



**HAL**  
open science

# Aioli, une plateforme d'annotation sémantique 3D pour la documentation collaborative d'objets patrimoniaux

Ariane Néroulidis, Livio De Luca

## ► To cite this version:

Ariane Néroulidis, Livio De Luca. Aioli, une plateforme d'annotation sémantique 3D pour la documentation collaborative d'objets patrimoniaux. Xèmes Rencontres Internationales Monaco et la Méditerranée, Mar 2020, Monaco, Monaco. hal-02565205

**HAL Id: hal-02565205**

**<https://hal.science/hal-02565205v1>**

Submitted on 8 Jun 2022

**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.

# Aïoli, une plateforme d'annotation sémantique 3D pour la documentation collaborative d'objets patrimoniaux

*Néroulidis Ariane, De Luca Livio (UMR MAP 3495)*

Archéologues, architectes, ingénieurs, spécialistes des matériaux, conservateurs et restaurateurs de biens culturels, enseignants, étudiants, touristes... tous réalisent des observations diverses sur l'objet patrimonial.

Depuis de nombreuses années, le développement des technologies numériques dédiées au patrimoine a permis l'émergence d'outils permettant la collecte, la visualisation et l'indexation des ressources numériques. Si ces progrès ont permis de faire évoluer les pratiques de documentation au sein de la communauté, la gestion des données multidimensionnelles et multiformats pose de nombreuses questions. Parmi ces difficultés, on note le développement de méthodes pertinentes d'analyse et d'interprétation de données, le partage et la corrélation de données hétérogènes issues de différents acteurs et contextes, ainsi que l'archivage à long terme des résultats de cette documentation.

Malgré leurs différentes approches et outils pour observer, décrire, analyser et produire de nouvelles connaissances, les acteurs de la documentation du patrimoine ont tous un intérêt commun : l'objet patrimonial, en tant qu'objet physique.

De ce constat est née Aïoli<sup>1</sup>, une plateforme d'annotation sémantique 3D pour la documentation collaborative d'objets patrimoniaux, au sein du laboratoire Modèles et Simulation pour l'Architecture et le Patrimoine (UMR 3496 CNRS/MC)<sup>2</sup>.

A travers cette plateforme qui place l'objet patrimonial au cœur du processus, chaque acteur est en mesure d'annoter directement son objet d'étude, qu'il s'agisse d'un site, d'un édifice, d'une sculpture, d'une peinture, d'un objet d'art, ou de fragments archéologiques, et d'en faire bénéficier ses pairs. Cette approche permet de créer un pont entre l'objet et l'information produite par une communauté donnée, créant ainsi une sorte d' « épiderme numérique ».

## **Le fonctionnement de la plateforme**

Aïoli est une plateforme basée sur des technologies web permettant un accès flexible, déployable à la fois en ligne et sur le terrain. À partir de la manipulation de simple interfaces web pour pc, tablettes ou smartphone, tous les traitements de données (reconstruction 3D, propagation d'annotation, calculs de corrélation, etc...) s'effectuent de manière distante (sur serveur). Cette solution présente le double avantage de centraliser les calculs lourds ainsi que les données collectées.

Le principe de base de la plateforme repose sur la photogrammétrie, une technique consistant à reconstituer en 3D une scène en utilisant la parallaxe obtenue entre les images acquises selon des points de vue différents.

Le processus de reconstruction 3D est géré par le logiciel de photogrammétrie open source MicMac<sup>3</sup>, développé depuis 2003 par l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) et

---

<sup>1</sup> <http://www.aioli.cloud>

<sup>2</sup> <http://www.map.cnrs.fr>

<sup>3</sup> <https://micmac.ensg.eu>

l'ENSG (l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques).

En premier lieu, l'utilisateur de la plateforme importe un jeu de photographies à partir desquelles le nuage de points 3D va être calculé automatiquement. La seule contrainte pour l'utilisateur est de respecter un protocole rigoureux d'acquisition en respectant des règles de prise de vue propres à la photogrammétrie. Ces acquisitions photographiques peuvent être capturées à travers différents capteurs : appareil photo réflexe, smartphone, tablette, ou même images aériennes captées par drone.

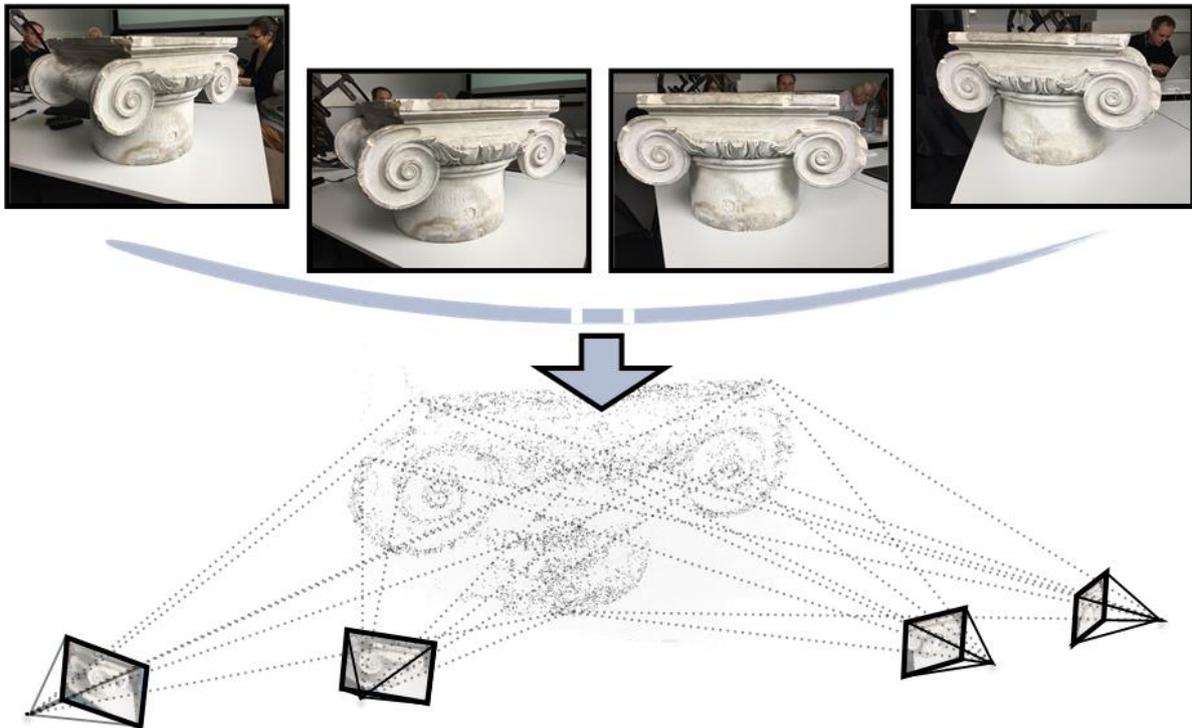


Fig.1 Résultats du processus de spatialisation des images

Au-delà de la reconstruction 3D de la scène, la plateforme Aioli inclut un développement spécifique pour la propagation multidimensionnelle d'annotations sémantiques spatialisées. L'objectif est de pouvoir annoter l'objet patrimonial en 3D en passant directement par la vue 2D. Ce mécanisme de propagation est permis grâce à un processus hybride 2D/3D d'indexation<sup>4</sup>.

L'utilisateur sélectionne une région sur une image, qui est ensuite automatiquement reprojétée sur toutes les vues 2D et 3D de l'objet. Les régions annotées peuvent être décrites avec des attributs (texte, date/heure, valeurs numériques, url...). De cette sorte, l'utilisateur peut créer des champs de description qui sont propres à son analyse et qui sont enregistrés dans une base de données.

Toujours dans une logique de documentation, il est possible d'attacher à ces régions des documents de différents types (texte, images, vidéos, sons) qui seront également spatialisés en 3D.

Enfin, des outils de visualisation et d'analyse sont proposés à l'utilisateur pour, par exemple, extraire

---

<sup>4</sup> A. Manuel, P. Véron, L. De Luca, 2D/3D Semantic Annotation of Spatialized Images for the Documentation and Analysis of Cultural Heritage. In Proc. Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage, Eurographics Association (2016). <http://dx.doi.org/10.2312/gch.20161391>

des mesures ou des profils à partir du modèle 3D.

Enfin, un enjeu essentiel de la plateforme d'annotation sémantique 3D Aioli réside dans sa dimension collaborative, qui permet de faire dialoguer différents acteurs autour d'un objet patrimonial. En effet, plusieurs acteurs peuvent interagir et annoter un même objet patrimonial, dans la mesure où ils sont identifiés comme collaborateurs dans la plateforme. Chaque collaborateur peut ainsi apporter son expertise en créant un calque de description correspondant à son domaine d'étude, et partager son analyse à ses pairs. À un plus haut niveau, les collaborateurs peuvent également travailler sur des projets distincts reliés à la même entité : le bien culturel (*heritage asset* en anglais).

L'outil adopte ainsi la logique d'un réseau social dédié aux professionnels du patrimoine, grâce à la possibilité de partager des projets à ses collaborateurs, mais aussi de les afficher à toute la communauté à travers le mode public. Ces modalités collaboratives permettent d'ouvrir de nouvelles possibilités de travail en réseau.

### **L'utilisation de la plateforme par les bêta-testeurs**

La plateforme Aioli a été prise en main par de nombreux utilisateurs depuis la première campagne de bêta-testing lancée à l'occasion de la présentation de l'outil au salon des Innovatives SHS – Salon de la valorisation en sciences humaines et sociales – en octobre 2017.

L'objectif de cette campagne de bêta-testing était de collecter des retours de la part d'utilisateurs issus de la communauté scientifique et professionnelle. Il s'agissait à la fois de réunir des retours techniques sur les fonctionnalités de la plateforme, mais aussi de sonder les utilisateurs sur les enjeux du partage de données (images, modèles 3D, annotations, descriptions...)

Les bêta-testeurs sélectionnés étaient issus de différentes institutions culturelles : établissements publics d'enseignement supérieur et de recherche, établissements publics à caractère administratif (EPA), directions régionales des affaires culturelles (DRAC), établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST), groupements d'intérêt public (GIP) et également entreprises privées.

Des sollicitations ont émergé de différents pays européens et voisins du pourtour méditerranéen : Italie (Università di Roma « Sapienza », Centro per la Conservazione et il restauro « La Venaria Reale », Università Politecnica delle Marche, Università degli Studi di Napoli, University of Catania, Institute of Technologies Applied to Cultural Heritage-CNR, Università Iuav di Venezia), Royaume-Uni (Cardiff University, National Gallery, University of London), Espagne (Institut d'Estudis Empordanesos, Universitat de Barcelona), Grèce (Institute of Computer Science-FORTH, Institute of Electronic Structure and Laser-FORTH), Suisse (Université de Lausanne), Autriche (Austrian Academy of Sciences), Algérie (Faculté d'architecture et d'urbanisme de Constantine 3).

Parmi les cas d'étude explorés par les bêta-testeurs, un certain nombre d'objets culturels sont localisés dans l'ère méditerranéenne : des sites archéologiques (site archéologique sur l'île de Délos en Grèce, Forum d'Auguste à Rome), des édifices (église de Panagia Phrorbiotissa à Chypre, église de Sant Père de Sorpe en Espagne, chartreuse monumentale de Calci à Pise...) mais aussi des fresques (chapelle Notre-Dame des Fontaines à la Brigue, Fresque polychrome du palais d'Ahmed Bey à Constantine) et des fragments archéologiques (fragments de masque de théâtre antiques issus du musée archéologie de Lipari en Italie).

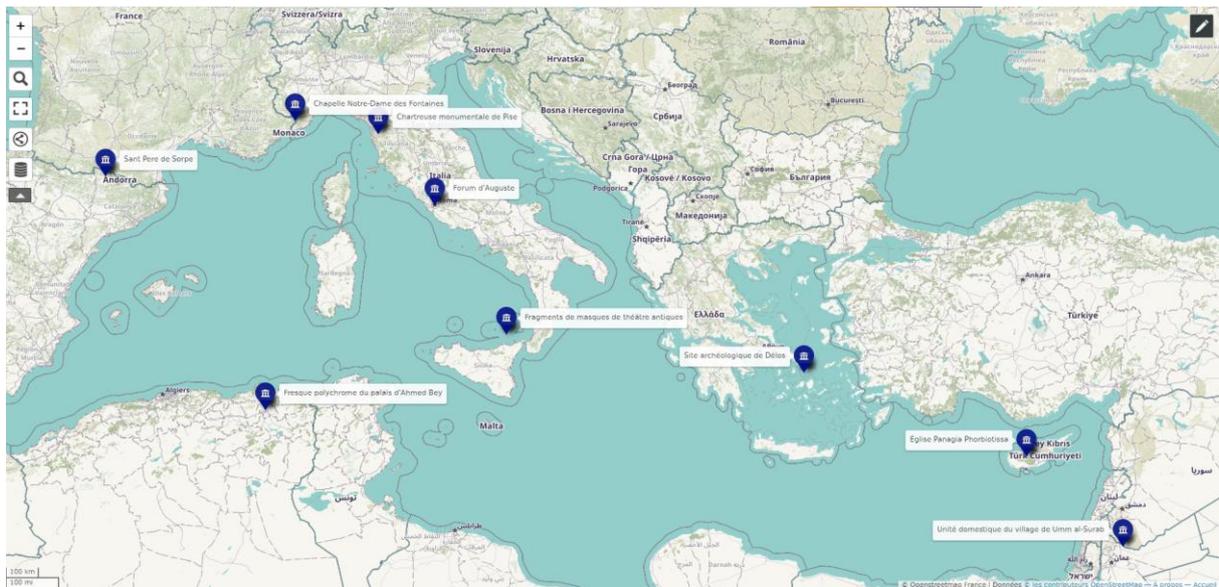


Fig. 2 Cartographie des cas d'étude des bêta-testeurs localisés en Méditerranée

Parmi ces cas d'étude, de nombreux domaines dans le champ du patrimoine culturel sont représentés : architecture, archéologie, conservation-restauration, géomatique, photographie, et bâtiment (BTP).

Un cas d'étude en Jordanie a été traité par un chercheur en archéologie du bâti dans le cadre d'un projet de recherche consacré à l'étude des techniques de construction et typologie des bâtiments en Orient<sup>5</sup>.

La plateforme Aioli a servi de support pour l'analyse stratigraphique d'une unité domestique dans le village d'Umm as-Surab au nord de la Jordanie. Pour cette analyse, le site a été divisé en unités topographiques (UT), qui peuvent être composées d'une ou plusieurs ensembles architecturaux. Une analyse des différentes strates a été effectuée, afin de déterminer les différentes périodes de construction d'après les techniques de maçonnerie identifiées.

<sup>5</sup> ACTECH - ANCIENT CONSTRUCTION TECHNIQUES. BUILDING TRADITIONS, TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND WORKMANSHIP CIRCULATION: FROM ROMAN ARABIA TO MEDIEVAL EUROPE - MSCA-IF-2015-EF- MARIE SKŁODOWSKA CURIE INDIVIDUAL FELLOWSHIP (IF-EF), projet dirigé par Piero Gilento. <https://actech.hypotheses.org/>



Fig 3. Analyse stratigraphique d'un bâtiment à Umm as-Surab, au nord de la Jordanie (Piero Gilento, ACTECH)

Un cas d'étude en Italie a été réalisé par un doctorant en archéologie de l'Université de Calabre pour analyser un corpus archéologique de masques de théâtre de la Nouvelle Comédie, datant du VIème-IIIème siècle avant J.-C.<sup>6</sup>

La plateforme Aioli a permis d'isoler et d'analyser des caractéristiques morphologiques des fragments archéologiques, comme par exemple : le profil vertical complexe, le rayon de courbure de l'élément principal (bouche, sourcils, joues, nez, yeux). L'analyse de ces caractéristiques à l'échelle du corpus de fragments a permis d'établir une macro-typologie des masques de théâtre datant de cette époque.

<sup>6</sup> La Cultura Materiale del Teatro. Studio e analisi delle maschere liparote di argomento teatrale della coroplastica magno-greca per la compilazione di un protocollo (digitale) di integrazione e anastilosi. Andrea Marraffa, <http://repository.unioneitaliadisegno.it/handle/123456789/8>

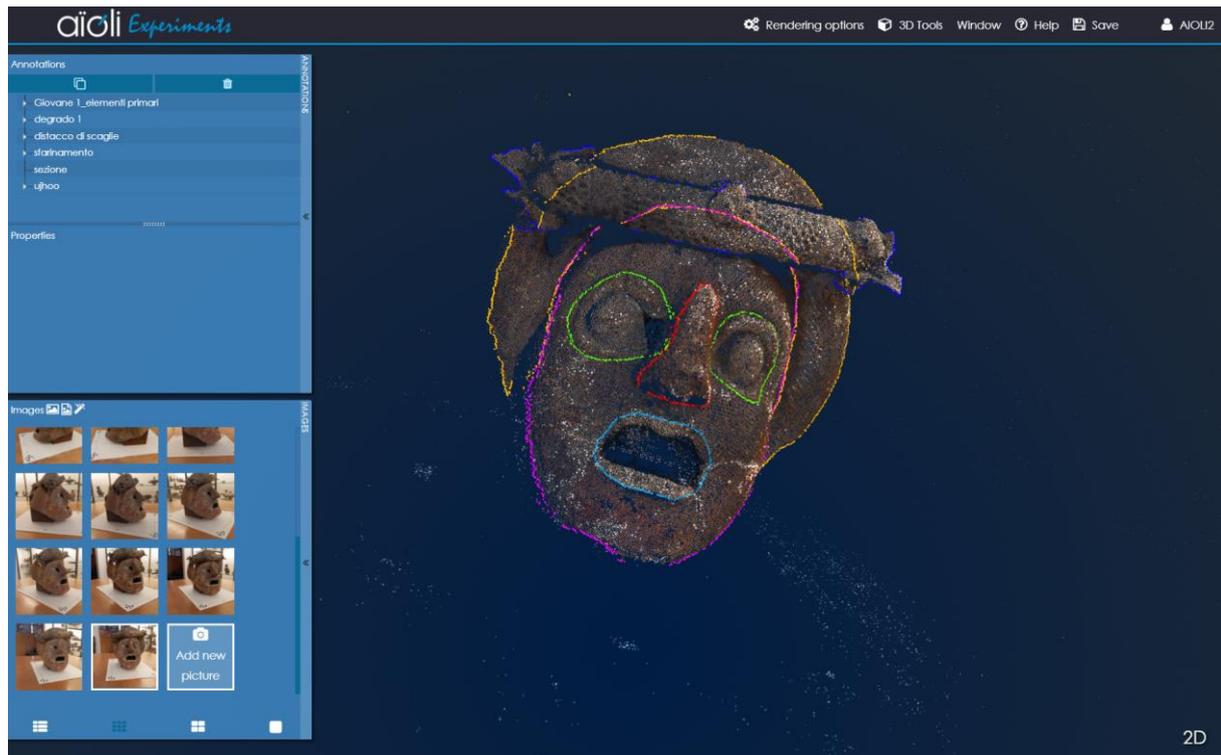


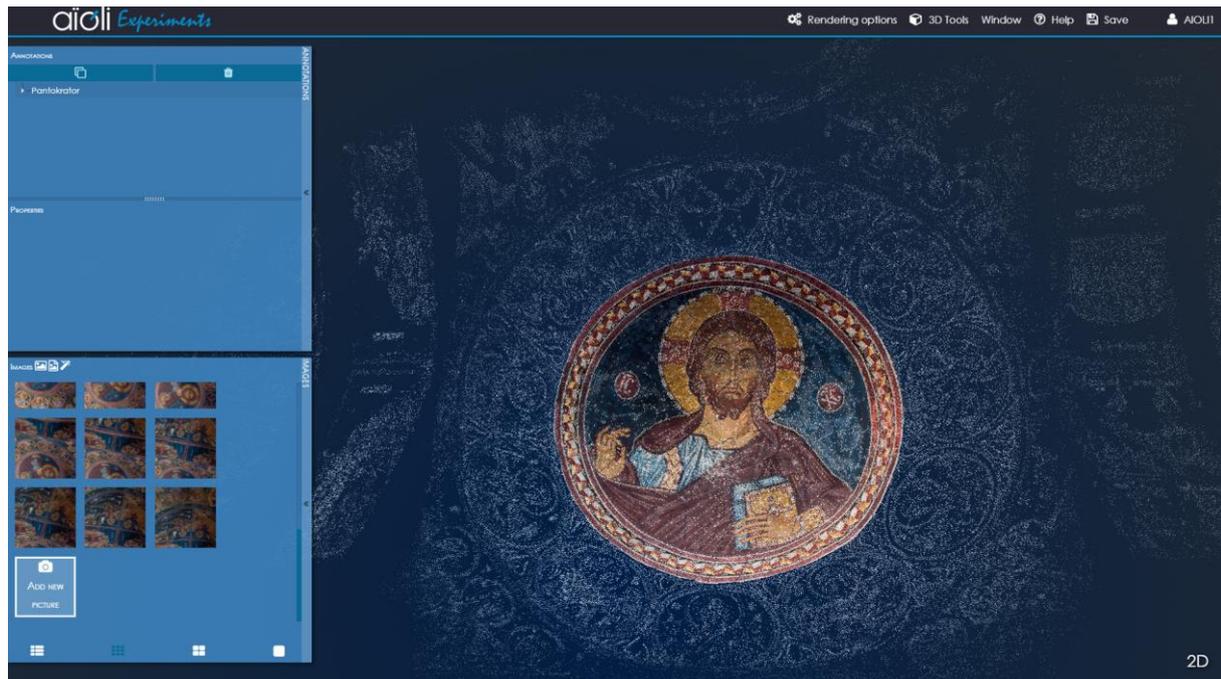
Fig. 4 Analyse morphologique d'un masque de théâtre issu du musée archéologique de Lipari (Andrea Marraffa, Università degli studi Mediterranean di Reggio Calabria)

Enfin, un cas d'étude à Chypre a été exploité par un doctorant du laboratoire MAP dans le domaine de la représentation des connaissances. Son travail de recherche consistait à établir une modélisation des représentations visuelles et iconographiques<sup>7</sup> à partir des éléments visuels et leur représentation symbolique, à partir de l'exemple des représentations iconographiques de l'église Panagia Phrobiotissa à Asinou.

Cette formalisation des connaissances a permis la construction d'une nouvelle ontologie appelée VIR (Visual Representation), qui constitue une extension du modèle sémantique de référence CIDOC-CRM<sup>8</sup>, un modèle conceptuel appliqué au domaine du patrimoine culturel.

<sup>7</sup> Carboni, N.; de Luca, L. An Ontological Approach to the Description of Visual and Iconographical Representations. *Heritage* **2019**, *2*, 1191-1210. <https://www.mdpi.com/2571-9408/2/2/78>

<sup>8</sup> <http://www.cidoc-crm.org/>



*Annotation de la représentation de Christos Pantakrator situé dans le nathex de l'église Panagia Phrobotissa à Asinou à Chypre (Nicola Carboni, Marie-Curie PhD)*

La diversité de ces cas d'étude, tant en terme de domaines que d'objets patrimoniaux, a permis de dégager les opportunités offertes par la plateforme collaborative Aïoli, dont celle de faire émerger de nouvelles méthodologies de travail pluridisciplinaires. Cet outil collaboratif est pensé à la fois comme un outil démocratique à la portée de tous, grâce à un protocole simple basé sur la photographie, mais également comme un outil au service des patrimoines – au pluriel – permettant d'y inclure des objets appartenant au patrimoine dit « mineur ».