGRAPHIE
DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX



Exploitations

Numérisations

10 textiles du musée
9 pièces d'albâtre

90 To de données

90 To de données

Tablier du général Chinois

60 cm x 30 cm



In-Situ : méthodologies

Baillet et al. GCH 2021



Archeovision:
Pascal Mora

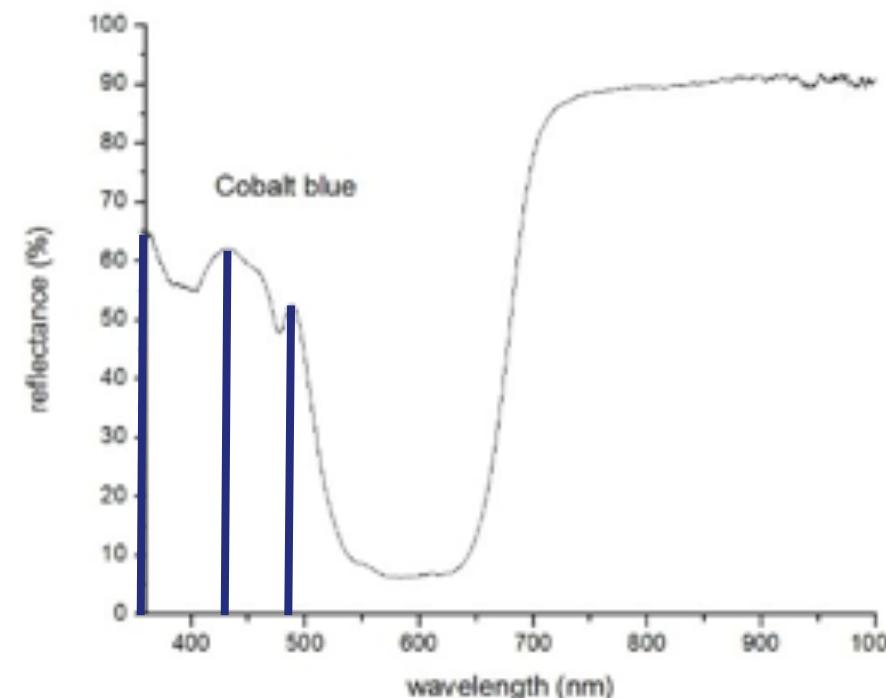


Ex. : imagerie spectrale

Baillet et al. GCH 2021



- **50 images spectrales de carreaux**
 - En cours de traitement
- **Premiers résultats**
 - Identification des pigments



A. Cosentino – FORS Spectral Database of Historical Pigments in Different Binders: *e-conservation Journal* 2, 2014, pp. 53-65

Challenges : nouveaux appareils photos

- **Doit ressembler aux « standards »**
 - Utilisable comme ceux du marché
 - Partout
 - Rapide
 - Données faciles à traiter
- **Étendre les capacités**
 - Vers l'imagerie spectrale
 - Imagerie multi-vues
 - Imagerie polarisée
 - ...

Challenges : nouveaux appareils photos

- **Doit ressembler aux « standards »**

- Utilisable comme ceux du marché
- Partout
- Rapide
- Données faciles à traiter

- **Étendre les capacités**

- Vers l'imagerie spectrale
- Imagerie multi-vues
- Imagerie polarisée

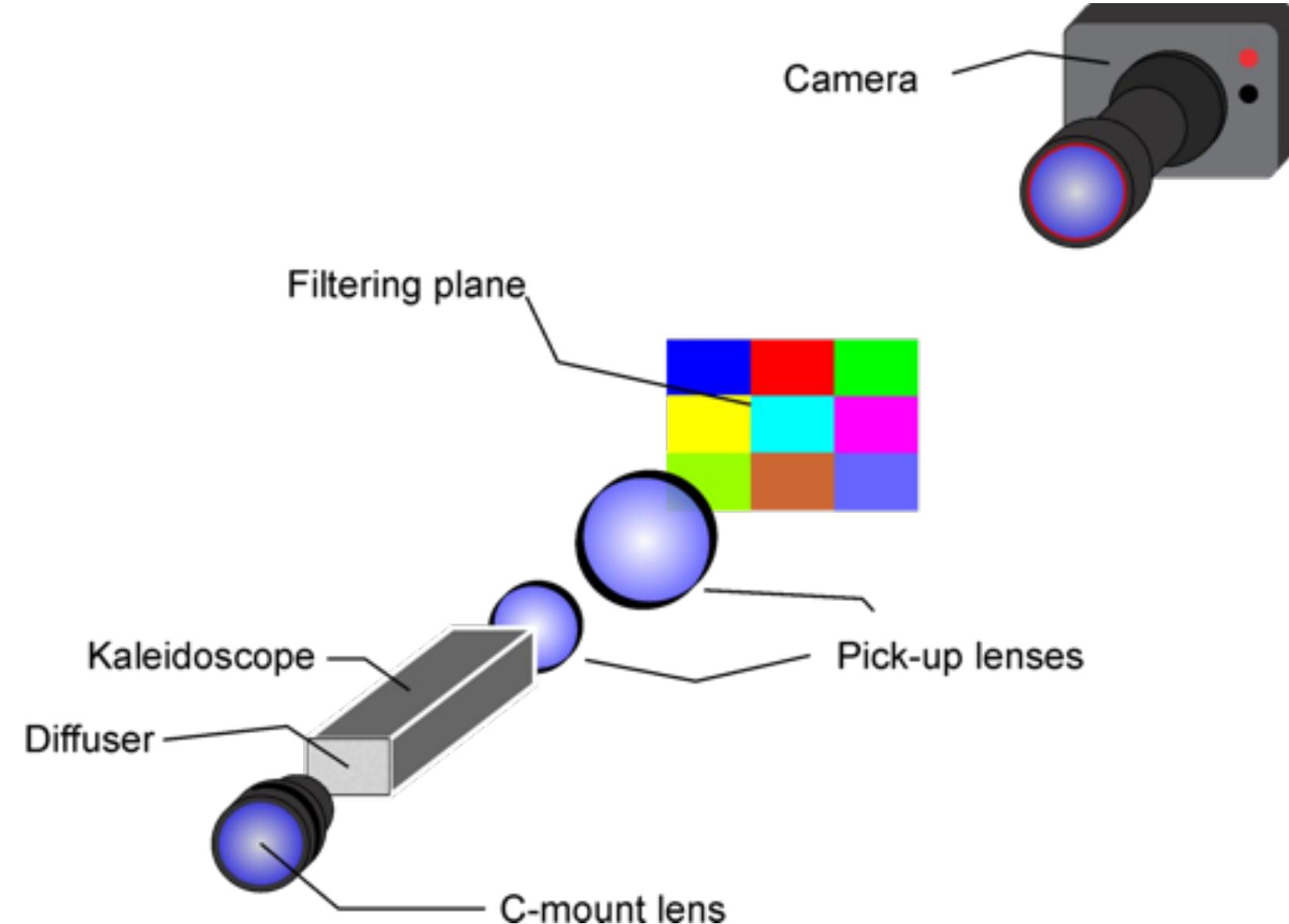
- **Vers l'imagerie plénotiques ?**



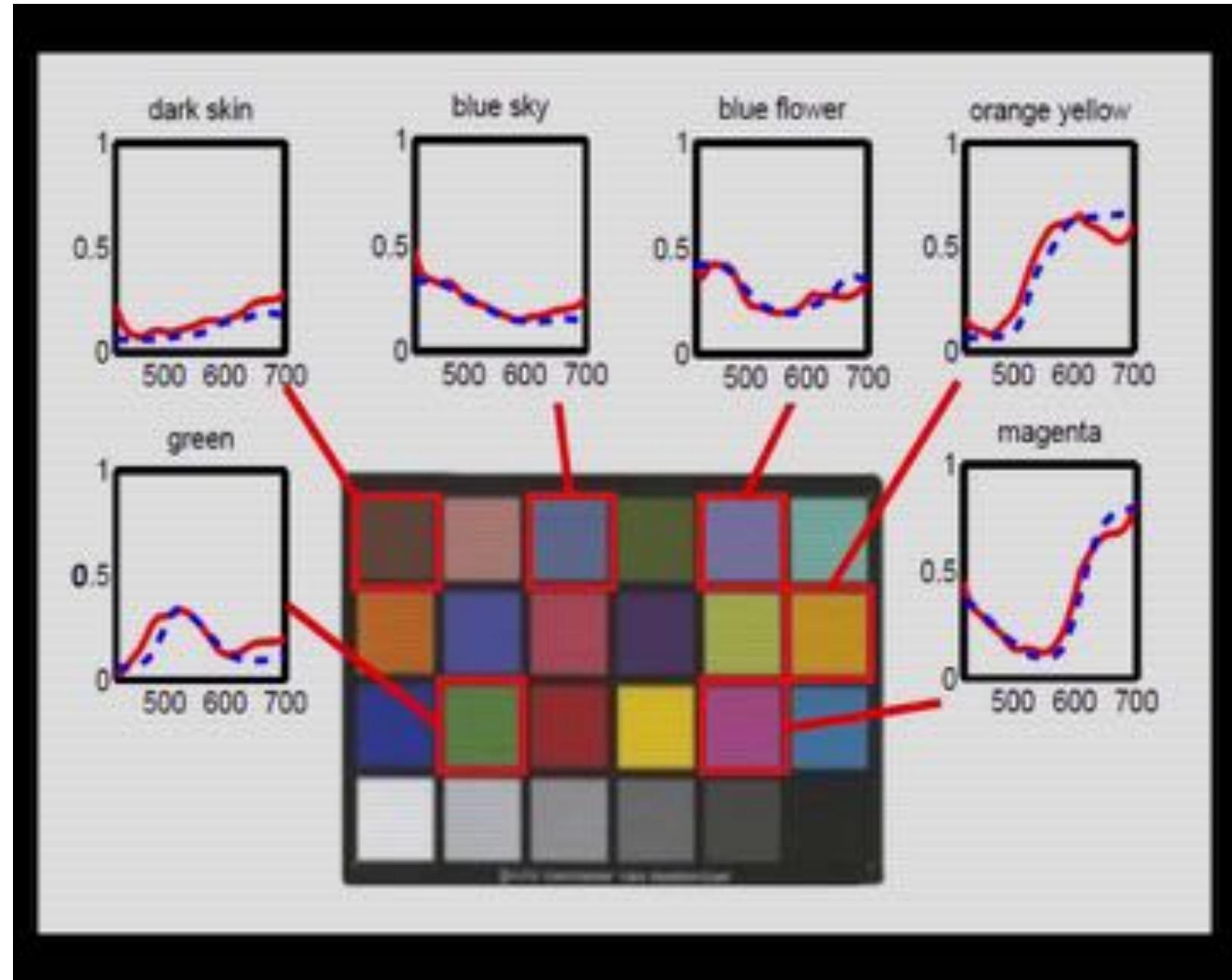
Application 1: imagerie multi-vues



Application 2: imagerie spectrale



Application 2: imagerie spectrale



3

Visualisation / Réalité augmentée spatiale



LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences



Archeovision

Réalité augmentée pour le patrimoine

- **Bien adaptée**

- Toucher sans toucher
- Pour le « story telling »
- Garde le contact avec le réel
- ...

- **Cependant**

- On doit porter des dispositifs
- Champ de vision limité
- Expérience multiutilisateurs limitée



« Illustrative Shading »



Phong Classique

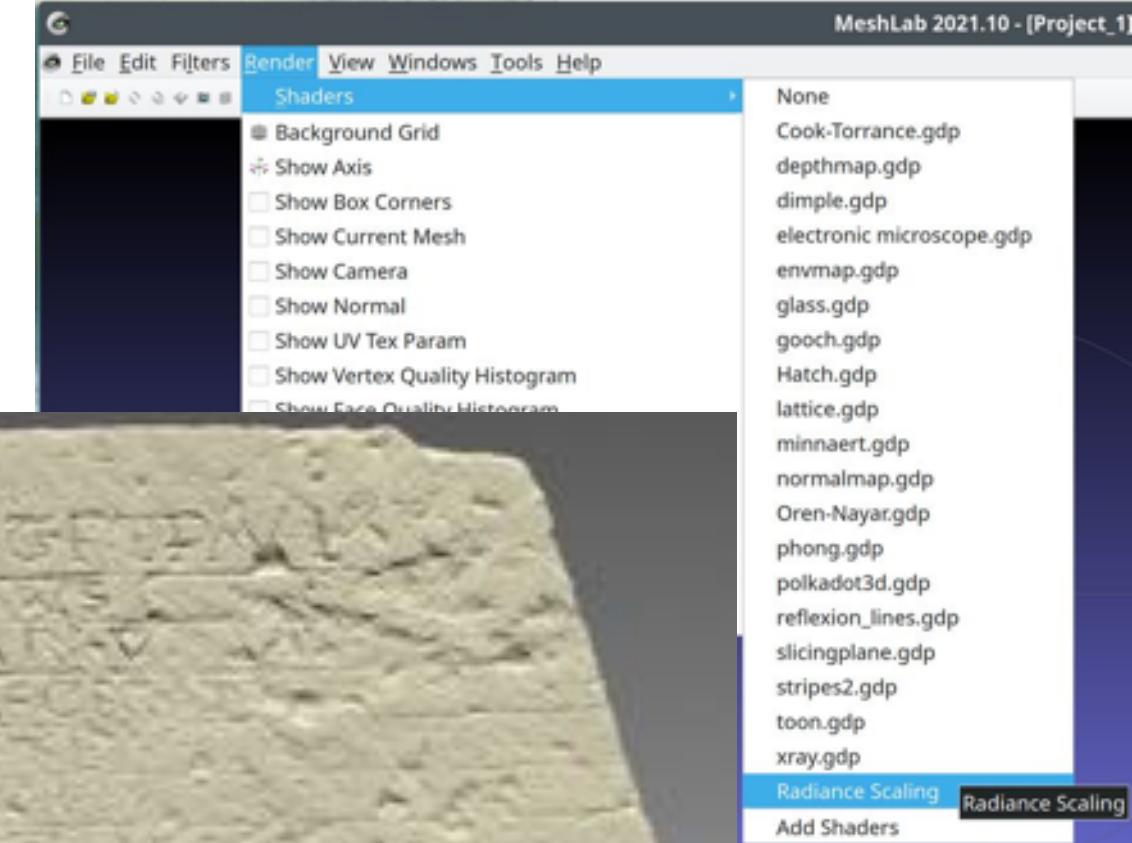


Style expressif

Modèle 3D d'Isis (phare d'Alexandrie)
Acquis par CEAlex & Archéovision

Épitaphe de St. Émilion

Vergne et al. CAA 2012



Réalité augmentée spatiale

- Du prototype au musée
 - Le monde réel comme support d'affichage



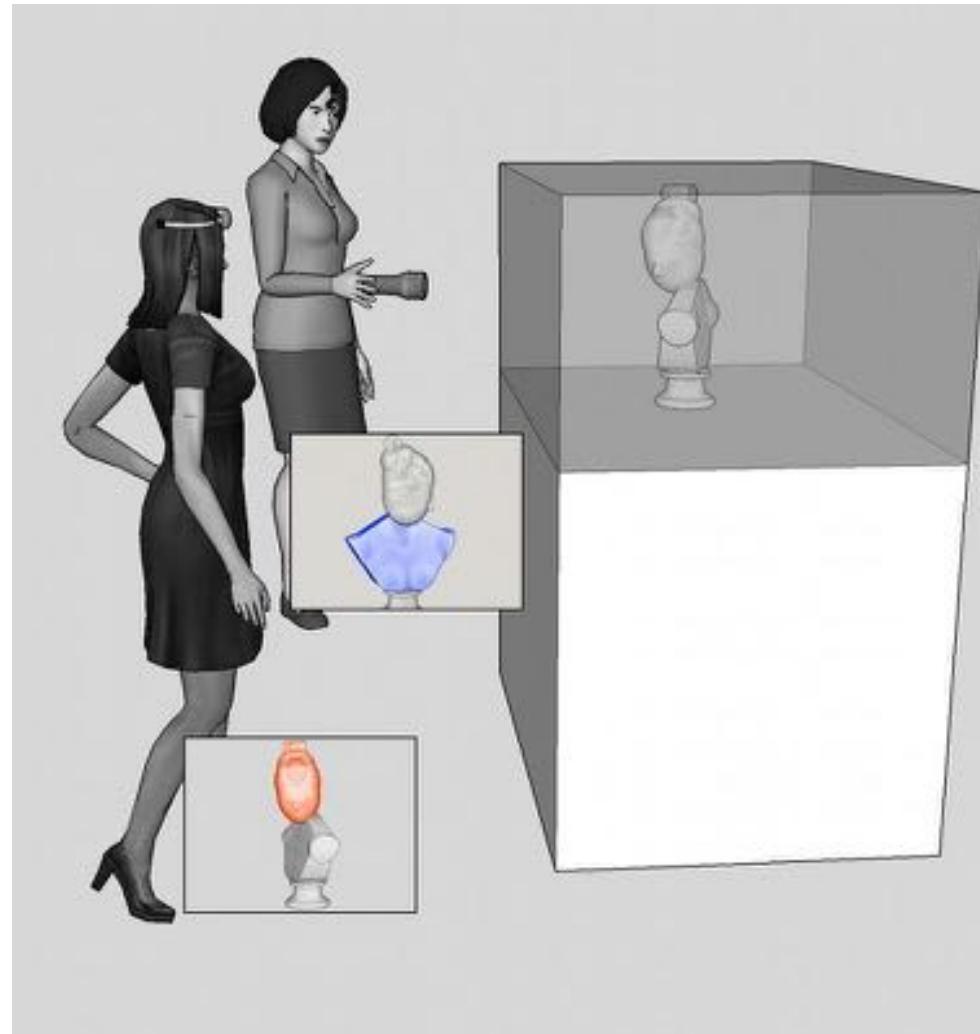
Réalité augmentée spatiale

- Du prototype au musée
 - Le monde réel comme support d'affichage

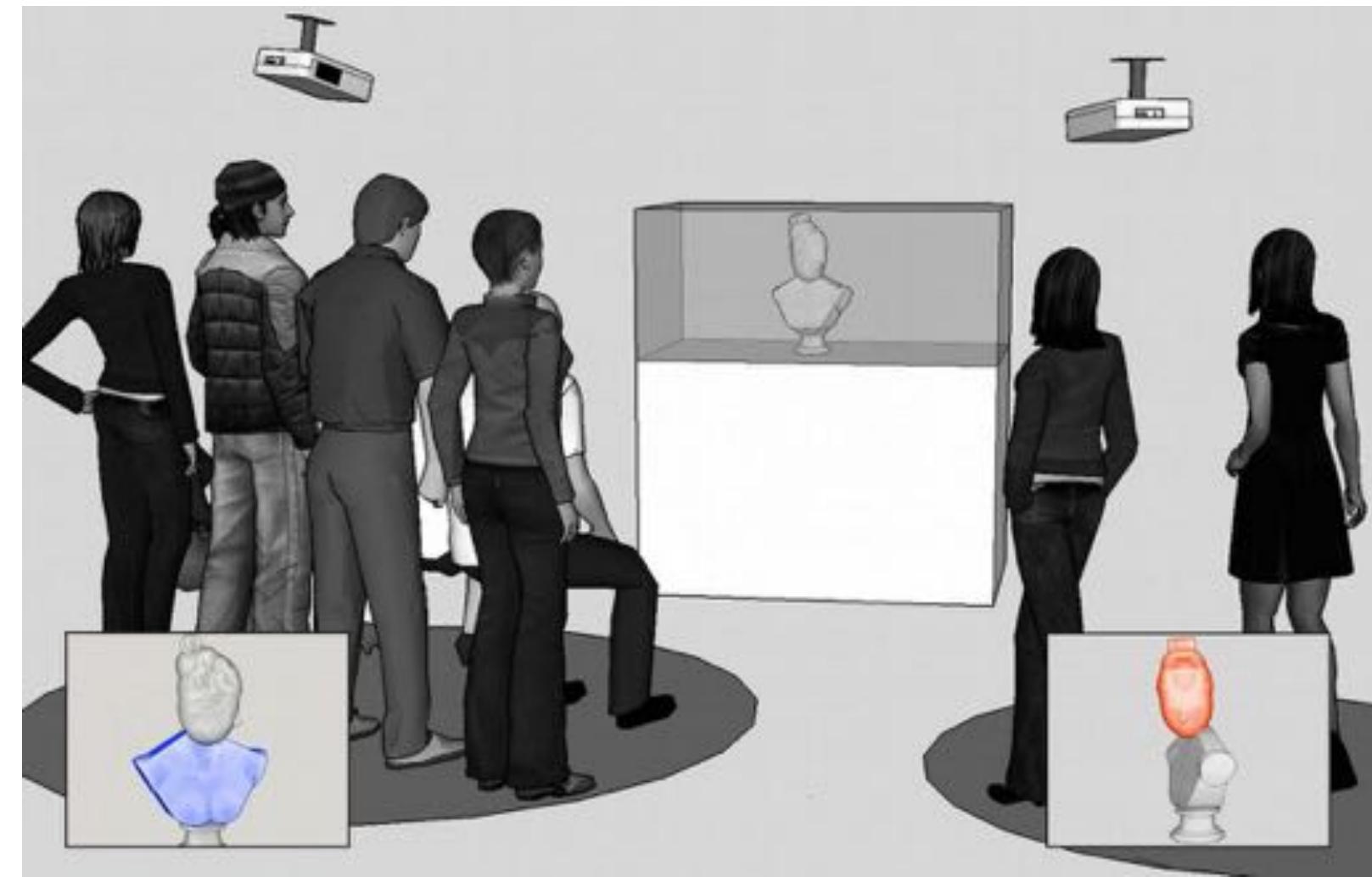


LaBRI *Inria*





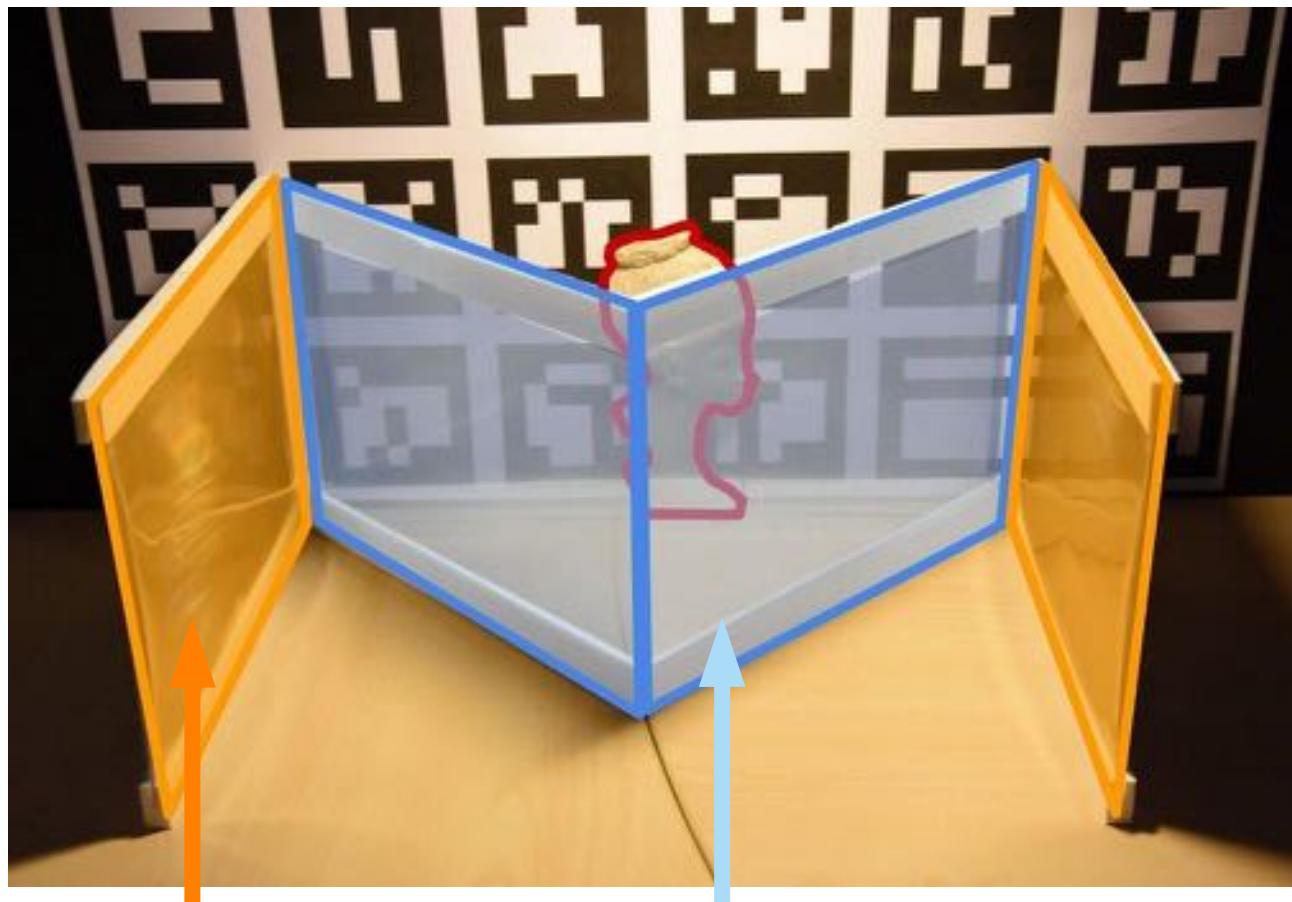
Actifs



Passifs

Vitrine rétroréflective - prototype

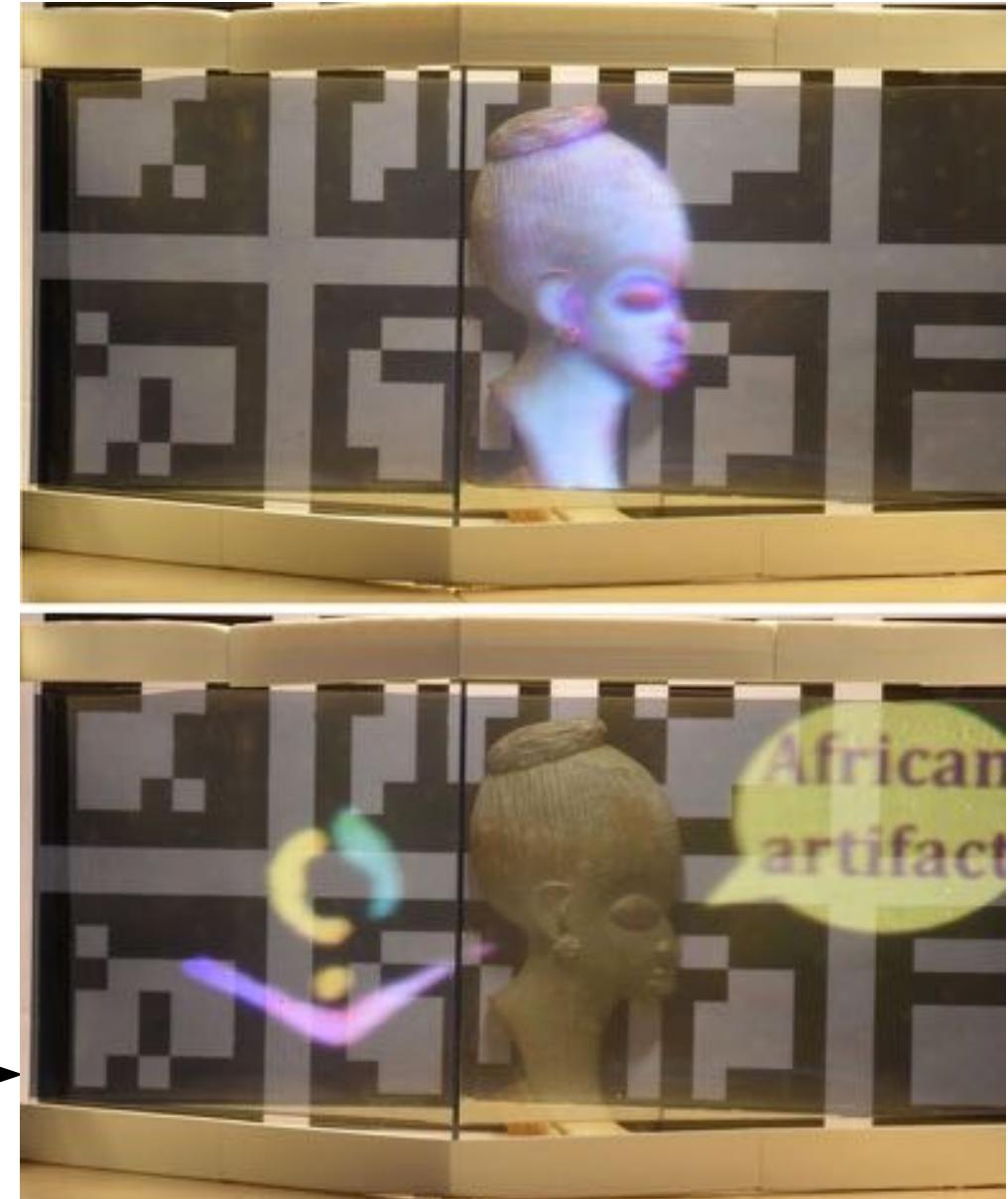
Ridel et al. ISMAR 2016



rétroréflexion

Vitre semi-transparente

Augmentation personnalisée et
dépendante du point de vue



Écran 3D autostéréoscopique

- **Composants principaux**

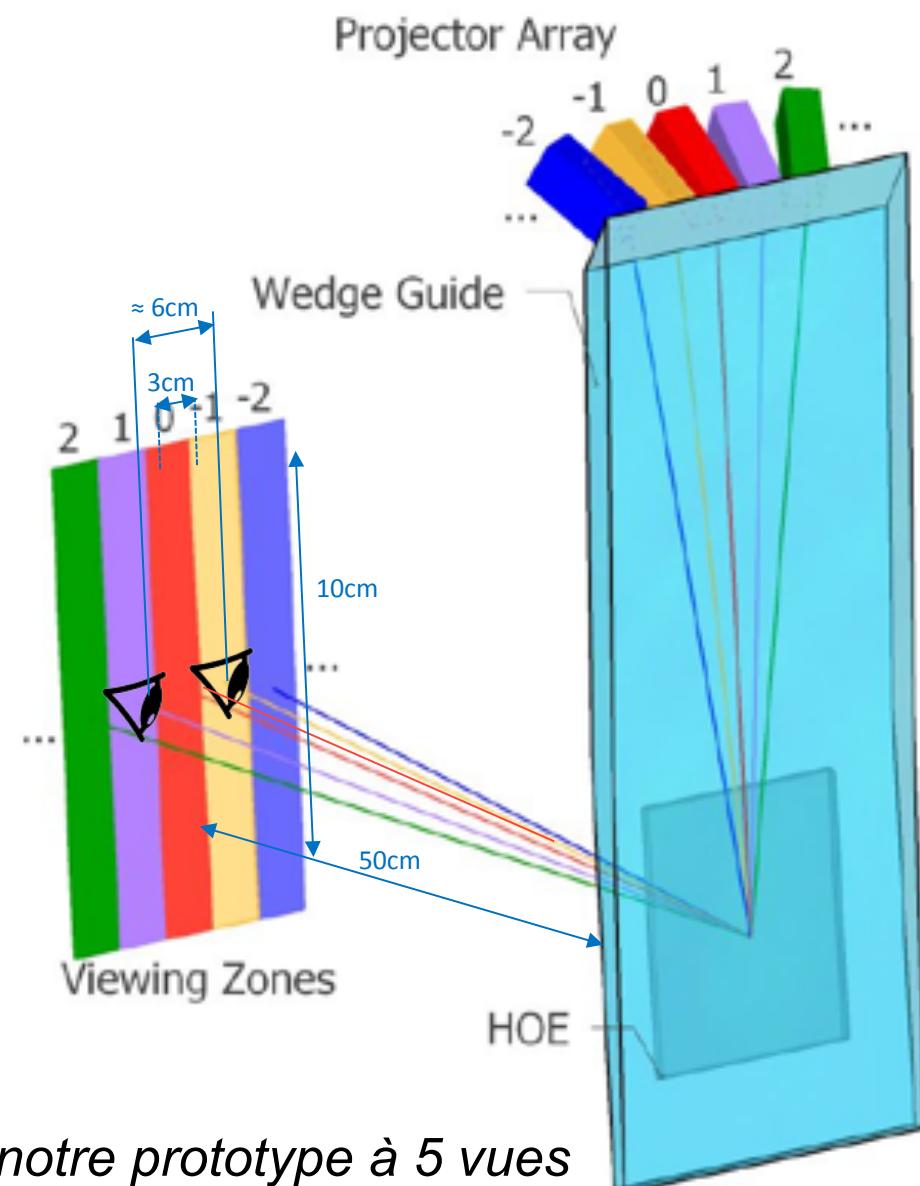
- **Projecteurs LBS** comme source d'images
- **Guide « Wedge »** pour transporter le signal
- **Un élément optique holographique (HOE)** pour générer les bons points de vue

- **Les points de vue**

- 3x10cm
- 50cm devant le HOE.

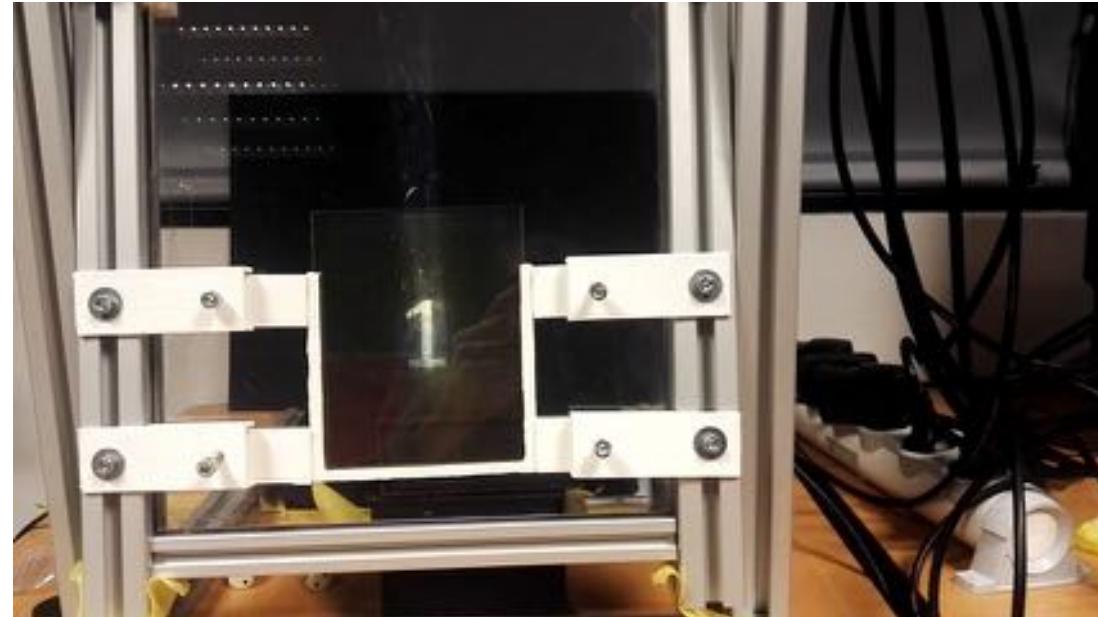
- **« Wedge » et HOE**

- Transparents dans des conditions normales d'utilisation



Vue schématique de notre prototype à 5 vues

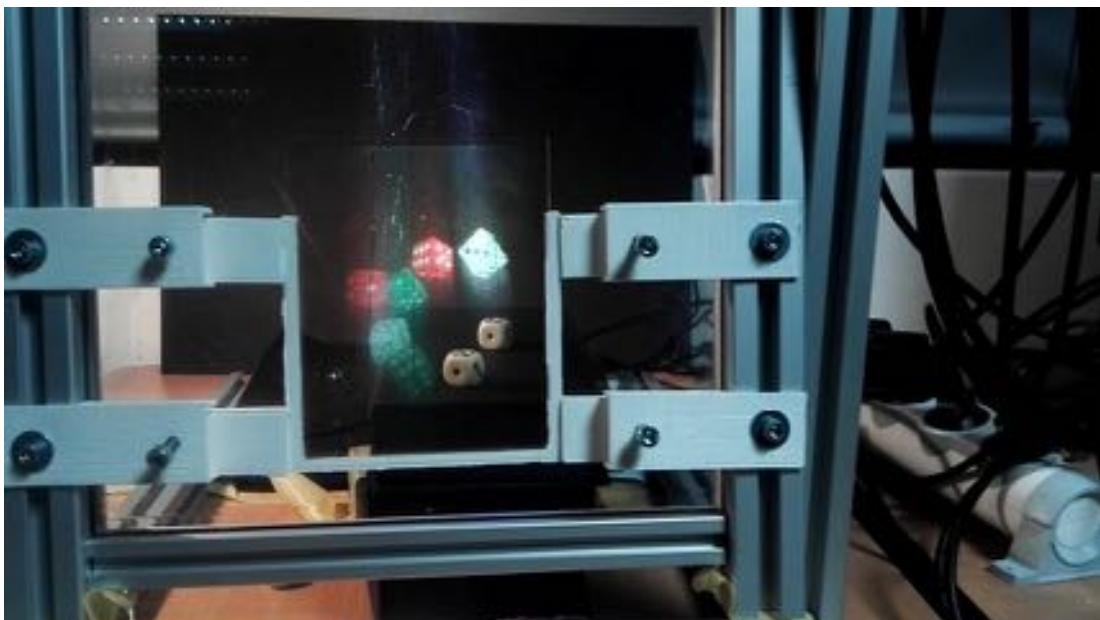
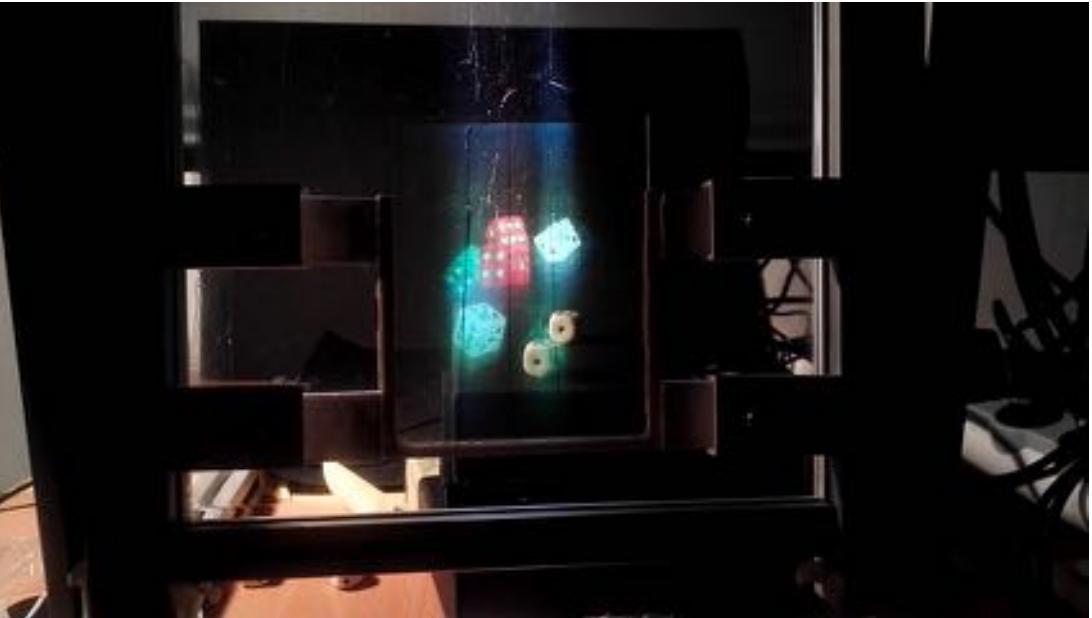
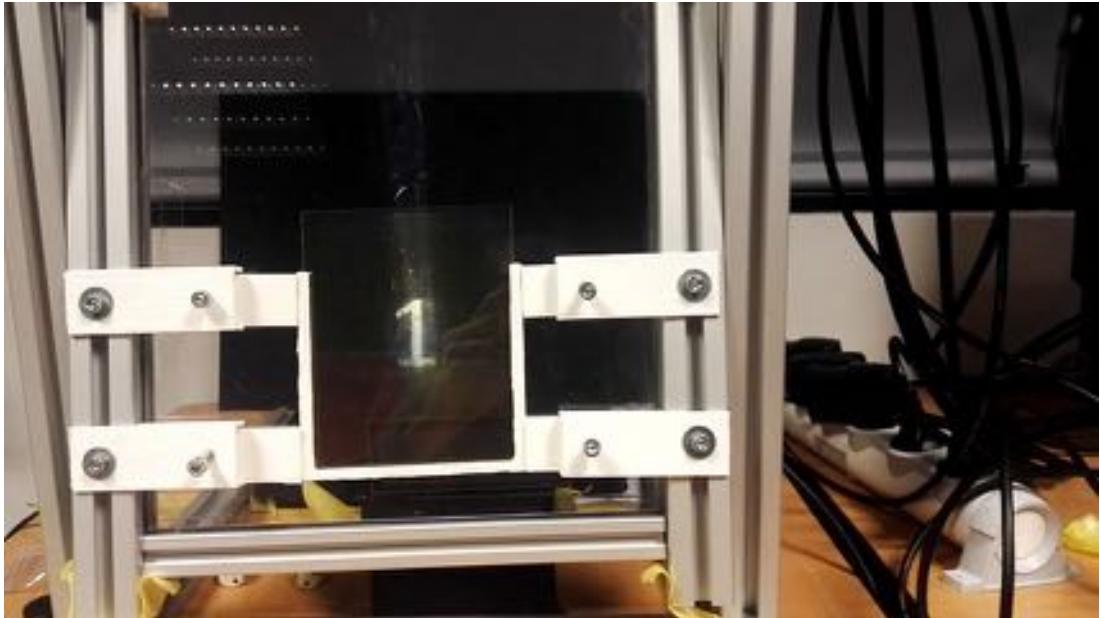
Vers la réalité augmentée spatiale 3D



Crespel et al. DH 2019

Vers la réalité augmentée spatiale 3D

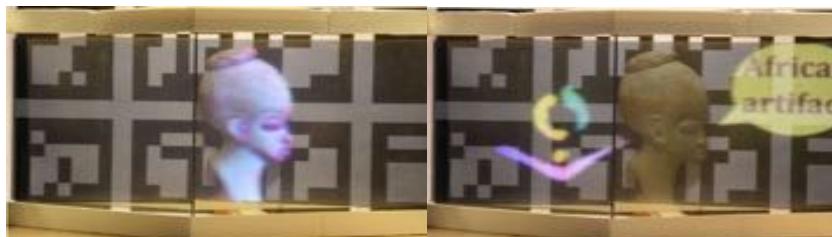
Crespel et al. DH 2019



La 3D augmentée : la 3D support universel naturel ?

Buts

- Donnée à **voir**, pour la **restitution**
 - Public général
 - Public scientifique
- **3D = communication visuelle**
 - Approches interactives
 - E.g., réalité augmentée spatiale
 - Objet = support de visualisation



- **Vers les annotations**

Challenges

- **Étendre la SIG à la 3D ?**
 - Attacher des données génériques
 - Visualiser que des liens existent
 - Aider l'interprétation sans biais
 - Comment interagir, interroger ?

4

Pérennisation



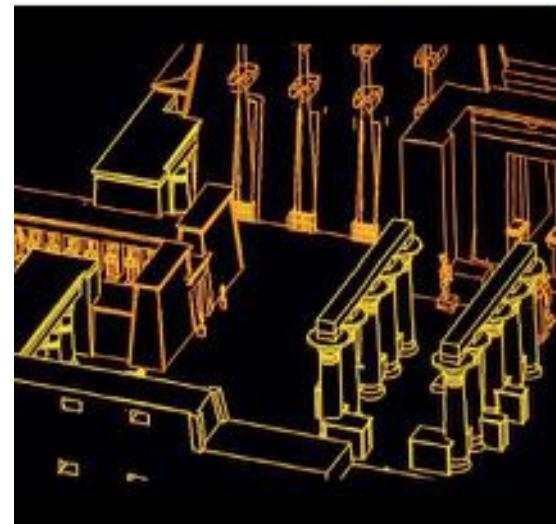
LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences



Importance de la conservation des données



1990 – 1^{er} modèle numérique des temple de Karnak
Faite avec le logiciel PDMS grâce au support d'EDF



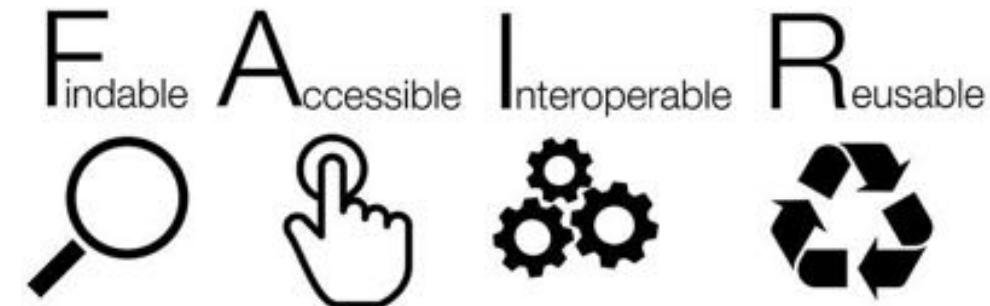
2017 – dernière version de la restitution

Vers les principes FAIR et la science ouverte

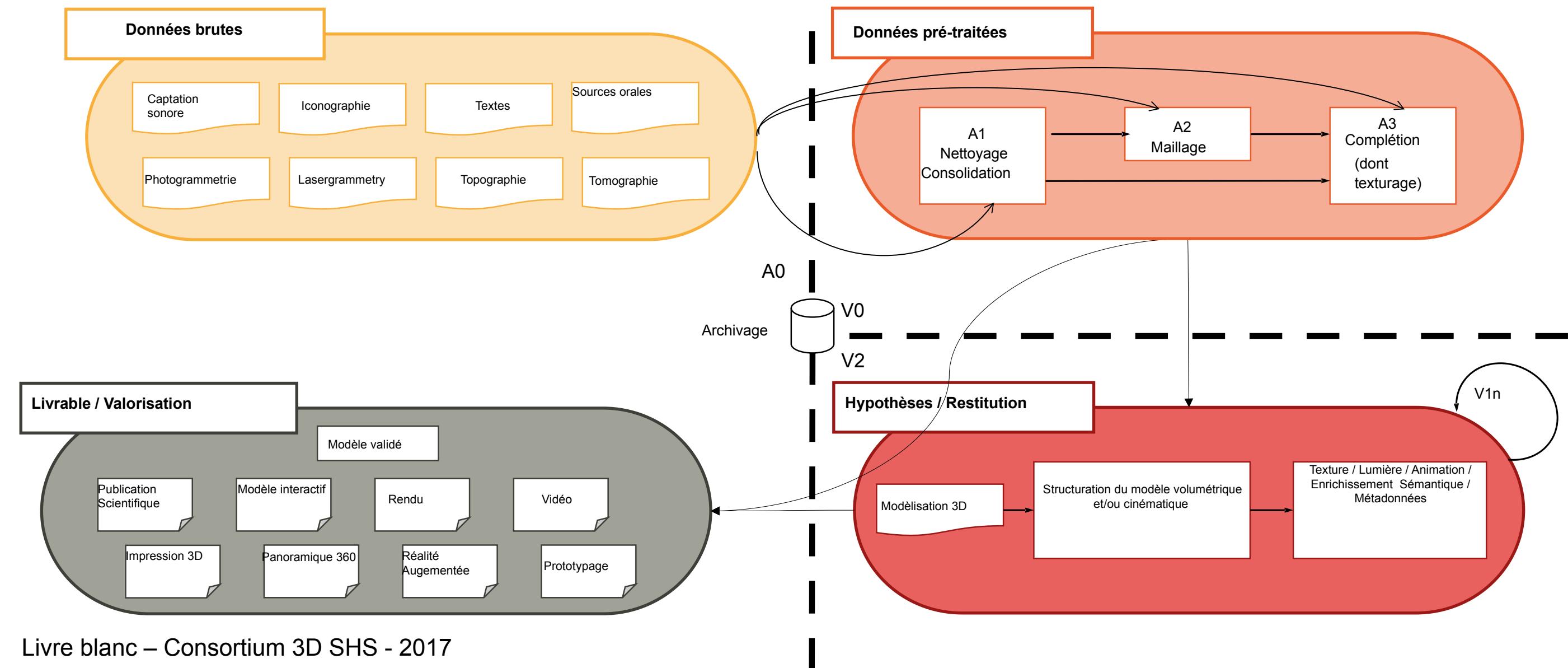
- Science ouverte: données accessibles

- Gestion, conservation, archivage
- According to the needs
- In a reusable format

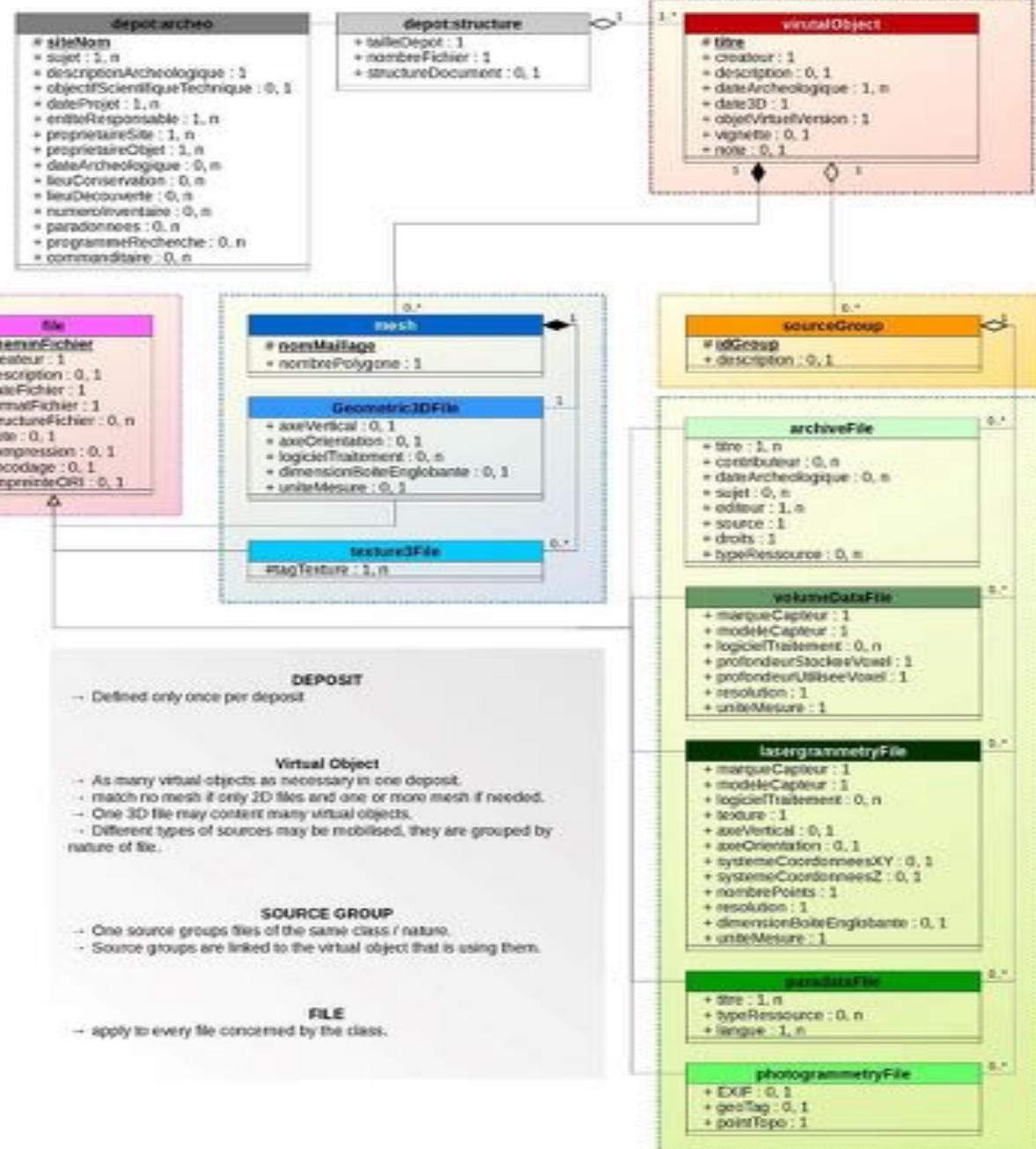
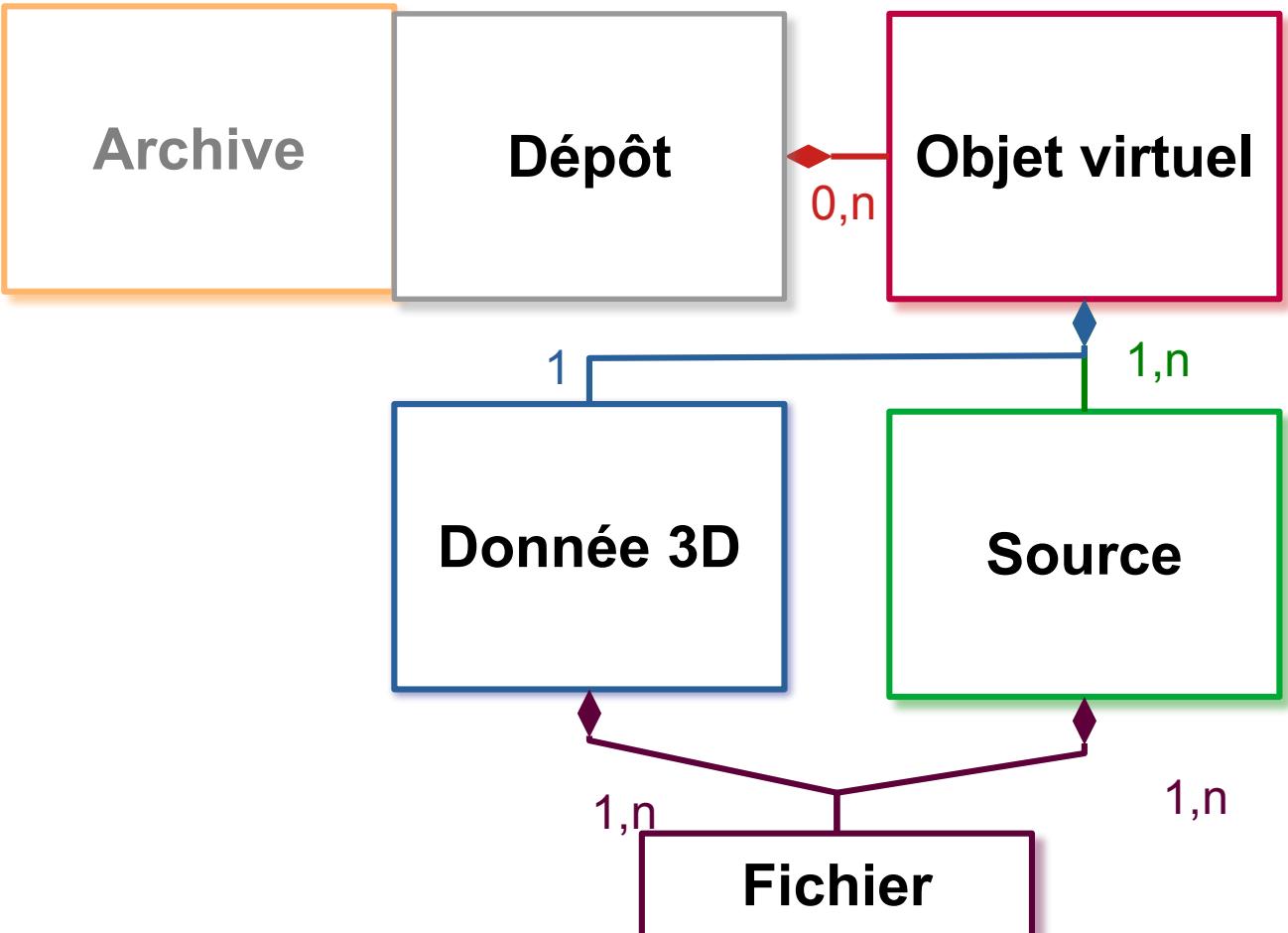
- FAIR infrastructures



Graphe séquentiel de production des données 3D SHS



Importance des métadonnées



Le conservatoire national des données 3D



• Conservation

- Stockage sécurisée
- Long-terme
- DOI

• Science ouverte

- Accessible
- Interopérable

The screenshot shows the 'About / Publication' section of the National 3D Data Repository. It features a 'Map' button with 760 items, followed by a list of categories with their counts: Nature (396), Category (294), Rights (29), Period of Time (423), Depositors (452), GeoNames (763), and Deposit code (407). Below this is a 'Ask for a deposit' button and search/filter icons.

<https://3d.humanities.science/>

National 3D Data Repository

The National 3D Data Repository is the preferred backup solution for 3D data produced in the context of projects in Higher Education and Research in Digital Humanities. It benefits from a secure backup environment for 3D data provided by Huma-Num. Its development and maintenance are ensured by Archeovision. Its specifications are the result of work carried out within the Consortium 3D-SHS (voir plus).

Open Science

Data stored in the Repository are accompanied by a minimum of metadata giving information on the scientific framework of the project and the types of 3D production made among others so that data could be harvested. In addition, special care can be given to file formats deposited. Thus, the data can be deposited at CINES, if the conditions are met. For more information, refer to the best practices guide for 3D: the 3D consortium white paper.

Log in

The first step to deposit 3D data in the Repository is to Log in to your account or to ask for one if necessary.

Last deposits

Name of Deposit : [Mésilage_06](#) by : Cyrille Gallinard, or one of its agents,
Depositing entities: Sorbonne Université, Université Paris I Panthéon-Sorbonne,
Date of Deposit : 24 Sep 2021

Name of Deposit : [Coquillage_75](#) by : Jérôme Louvet, or one of its agents,
Depositing entity: UMR 7055 Préhistoire et Technologie,
Date of Deposit : 21 Sep 2021

Name of Deposit : [Coquillage_74](#) by : Jérôme Louvet, or one of its agents,
Depositing entity: UMR 7055 Préhistoire et Technologie,
Date of Deposit : 13 Sep 2021

Name of Deposit : [Perle_279](#) by : Jérôme Louvet, or one of its agents,
Depositing entity: UMR 7055 Préhistoire et Technologie,
Date of Deposit : 07 Sep 2021

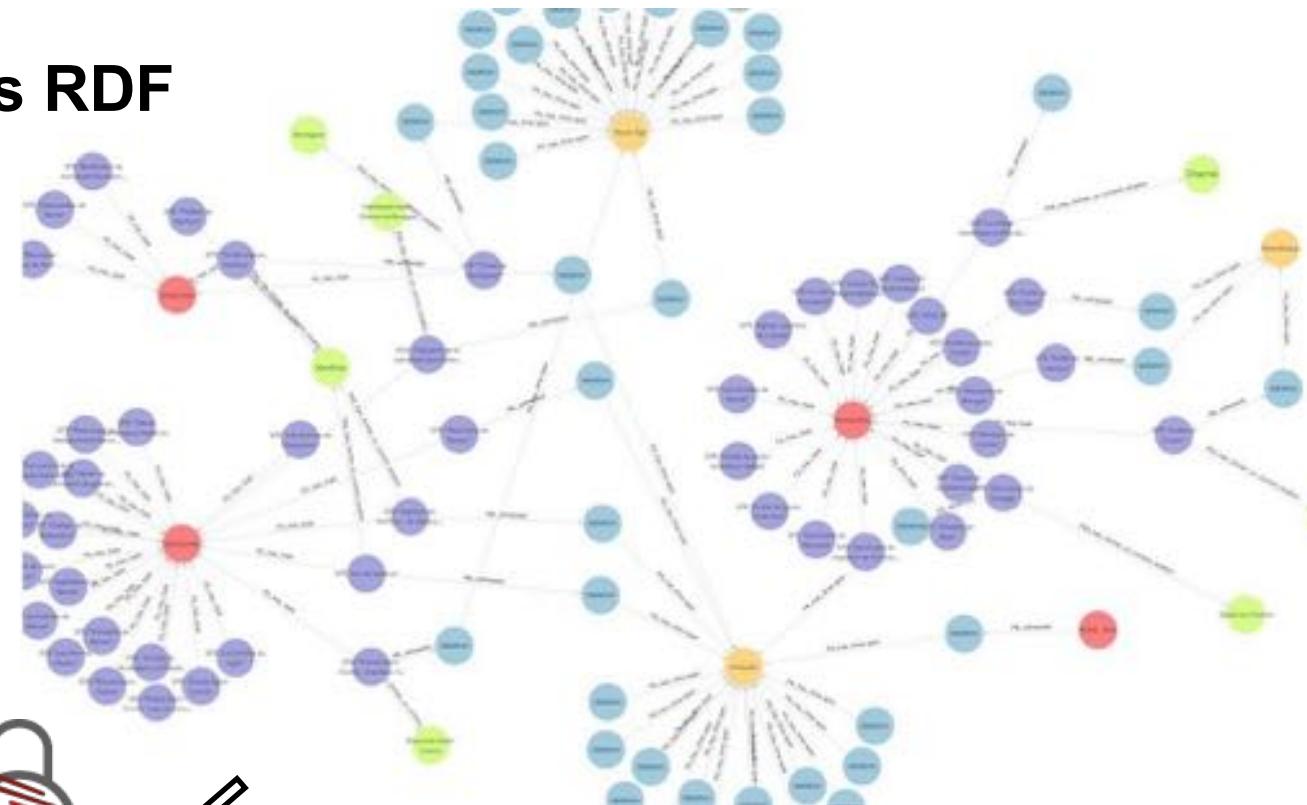
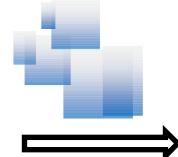
The logos for the 3D Consortium, Huma-Num, and Archeovision are displayed. The 3D logo features three overlapping circles in red, orange, and yellow. The Huma-Num logo consists of a stylized 'H' and 'N' in red and orange. The Archeovision logo features a red circular emblem with a classical column capital and the text 'Archeovision CNRS . UBM . UB' below it.



Interopérabilité



Triplets RDF



CIDOC-CRM



Services européens



OAI-PMH



Quels format ?

- Les plus pérennes !
 - Nuage de points: *.ply
 - Maillage: *.dae, *.ply
 - Raw photo: *.tiff
 - Image: *.gif, *.jpg, *.tiff, *.png, *.svg
 - Tomographie: *.hdr, *.img
 - Texte: *.odt, plain text (*.tex, *.txt, etc.)
 - Audio: *.wav, *.oga, *.aiff, *.flac, *.aac
 - Vidéo: *.mp4, *.ogv, *.mkv
 - Voir <https://facile.cines.fr/>
- Besoin de valider de nouveaux formats
 - 
 - 
 - 
 - 
 - 
- Et de cesser d'en inventer ?



Challenges: adoption de telles infrastructures

- Doit être acceptée
 - Complexité des métadonnées
 - Et métadonnées nécessaires
- Documentation assistée par ordinateur ?
 - Logiciel dédié: aLTAG3D
 - Aller vers un remplissage semi-automatique
- Au delà de la préservation
 - Visualisation et/ou intégration dans une publication
 - Outils d'interrogation
 - Et recherche non-textuelle
 - Annotations standards
 - ...



La préservation des données: une challenge sociétal

- **Des infrastructures publiques**
 - Communes
 - Pérennes
- **Impact scientifique**
 - Notion de sciences ouvertes : toutes les données de la science
 - Principes FAIRE
- **Impacts sociétal, économique et écologique**
 - Masse de données massives !
 - La volumétrie ne doit jamais ne pas être prise en compte

5

Conclusion



LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences

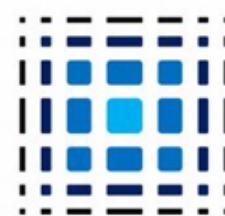


3D pour le patrimoine : des challenges

- **Acquisition**
 - In-situ
 - Aussi facile qu'un appareil photo
 - Que les données nécessaires
- **Réalité Augmentée (Spatiale)**
 - Le plus naturel possible (sans équipement)
 - Aller vers des solutions multiutilisateurs
- **Au delà de l'augmentation 3D**
 - Liens bidirectionnels entre la 3D et des données génériques
 - Comment les visualiser ?
 - Comment les interroger ?
- **Préservation**
 - On a besoin de formats ouverts et stables
 - On a besoin de la juste quantité de donnée

Merci

<http://xgranier.free.fr>



LP2N
Laboratoire Photonique
Numérique & Nanosciences

