



HAL
open science

E. thesaurus : L'orfèvrerie à l'épreuve de la modélisation 3D.

Marc Gil, Thibault Guillaumont, Pierre Hallot, Christophe Moulherat,
Delphine Syvilay

► To cite this version:

Marc Gil, Thibault Guillaumont, Pierre Hallot, Christophe Moulherat, Delphine Syvilay. E. thesaurus : L'orfèvrerie à l'épreuve de la modélisation 3D. : Conclusion des travaux et application des résultats pour la médiation, la pédagogie et d'autres disciplines. Culture et Patrimoine numérique. Journée pluridisciplinaire internationale, ANR ReSeed (REtro-conception SémantiquE d'objEts patrimoniaux Digitaux) ; www.reseed.fr, Jun 2023, Nantes, France. hal-04380622

HAL Id: hal-04380622

<https://hal.science/hal-04380622>

Submitted on 8 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

E. thesaurus : L'orfèvrerie à l'épreuve de la modélisation 3D

Conclusion des travaux et application des résultats pour la médiation, la pédagogie et d'autres disciplines.

Marc Gil¹, Thibault Guillaumont², Pierre Hallot³, Christophe Moulherat⁴, Delphine Syvilay⁵,

¹ Auteur intervenant, (IRHiS-UMR 8529 [Univ. Lille, CNRS]) marc.gil@univ-lille.fr

² Ingénieur, Holusion t.guillaumont@holusion.com

³ DIVA - Unité de recherche Art, Archéologie et Patrimoine, Université de Liège p.hallot@uliege.be

⁴ Département d'histoire de l'art et archéologie Sorbonne Université Abu Dhabi christophe.moulherat@sorbonne.ae

⁵ Département des sciences et ingénierie Sorbonne Université Abu Dhabi delphine.syvilay@sorbonne.ae

MOTS CLÉS Orfèvrerie - Moyen Âge - Nord de la France - Pays mosans - Modélisation 3D - Hologramme - Médiation - Musée - Open Source -

RESUME Le projet pluridisciplinaire *e.thesaurus*¹, fruit de la collaboration entre historiens de l'art (universités et musées) et chercheurs en sciences et techniques du numérique, a pour objet la modélisation 3D de pièces d'orfèvrerie médiévale à des fins de recherche fondamentale d'une part, et de médiation, de l'autre.

Dans le temps du programme, il s'agissait de proposer une méthodologie d'acquisition 3D dans des contextes particuliers, à l'aide des outils actuels, en respectant un triple objectif : reproductibilité, simplicité et bas coût pour un usage en interne dans les institutions muséales (base de données, archivage numérique et médiation).

Notre article présente la conclusion du projet, la conception de la plateforme *eCorpus* et les perspectives ouvertes par le partenariat avec la Sorbonne Abu Dhabi.

¹ <https://irhis.univ-lille.fr/valorisation/applications/e-thesaurus>

INTRODUCTION

E.thesaurus est né d'une collaboration entre l'UMR IRHiS de l'Université de Lille et l'unité de Géomatique et l'unité de recherche d'Art, Archéologie et Patrimoine de l'Université de Liège. Il rassemble une équipe franco-belge d'historiens de l'art, universitaires et conservateurs des musées, et de chercheurs en informatique et sciences appliquées. Dès le début du projet (2018), l'équipe a été rejointe par la société roubaisienne Holusion travaillant sur les méthodes de diffusions de modèles numériques sur divers formats².

1 . L'objectif global du projet est atteint, c'est-à-dire améliorer l'accessibilité des chefs-d'œuvre de l'orfèvrerie - produits à l'époque médiévale dans les régions du Nord de la France et de la Belgique actuelle - à des fins de recherche et de médiation.

Son objet d'étude sur l'orfèvrerie septentrionale des XIIe-XIIIe siècles, avec un axe majeur consacré à la modélisation 3D est aujourd'hui accessible en ligne et en réalité augmentée.

L'étude est associée aux analyses physico-chimiques et par radiographie afin d'approfondir notre compréhension des techniques de fabrication des objets et de leurs matériaux. Les informations ainsi recueillies viendront nourrir la base de données, consultable en ligne, *eCorpus*, où

² Gil M., Hallot P.: "L'orfèvrerie à l'épreuve de la modélisation 3D - Valorisation, médiation et exploitation scientifique d'œuvres médiévales". *Les rencontres du Consortium 3D SHS*, Florent Laroche; Xavier Granier; Mehdi Chayani; Caroline Delevoie, Dec 2019, Nantes, France, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02488959>

seront associées données informatives et analytiques aux modèles 3D des éléments étudiés.

2 . *E.thesaurus* s'inscrit dans le cadre de plusieurs appels à projets dont il a été lauréat en 2017-2018, puis en 2020-21. Le premier appel a été lancé par la structure de recherche MAuVE (MédiAtions VisuElles) : culture numérique et création, soutenue par plusieurs universités et la Région des Hauts-de-France (CPER). Le dernier a été l'ADNI-2021 de la DRAC-Hauts-de-France.

3. En mars 2023, une instance d'*eCorpus* a été déployée à la Sorbonne Abu Dhabi dans le département d'Archéologie et d'Histoire de l'Art.

I. Diffuser les résultats des modélisation *eThesaurus*

Le projet porte sur la numérisation de six œuvres d'orfèvrerie médiévales :

Trois œuvres conservées au musée Sandelin à Saint-Omer : le Pied de croix de l'abbaye Saint-Bertin (v. 1170-1180) , la croix-reliquaire de la Vraie Croix, provenant de l'abbaye de Clairmarais (v. 1210-1220) , et une pyxide pédiculée ou boîte à hosties consacrées montée sur un pied (v. 1220). Dans un second temps, trois autres pièces, conservées au Palais des Beaux-arts de Lille, ont fait l'objet d'une modélisation au printemps 2020 : la Croix-reliquaire de Wasnes-au-Bac (v. 1220-1230), la Plaque de Gédeon et l'Encensoir au Hébreux (v. 1170).

Les modèles numériques issus de la photogrammétrie comportent les informations liées à la géométrie de l'objet sous la forme d'un mesh maillé ainsi que les informations liées à son aspect visuels tels que décrit dans un modèle PBR (Physical Based Rendering) décrivant pour chaque

point de l'objet ses propriétés optique : couleur, réflexion, spéculaires, rugosité etc...³

Ces informations sont suffisantes pour créer des animations vidéos, notamment dans le cas d'Holomuseio⁴, afin de montrer un double numérique de l'objet. Mais plusieurs problèmes sont apparus : le modèle ne comporte aucune méthode d'ajout de métadonnées et ni de méthode simple et directe d'interrogabilité. De plus, sa manipulation demande un accès à des logiciels ou des compétences qui sortent du cadre du projet, la promotion et l'accessibilité des outils 3D.



³ Hallot, P. and Gil, M.: "Methodology for 3D Acquisition of Reflective Goldsmithing Artefacts", *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W17, 2019, p. 129–134, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W17-129-2019>

⁴ *Un musée en hologrammes, le projet Holomuseio*: <https://www.culture.gouv.fr/Media/Regions/Drac-Hauts-de-France/File/POLITIQUE-ET-ACTIONS-DES-SERVICES/Pole-patrimoine/NUMERISATION/Culture-et-numerique-edition-2018/6-Holomuseio-le-musee-des-hologrammes>

II. Visionner et éditer en 3D

Dans ce cadre, nous avons étudié les différentes options possibles pour résoudre à la fois les questions liées à l'accessibilité des données 3D et les scénarios d'utilisation en autonomie dans le cadre de la médiation, dans et hors-les-murs du musée.

Les recherches d'antériorité sur les différentes solutions existantes nous ont orienté sur un cahier des charges précis pour le choix d'une application en Open Source et son développement collaboratif.

Open Source : Les résultats du développement devaient pouvoir être diffusés dans un format Open Source, car l'utilisateur devait être pleinement propriétaire de ses données et de son environnement.

Décentralisée : L'architecture de l'application devait fonctionner grâce au déploiement d'instances indépendantes, les bases de données devant être compatibles entre elles, mais entièrement séparées.

Consultable par navigateur : Les technologies web sont aujourd'hui les seules à offrir un large panel d'opportunités de diffusion. L'obligation d'installation d'un applicatif par le client est considérée comme un frein majeur à l'utilisation.

Indexable dans des bases de données : La majeure partie des cas d'usages concernent des entités qui possèdent déjà une solution de gestion de contenu, tel que OMEKA S. Les données de *eCorpus* doivent être intégrables au sein de celle-ci et recherchables.

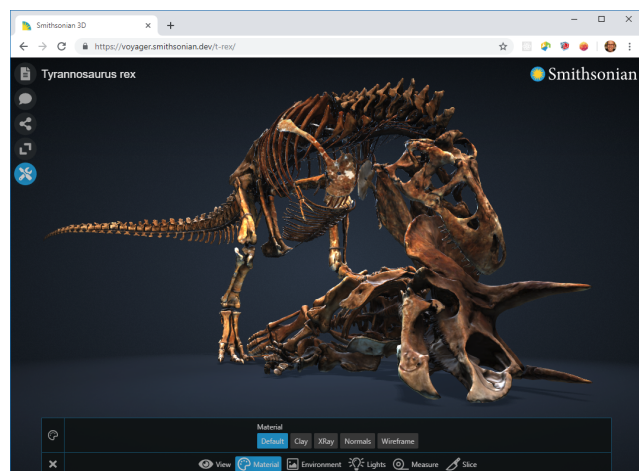
Documentée et dotée d'un environnement de développement collaboratif : Le dynamisme d'un projet Open Source est capital dans la réussite d'un projet et sa diffusion. La présence de sa documentation sur une plateforme comme GitHub et l'activité régulière du développement avec une équipe clairement identifiée.

Dans ce contexte, les études de l'État de l'Art, notamment celle de Pure 3D, nous ont orienté vers le choix de l'application Open Source DPO-Voyager du Smithsonian Institute, à Washington⁵.

Celle-ci remplit la totalité de nos critères. Son code en Open Source est consultable sur le site du Smithsonian Institute⁶, qui est animé par les équipes de 3SI du Smithsonian qui l'utilisent quotidiennement dans leurs propres travaux. Basée sur des technologies web (three.js, Lit-Elements) cette application s'intègre facilement dans un stack complet.

Le modèle de données, clairement documenté, est un JSON, lisible et indexable dans une base de données textuelle.

Les formats de fichiers supportés sont facilement interopérables avec les standards fixés pour la conservation des données à long terme, aussi bien en données surfaciques qu'en nuage de points.⁷



III. eCorpus

L'eCorpus est une base de données liées au modèles 3D, utilisant DPO-Voyager comme visualiseur 3D et éditeur de métadonnées, un

⁵ <https://3d.si.edu/explore>

⁶ <https://smithsonian.github.io/dpo-voyager/>

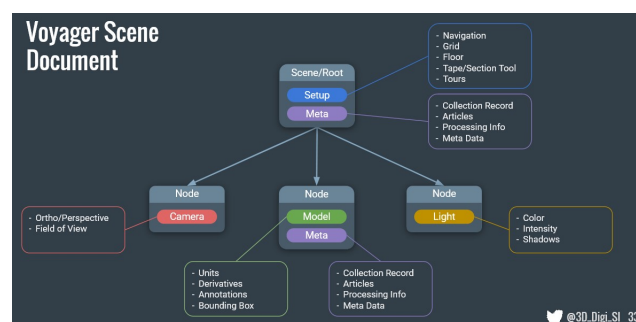
⁷ Dutailly, B. Eusèbe, S. Grimaud, V. Lefèvre, N. Quantin, M. Tournon-Valiente, S.: "L'archivage pérenne des modèles numériques 3D pour les SHS" 2019 <https://hal.science/hal-02195914>

gestionnaire d'historique de modifications, un gestionnaire de droits utilisateurs et des outils de gestion de l'application pour l'installer sur un serveur local.

Il incorpore des outils pour la valorisation d'un catalogue 3D, des outils d'analyse et de recherche collaborative ainsi que des options d'export pour la valorisation dans un cadre de médiation muséale ou pédagogique.

Le premier rôle de eCorpus est de permettre de lier directement les données à l'objet et à sa géométrie par le biais d'annotations enrichies. Elles lient ensemble un titre, un abstract et un article pouvant comporter des contenus multimédias (vidéos, images, liens...) en texte enrichi (HTML).

Chaque entrée dans la base a une structure de données organisées dans fichier JSON de référence, avec des fichiers liés (objet 3d, textures, articles, images, vidéos, etc...)



Cette organisation permet une grande flexibilité : Les données exportées peuvent être utilisées telles qu'elles indépendamment du serveur sur lequel elles sont stockées.

Le fichier descriptif des scènes permet la gestion des modèles à multiples niveaux de détails (LOD) ainsi que la traduction des différentes métadonnées.

Chaque entrée dans la base peut donc être composée d'un assemblage de sous-éléments et chacun de ceux-ci peut comporter des modèles en multi-résolution offrant un chargement optimisé de la géométrie par le

client en limitant le chargement de données complexes en fonction de ses besoins.

Les modèles alternatifs proposent des visualisations différentes du modèle à travers des captations distinctes. Par exemple, en lumière non visible ou en radioscopie.

Ces modèles 3D permettent également de stocker des données liées à leur animation. Cette étape de stockage des informations de mouvement est importante pour les simulations de mécanisme comme des horloges, ou des démonstrations de montage/démontage complexes.

Toutes ces informations, ces modèles et leurs animations peuvent être animées à travers des "Tours" au sein de la plateforme. Un tour permet à l'utilisateur de fixer simplement des étapes dans la visualisation tout en laissant le logiciel interpoler les déplacements d'un point à l'autre. Il pourra y déterminer des animations clé, le désassemblage d'un système ou encore la gestion des lumières.

IV. Médiation et diffusion des contenus

eCorpus permet une diffusion des objets 3D et des métadonnées dans deux configurations différentes.

D'une part, l'intégration du visualisateur Voyager dans une page web ou une application permet d'aller directement requérir la dernière version de l'objet 3D auprès du serveur en fonction de ses droits de diffusion.

C'est la méthode la plus simple pour la présentation des résultats sur des sites institutionnels, par email ou via des applications mobiles.



Dôme et frise ont été façonnés ensemble. Les évangélistes s'insèrent par une encoche sur la frise et sont fixés à l'arrière par une patte et une vis. Au sommet du dôme, base du pilier et symboles, fondus ensemble, sont tenus par quatre rivets, visibles sur la face interne de la coupole.

Le pilier lui-même est constitué d'une âme en bois (pilier interne), sur laquelle sont fixés par des clous les barrettes perlées verticales des angles et les plaques émaillées.

Enfin, le chapiteau est constitué de trois pièces emboîtées et rivetées : base carrée associée aux bustes ; corbeille ajourée et feuilles d'angle ; tailloir au sommet.

Inscriptions

- Sur le chapiteau :
 - « terra »
 - « mare »
- sur les phylactères des symboles des évangélistes :
 - « joh(ann)es »
 - « lvcas »
 - « mats »
 - « marc »

Les derniers développements en termes de Réalité Augmentée permettent également de diffuser l'objet directement sous ce format à travers les AR Kit d'Apple⁸ ou Android sans avoir besoin de passer par l'installation d'une application tierce.

⁸ <https://developer.apple.com/documentation/arkit>



Dans certains cas d'usages, notamment pour les installations dans les musées ou des expositions hors-les-murs, la présence d'une connexion à internet n'est pas nécessaire.

Dans ce sens, il est possible de créer des applications fonctionnant avec une base de données locale, exportée depuis la plateforme en ligne. Ce qui permet d'avoir un travail asynchrone et ajoutant des données au fil de l'eau avant de prévoir un export pour une visualisation en médiation dans un lieu d'exposition.

Parmi les différents formats d'export pour la médiation, eCorpus supporte la visualisation sur table tactile, tablettes mobiles, hologrammes et dispositifs de réalité virtuelle et réalité augmentée.



Le démonstrateur eThesaurus, fabriqué par Holusion, permet la visualisation d'un export d'une base de données eCorpus.

L'affichage est séparé sur deux écrans. L'écran transparent est dédié à la visualisation des objets 3D, des animations et des annotations concises.

La navigation est assurée par un écran secondaire, placé devant le dispositif. Le contrôle tactile a été retenu pour sa prévalence auprès des publics, habitués à la manipulation de smartphones et de tablettes au quotidien.

Sur celui-ci, l'utilisateur consulte les informations textuelles et les médias photos et vidéos complémentaires inclus dans les articles.

PERSPECTIVES

L'utilisation de la plateforme eCorpus et de son démonstrateur eThesaurus permet une diffusion large et accessible des objets numériques en 3D et de leurs métadonnées. Cette plateforme vise à résoudre la problématique de l'accès et de la valorisation du patrimoine culturel et artistique numérisé, qui a longtemps été limitée à un public restreint, souvent réservé aux professionnels du domaine.

En mars 2022, l'université Sorbonne Abu Dhabi (SUAD) s'est dotée de trois vitrines holographiques (deux petits modèles IRIS 22 et un grand modèle IRIS 32). Cette acquisition réalisée auprès de la société Holusion consistait à mettre à disposition des enseignants et des étudiants un nouvel outil de visualisation 3D comme support de cours et/ou de travaux de recherche.

En mars 2023, SUAD a complété cette première acquisition en y intégrant le système E_Corpus mis en place dans le cadre d'un consortium afin de rendre possible la manipulation d'objets préalablement numérisés dans les vitrines holographiques et d'y insérer des informations.

Cette étape très importante pour l'université permet de passer du stade de spectateur au stade d'acteur, à la fois dans la manipulation des objets et dans la capacité d'y intégrer des informations. SUAD a donc pu tester l'incorporation de ses données à travers deux départements : Histoire de l'Art et Archéologie, Sciences et Ingénierie, produisant du contenu de différentes natures allant du contexte historique à la photo microscopique. Ce fut l'opportunité pour SUAD d'expérimenter l'aspect collaboratif d'E-Corpus.

L'inauguration récente d'une exposition des travaux d'étudiants sur du mobilier archéologique extrait de fouilles réalisées par

SUAD et le DDCR (Dubai Desert Conservation Reserve) a permis de tester ce nouveau système et de présenter les résultats à un large public, comprenant des professionnels de l'enseignement, des musées et des étudiants. Leur retour très enthousiaste témoigne de l'importance de ce dispositif à la fois pour les établissements muséaux et également universitaires.

SUAD a comme projet de renforcer ce dispositif au sein de son établissement afin de permettre aux étudiants une meilleure compréhension des objets qu'ils auront à étudier. Des étudiants du département d'Histoire de l'Art et d'Archéologie ont d'ailleurs déjà eu l'occasion de manipuler ces nouveaux outils dont la prise en main a été très intuitive et non chronophage. Il s'agit aujourd'hui de l'intégrer pleinement dans le cursus pédagogique et de bénéficier le retour d'expérience des étudiants.

Parallèlement, SUAD a comme projet de collaborer avec plusieurs institutions culturelles de la péninsule arabe autour de ce nouveau dispositif afin de partager cette nouvelle approche de l'étude d'un objet d'art qui de plus peut faire l'objet d'une médiation : numériser un objet, intégrer toute la recherche réalisée, la partager et la valoriser.

Nous remercions OPUS (Observatoire Paris Sorbonne Université), Christophe Moulherat et Delphine Sylvilay pour leur contribution à ce projet, ainsi que tous les partenaires qui ont permis de rendre possible cette avancée technologique au service de la culture et du patrimoine numérique. Nous espérons que cette avancée favorisera de nouvelles collaborations, recherches et découvertes dans ce domaine en constante évolution.