



**HAL**  
open science

**La 3D au secours du patrimoine horloger.  
CHRONOSPEDIA : Encyclopédie virtuelle du savoir  
horloger**

Titouan Boudart, Konstantin Protassov

► **To cite this version:**

Titouan Boudart, Konstantin Protassov. La 3D au secours du patrimoine horloger. CHRONOSPEDIA : Encyclopédie virtuelle du savoir horloger. JC3DSHS 2023, Les Journées du Consortium 3D SHS, Nov 2023, Lyon, France. hal-04484358v1

**HAL Id: hal-04484358**

**<https://hal.science/hal-04484358v1>**

Submitted on 29 Feb 2024 (v1), last revised 6 Jun 2024 (v2)

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

---

# LA 3D AU SECOURS DU PATRIMOINE HORLOGER. CHRONOSPEDIA : ENCYCLOPÉDIE VIRTUELLE DU SAVOIR HORLOGER

**Titouan BOUDART<sup>1</sup> et Konstantin PROTASSOV<sup>2</sup> au nom de la collaboration CHRONOSPEDIA**

<sup>1</sup>Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST) UAR76 CNRS

<sup>2</sup>Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie (LPSC) - UMR5821 CNRS- Université Grenoble-Alpes

---

## 1. CHRONOSPEDIA<sup>3</sup> : contexte historique et enjeux du projet

L'évolution de l'industrie horlogère mécanique française et mondiale a induit le fait qu'aujourd'hui la quasi-totalité de cette activité est destinée à la production de montres. Ainsi dans les écoles d'horlogerie, toute la partie concernant les pendules et horloges et encore plus l'horlogerie d'édifice n'est presque plus enseignée. Si rien n'est fait, le savoir-faire horloger en pendulerie et en horlogerie d'édifice aura disparu d'ici à quelques années, lorsque les derniers horlogers formés « à l'ancienne » partiront à la retraite.

Il est donc urgent de mettre au point un système qui permet de conserver le savoir et le savoir-faire horloger. La solution peut venir des techniques 3D et de réalité virtuelle, largement utilisées dans l'industrie. L'idée d'utilisation des méthodes 3D dans la restauration des horloges anciennes a été introduite par François Simon-Fustier, l'Horloger de la Croix-Rousse, Maître d'Art en Horlogerie. En parallèle de sa pratique quotidienne de restauration de mécanismes du XVII et du XVIIIème il a développé une expérience significative de l'utilisation de la 3D dans l'horlogerie ancienne au cours des nombreuses collaborations en France comme à l'étranger pour la sauvegarde du patrimoine horloger : Château de Vaux-le-Vicomte, Musée d'Horlogerie et de décolletage de Cluses, Musée du Temps de Besançon, Palais National de Mafra au Portugal, ...

Le travail déjà accompli démontre que si l'on crée une bibliothèque de modèles 3D de mécanisme, il devient dès lors tout à fait possible de réaliser des animations, des déconstructions, des vues partielles, voire des manipulations virtuelles.

Le caractère numérique des modélisations 3D ouvre la possibilité de croiser ces données avec celles des musées qui répertorient les horloges historiques ainsi qu'avec celles des bibliothèques qui référencent les ouvrages et les publications scientifiques. Ces contenus formeront CHRONOSPEDIA – l'encyclopédie numérique en libre d'accès du savoir horloger et permettront par leur organisation, leur description et leur mise en relation un enrichissement des savoirs.

---

[3] <https://chronospedia.com/>

Cependant, il est impossible de modéliser toutes les horloges et pendules car le nombre total se compte en millions. Par contre, le nombre de mécanismes réellement différents reste assez limité : avec une vingtaine de modèles principaux on peut couvrir la quasi-totalité des mécanismes présents dans l'horlogerie ancienne européenne.

L'objectif du projet CHRONOSPEDIA vise à résoudre ces deux aspects :

- Choix des outils de production, d'archivage et de visualisation des modèles 3D (qui sont au cœur du projet et représente sa vraie originalité)
- Développement d'une archive numérique qui réunit et rend accessible dans la même base de données des objets de natures différentes.

CHRONOSPEDIA est un projet qui réunit plus d'une trentaine de structures venant : du monde de l'horlogerie française et suisse (horlogers, musées, associations d'amateurs) ; du monde de l'enseignement (lycées spécialisés, écoles d'ingénieurs) ; du monde de la recherche qui travaillent à la fois sur les sujets de 3D, RX et de l'archivage moderne. Il reste ouvert à toute nouvelle collaboration et, en particulier, élargit son périmètre géographique au-delà du périmètre initial franco-suisse.

Les financements initiaux au projet ont été apportés par le Ministère de la Culture et la DRAC en AuRA, le GIS Collex-Persée et la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Le partenariat probablement le plus inhabituel dans le cadre d'un programme de sauvegarde du patrimoine, intégrant des volets importants sur l'enseignement et la recherche, est celui avec Dassault Systèmes qui met gratuitement à disposition de CHRONOSPEDIA un large éventail des licences liées à la modélisation 3D. Le projet est également accompagné à la fois en compétences techniques et en communication. Le contrat de partenariat précise que Dassault Systèmes n'a aucun droit sur les objets créés dans le cadre du projet et autorise l'export des données en format non-propritaire. Cela permet ainsi un partage complet des résultats.

Aujourd'hui, CHRONOSPEDIA a franchi une étape très importante : les principaux tests techniques préliminaires sont couronnés de succès et on passe à la production des différents chapitres d'encyclopédie. L'encyclopédie commence à se remplir et son évolution peut être suivie sur son site web. Le but de cette présentation est d'illustrer quelques principaux résultats et surtout d'expliquer l'organisation de CHRONOSPEDIA sous OMEKA-S.

## 2. Présentation du site CHRONOSPEDIA sous OMEKA-S et visualisation 3D

Omeka S<sup>4</sup> est un système de gestion de contenu (CMS) conçu pour la création de bibliothèque numériques que nous utilisons à l'INIST pour créer des sites web dans le cadre de projets de recherche<sup>5</sup>.

À la multitude de plugins ajoutant des fonctionnalités (recherche avec moteur d'indexation Solr, cartographie, moissonnage OAI-PMH, exports de données, IIIF<sup>6</sup> ...) nous avons ajouté dans notre offre de service l'intégration de visionneuses 3D.

CHRONOSPEDIA intégrera différents types de contenus, des textes, des photos, des vidéos, des sons et des modèles 3D.

Dans le cadre du projet, les modèles 3D sont réalisés avec des logiciels de CAO. Cependant, la plupart des technologies de visionneuses sur le web reposent sur l'utilisation de modèles à base de maillage. Le format de fichier qui semble être le meilleur pour de la visualisation sur le web est le format GLTF<sup>7</sup> créé par le Khronos Group. C'est un format plutôt récent qui propose pas mal de fonctionnalités et dont la compression permet d'éviter un temps de réponse trop long lors d'un affichage sur le web.

Parmi ces visionneuses 3D sur le web, nous avons retenu ModelViewer<sup>8</sup> de Google et Voyager Explorer<sup>9</sup> de la Smithsonian Institution. Ce sont toutes les deux des visionneuses open-source qui proposent des fonctionnalités différentes.

Notre objectif est de proposer des modèles 3D animés et annotés avec des possibilités de visualisation en réalité virtuelle et augmentée. Les visionneuses 3D ne proposent pas toutes ces fonctionnalités. D'un côté, Modelviewer permet d'afficher un modèle 3D en mouvement (ce que Voyager ne permet pas pour le moment). De l'autre, Voyager est la seule solution à proposer un éditeur qui permet de créer des annotations et des « visites virtuelles » autour d'un modèle 3D. Ces deux visionneuses permettent néanmoins l'affichage en réalité augmentée grâce au standard WebXR.<sup>10</sup>

---

[4] <https://omeka.org/s/>

[5] <https://www.inist.fr/services/valoriser/ingenierie-des-donnees/>

[6] <https://iiif.io/>

[7] <https://www.khronos.org/glTF/>

[8] <https://github.com/google/model-viewer>

[9] <https://smithsonian.github.io/dpo-voyager/>

[10] <https://www.w3.org/TR/webxr/>

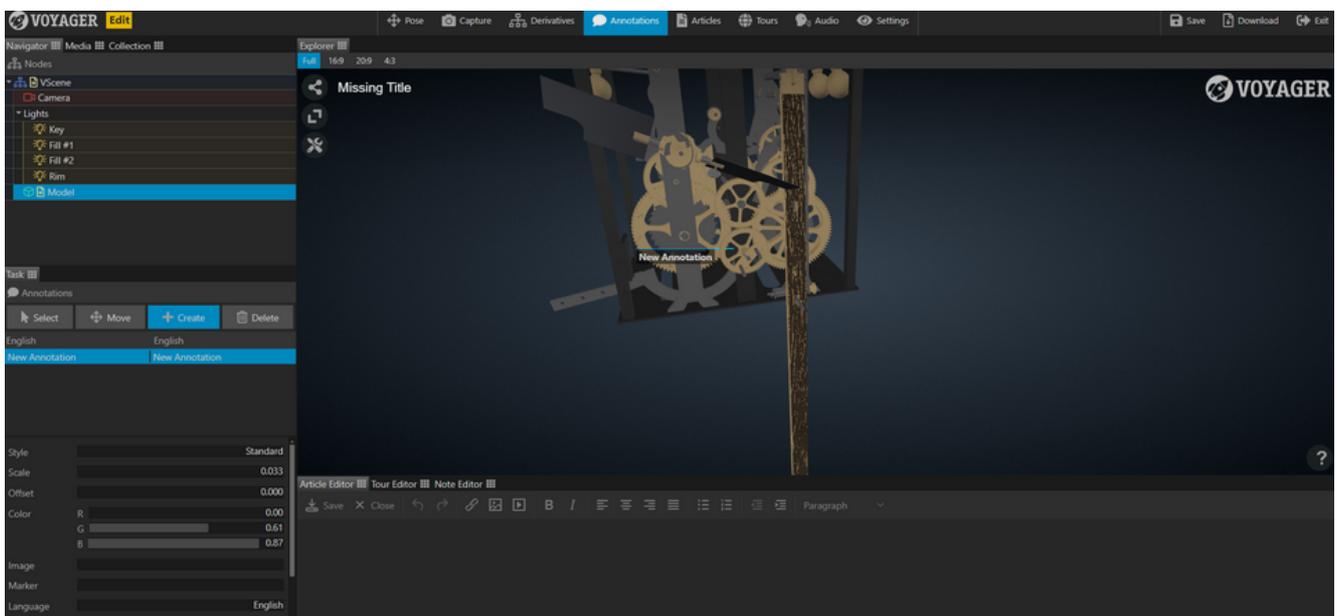


Figure 1. Capture de l'Editeur Voyager Story

Notre but est donc de contribuer au développement d'une visionneuse qui intégrerait toutes ces fonctionnalités dans une solution open-source qui permet les mêmes fonctionnalités (et même +) que ce que propose Sketchfab<sup>11</sup>

De son côté, le consortium IIIF, qui a déjà défini des standards d'interopérabilité pour le partage d'images sur le web, possède aussi un groupe de travail sur la visualisation 3D. Il serait intéressant de travailler avec eux dans ce cadre.

Le partenariat avec Dassault Systèmes nous permet d'utiliser sa suite 3DEXPERIENCE (qui comprend le logiciel SolidWorks) gratuitement. Cependant, nous avons aussi des contributions qui sont faites avec d'autres logiciels CAO (comme Rhino).

Dans tous les cas, il est important de garder le fichier source au format du logiciel utilisé (même si c'est un format propriétaire) car c'est le fichier qui contient le plus d'informations. À côté de cela, nous exportons le modèle dans un format plus ouvert et pérenne, le STEP.

[11] <https://sketchfab.com/>

Un export sous forme de maillage au format GLB (version binaire du GLTF) est aussi généré. C'est à partir de celui-ci qu'un travail est fait avec Blender pour créer une animation vidéo et un export du modèle en GLB qui peut aussi comporter des animations.



Figure 2. Captures d'écran du rendu vidéo

Afin de garantir la pérennité et l'interopérabilité des modèles 3D, nous déposerons les fichiers sources des modèles 3D dans le Conservatoire National des Données 3D (CND3D)<sup>12</sup> créé par le consortium 3D SHS<sup>13</sup> de l'Infrastructure de Recherche Huma-Num<sup>14</sup> pour leur archivage et leur accès, via l'utilisation du logiciel aLTAG3D<sup>15</sup>.

Le modèle de données utilisé pour décrire les modèles 3D de CHRONOSPEDIA se base déjà en grande partie sur le schéma de métadonnées du Conservatoire.

Les métadonnées respecteront les principes FAIR<sup>16</sup> selon les recommandations nationales pour la science ouverte.<sup>17</sup>

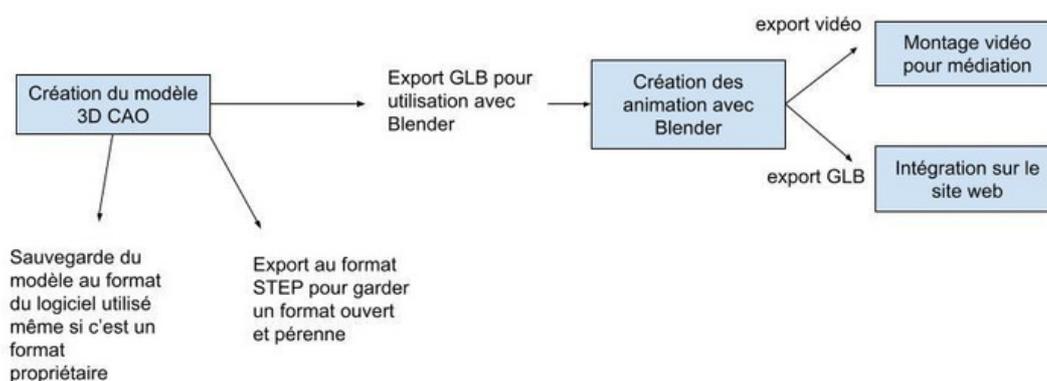


Figure 3: Processus de création 3D de CHRONOSPEDIA

[12] <https://3d.humanities.science/>

[13] <https://shs3d.hypotheses.org/>

[14] <https://www.huma-num.fr/>

[15] <https://altag3d.huma-num.fr/>

[16] <https://www.ouvri.lascience.fr/fair-principles/>

[17] <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/le-plan-national-pour-la-science-ouverte-2021-2024-vers-une-generalisation-de-la-science-ouverte-en-48525>