

# « CHRONOSPEDIA »

## L'encyclopédie ouverte du savoir horloger

**Résumé.** L'absence de ressource documentaire sur l'horlogerie ancienne les horloges anciennes (pendules, horloges d'édifice, ...) ainsi que celle des formations sur ces sujets comportent un risque majeur de la perte du savoir-faire horloger qui a fait rayonner la France dans le monde. Pour remédier à cela on propose de créer une base de données numérique ouverte avec les logiciels 3D et les éléments de la réalité virtuelle qui portera le nom « CHRONOSPEDIA ». Elle sera créée en collaboration entre la communauté horlogère, des musées français et européens, des établissements d'enseignement supérieur et de la recherche et réunira à la fois des mécanismes principaux et le classement des horloges historiques. Les formations adaptées à destination des conservateurs des musées, des élèves horlogers et même au grand public seront dispensées.

### 1. Constat de la situation

Depuis plus de trente ans dans les écoles d'horlogerie, les référentiels de formation portent quasi exclusivement sur la montre à quartz et la montre mécanique. Toute la partie concernant les pendules et horloges est généralement abordée théoriquement, sans aucune pratique. L'horloge d'édifice, premier système de comptage du temps, à l'origine de tous les autres mécanismes et du rôle de l'horlogerie dans la société n'est même plus traitée. Si rien n'est fait, le savoir-faire horloger en pendulerie et en horlogerie d'édifice aura disparu en 2030, lorsque les derniers horlogers formés « à l'ancienne » partiront à la retraite. Le problème est encore plus prégnant pour la base du métier d'horloger : le diagnostic de panne, sans lequel aucune intervention ne saurait être pertinente, mais qui n'est pas abordé dans le cursus actuel. Au-delà de la perte de connaissance, c'est tout un pan du patrimoine qui ne pourra plus être entretenu.

En plus du problème d'absence des formations spécifiques en pendulerie, pratiquement aucun ouvrage technique la concernant n'a été publié depuis 200 ans et ceux qui subsistent ne sont pas suffisamment explicites.

Il est urgent donc de créer une archive qui intègre à la fois le savoir et le savoir-faire horloger. La solution du problème pourra venir des techniques 3D et de réalité virtuelle, largement utilisée dans l'industrie, qui permettent d'avoir une autre approche métier sous un angle différent, qui n'existe pas encore dans l'horlogerie. L'idée d'utilisation des méthodes 3D était introduite et largement exploitée par François Simon-Fustier<sup>1</sup>, 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 3D dans l'horlogerie ancienne. Cette expertise a été validée au cours des nombreuses collaborations en France comme à l'étranger pour la sauvegarde du patrimoine horloger : Château de Vaux-le-Vicomte, Château de Versailles, 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 dessins 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 électronique de modélisation des mécanismes ouvre la possibilité de croiser la base informatique des modèles 3D des mécanismes avec celles des musées qui répertorient les horloges historiques les plus intéressantes ainsi que celles des bibliothèques qui englobent les références

---

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Jilld0wiZrc>

bibliographiques sur les ouvrages et les documents les plus pertinents (archives, ouvrages numérisés, publications scientifiques). Ces contenus et ces bases de données 3D réunies formeront CHRONOSPEDIA<sup>2</sup> – l’encyclopédie virtuelle ouverte du savoir horloger et permettront par leur organisation, leur description, leur mise en relation un enrichissement des savoirs. Une fois CHRONOSPEDIA créée, elle sera conservée par la Direction générale déléguée Bibliothèques et appui à la science ouverte de l’Université Grenoble Alpes qui porte la mission nationale de conservation des documents matériels et numériques relevant de la physique et de ses applications dans le cadre des projets Collection d’excellence en Physique. Cette conservation se fera en lien avec l’Infrastructure de Recherche nationale HumaNum, ce qui garantira la pérennité de l’Encyclopédie

Ce projet CHRONOSPEDIA s’inscrit dans la logique du développement d’un centre universitaire (Centre International sur les Technologies Avancées) sur les thématiques liées au temps, sa distribution sécurisée et des sujets connexes que l’UGA met en place à La Mure près de Grenoble.

Ce projet, qui prévoit la mise à disposition libre des contenus, est également cohérent avec les principes de la science ouverte soutenus par le MESRI et, au-delà, au niveau européen.

## 2. Structure de CHRONOSPEDIA et du projet

### Structuration de CHRONOSPEDIA

Si la possibilité de créer des modèles informatiques des mécanismes horlogers permet de concevoir une encyclopédie numérique et si sa faisabilité technique ne pose aujourd’hui aucun problème majeur, les questions posées sont celles de sa structure et de sa taille. Il est impossible de modéliser toutes les horloges et pendules car le nombre total produit se compte en millions. Par contre, le nombre de mécanismes réellement différents reste assez limité : avec une vingtaine de modèles principaux on devrait pouvoir couvrir la quasi-totalité des mécanismes présents dans l’horlogerie ancienne. De plus, très souvent un mécanisme horloger est associé à une implantation géographique assez bien identifiée.

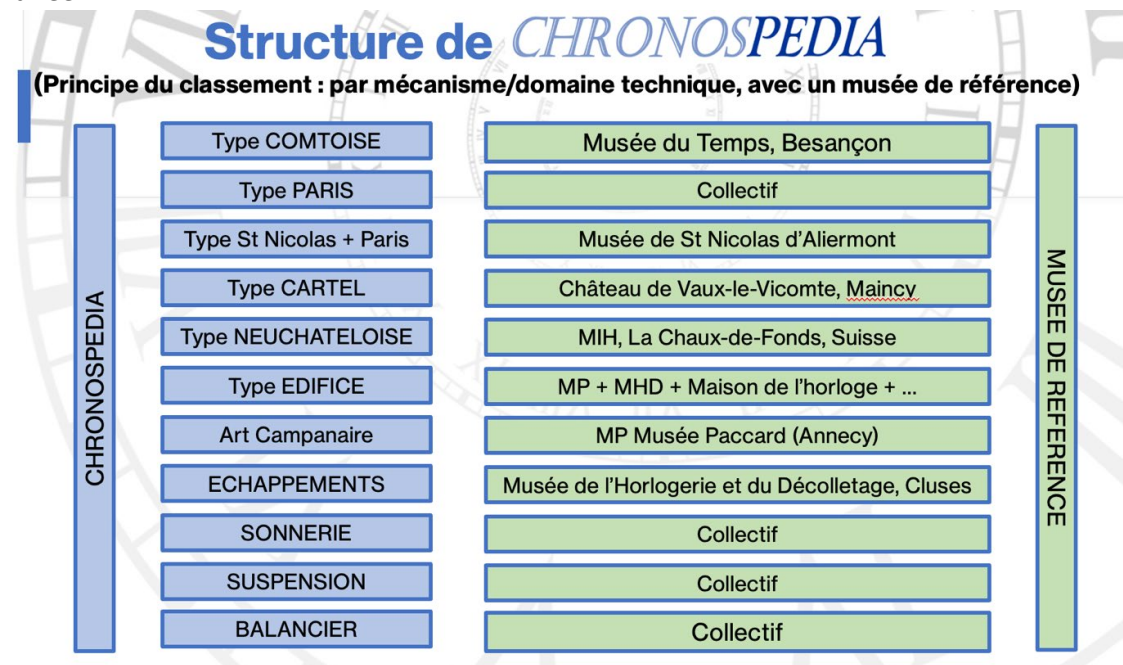


Figure 1. Structure générale de CHRONOSPEDIA

Les nombreuses discussions avec les musées français et internationaux ont permis de choisir l’idée principale de la construction de la CHRONOSPEDIA : elle sera structurée par mécanisme ou domaine

<sup>2</sup> Par simplicité de communication nous utiliserons le même terme CHRONOSPEDIA dont la marque est déposée aujourd’hui pour désigner l’encyclopédie elle-même, le projet de sa création, une société de gestion à créer, ...

technique horloger et chaque chapitre sera associé à un (des) musée(s) de référence. Dans la même logique, plus tard, CHRONOSPEDIA pourrait être complétée par les contributions allemande, belge et anglaise...

Ces chapitres dédiés aux mécanismes horlogers seront progressivement enrichis et complétés par les informations sur le fonctionnement (ou plutôt des dysfonctionnements possible) des horloges et les démarches nécessaires pour leur solution :

- Pannes principales (avance/retard ; mise à l'heure ; sonnerie décalée ; le balancier s'arrête, poids bloqués, ...)
- Diagnostic de pannes ; Fiches de process / type ; Fiches de travail / type ; Fiches de méthode ; Certifications

Ces données seront réunies avec des inventaires numériques des musées qui répertorient les horloges historiques les plus intéressantes ainsi que celles des bibliothèques qui englobent les références bibliographiques sur les ouvrages, les revues et documents les plus pertinentes et donnent accès à différents contenus numérisés. CHRONOSPEDIA s'enrichira au fur et à mesure par d'autres types de contenus comme les archives et les publications scientifiques (articles, thèses, mémoires) produites dans le contexte du projet.

### *Structuration du projet*

Le projet CHRONOSPEDIA se structure selon trois axes principaux

- Préparation des outils informatiques nécessaires pour la production des modèles 3D (modélisation, choix des formats des données, leur visualisation, ...) et pour la conception d'une archive numérique réunissant des données assez hétérogènes ;
- Production (surtout pour les modèles 3D), identification, homogénéisation des données (pour les archives des musées et des documents), leur sauvegarde « éternelle », la mise en place de fonctionnalités permettant la recherche (via des mises en relation), la valorisation et l'exploitation des contenus, ...
- Développement des usages de CHRONOSPEDIA dans l'enseignement, dans la recherche, dans l'activité muséographique ainsi que la valorisation et communication autour du projet ...

Les deux premiers axes sont prioritaires aujourd'hui.

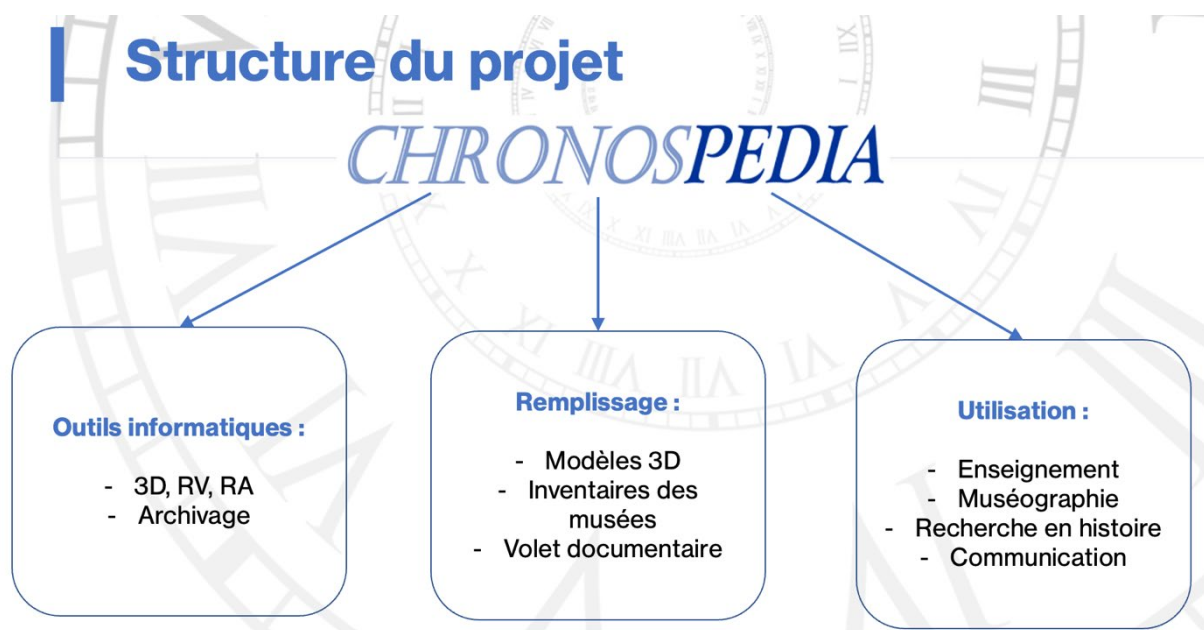


Figure 2. Structure générale du projet CHRONOSPEDIA.

Les deux premiers axes sont aujourd'hui prioritaires.

Le développement des outils informatiques englobe deux types de problèmes majeurs à résoudre :

- Choix des outils de production des modèles 3D (qui sont au cœur du projets et représente sa vraie originalité)
- Développement d'une archive informatique moderne qui réunit et rend accessible dans la même base de données des objets des natures différentes et qui arrive à suivre « naturellement » l'upgrade permanent des logiciels ainsi que la mise à jour régulière des bases de données

Il faut souligner que CHRONOSPEDIA sera une des premières archives numériques de modèles 3D ce qui représente un intérêt méthodologique évident pour le développement d'autres archives des modèles 3D qui vont apparaître dans les années à venir.

Pour ce qui concerne l'alimentation de CHRONOSPEDIA, les problèmes à résoudre dépendent de la typologie des données :

- Pour ce qui concerne les modèles 3D, l'enjeu est surtout dans la création d'une base d'une vingtaine des modèles principaux qui couvrent l'essentiel des mécanismes horlogers,
- Pour ce qui concerne les archives de musées, il faut s'assurer de leur compatibilité avec le système informatique qui sera choisi pour sa réalisation finale et les remettre à jour si nécessaire (ce travail est assez conséquent et il sera certainement étalé dans la durée, d'où la nécessité de prévoir la mise à jour régulière et automatisée de CHRONOSPEDIA) ;
- Le volet documentaire consiste dans l'identification des ouvrages les plus importants (si les livres sont facilement identifiables, ceci n'est pas le cas de nombreux documents moins connus mais qui représentent un intérêt indéniable – publications des associations d'horlogerie, les rapports de stage des écoles d'horlogerie, archives...), leur numérisation éventuelle et archivage numérique ;
- Il est tout à fait envisageable d'adjoindre des archives audio-visuelles à la fois existantes mais également à créer (on pense certainement aux sons produits par les horloges mais également aux sons et bruits des instruments de fabrications qui peuvent être très caractéristiques et indiquer la bonne façon de fabriquer des pièces).

Les usages futurs seront certainement très nombreux dont une partie paraît assez évidente (muséographie, restauration, recherche en histoire et en sociologie, enseignement et vulgarisation, ...) mais l'ouverture de CHRONOSPEDIA au large public va certainement générer des usages auxquels nous ne pensons même pas aujourd'hui.

Pour rendre le projet encore plus efficace et opérationnel, on complétera la sauvegarde du savoir par des modules d'enseignement certifié. Chaque mécanisme détaillé dans un des chapitres de CHRONOSPEDIA fera l'objet d'un Certificat Technique de Métier (CTM) élaboré par CMA France, les Campus des Métiers d'Art et les Écoles d'horlogerie. Les modèles proposés seront accessibles aux élèves-ingénieurs souhaitant se former en logiciels 3D. Des formations générales à destination du grand public seront également proposées. Elles seront mises en place par le Centre International des Technologies Avancées.

### **3. Membres du projet**

La particularité du projet CHRONOSPEDIA consiste dans les liens entre le « monde d'horlogerie » (horlogers, musées d'horlogerie, associations d'amateurs, ...) et le monde de l'enseignement supérieur et de la recherche (laboratoires, services documentaires et de traitement de données, ...) qui n'existe presque pas aujourd'hui. Le fait de créer une archive numérique ouverte multiforme pose quelques problèmes dont la solution sera certainement très utile pour d'autres projets. Parmi les sujets qui intéressent les partenaires de l'enseignement supérieur et de la recherche on peut citer :

- Modélisation 3D ; les sujets de production, animation et visualisation des modèles 3D non soumis aux licences et brevets sur les objets modélisés (ceci est parfaitement vrai pour les horloges d'édifice, des pendules, etc... contrairement, par exemple, aux montres dont la modélisation n'est pas prévue à ce stade du projet) ouvre un champ d'action et d'exercice très important pour toutes les formations, par exemple, dans les écoles d'ingénieur où on enseigne les outils 3D ;
- La création d'une archive 3D ouverte ; les technologies qui utilisent 3D sont relativement récentes et couvrent souvent les activités à fort enjeux économiques et avec une protection de la propriété intellectuelle ; le sujet de l'archivage ouvert et avec une sauvegarde à très long terme est un sujet avec des multiples problèmes à résoudre (choix des formats des fichiers surtout pour des modèles dynamiques, recherche d'une certaine indépendance des logiciels à licence, ...). Leur solution sera certainement utile pour d'autres archives futures ouvertes ;
- La conception d'une archive très hétérogène (modèles 3D, archives des musées, celles des bibliothèques, ...) venant des structures très diverses représente également un exercice avec des multiples répercussions futures ;
- L'ouverture des nouvelles données difficilement accessibles aujourd'hui aux chercheurs en histoire, histoire des sciences, sociologie, ... représente également un enjeu très important du projet.

L'articulation de ce projet avec des structures collaboratives de l'ESR (par exemple, HumaNum <https://www.huma-num.fr/>) ou des projets très proches par esprit et assez complémentaires par le champ thématique et géographique (par exemple, le projet suisse « The Watch Library », <https://watchlibrary.org/>) est également un des enjeux de la structuration du projet CHRONOSPEDIA.

Le caractère ouvert de l'encyclopédie et du projet dans son ensemble permet d'attirer beaucoup d'acteurs venant d'horizons divers. Aujourd'hui, le projet CHRONOSPEDIA regroupe plus d'une vingtaine de partenaires et continue de croître car au fur et à mesure de la communication autour du projet, des nouveaux partenaires expriment leurs souhaits de le rejoindre. Dans cette situation de croissance permanente d'activité, il est plus facile de classer des acteurs du projet par leur activité.

#### *Horlogers et associations d'amateurs d'horlogerie*

- François Simon-Fustier, Maître d'Art en Horlogerie (<https://horlogerie-ancienne.fr/horloger-de-la-croix-rousse>), fondateur du projet
- Marc Voisot (<https://www.youtube.com/watch?v=1hmfLEtM7qw>) horloger et conservateur-restaurateur en objet d'art
- Augustin Gomand (<https://www.youtube.com/watch?v=q7EGdDqh65Q>)
- AFAHA, Association Française des Amateurs d'Horlogerie Ancienne (<http://www.afaha.com/>)
- AHA, Association d'Horlogerie Aliermontaise (<https://www.musee-horlogerie-aliermont.fr/l-association-d-horlogerie-aliermontaise-fr986d>)

#### *Musées*

- Musée du Temps de Besançon (<https://www.mdt.besancon.fr/>)
- Musée International d'Horlogerie, La Chaux-du-Fonds (<https://www.chaux-de-fonds.ch/musees/mih>)
- Château de Vaux-le-Vicomte (<https://vaux-le-vicomte.com/>)
- Musée de l'horlogerie et du décolletage, Cluses (<https://www.musee.2ccam.fr/>)
- Musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas-d'Aliermont (<https://www.musee-horlogerie-aliermont.fr/>)
- Musée des Arts Précieux Paul-Dupuy, Toulouse (<https://www.ampdupuy.fr/>)

- Musée de la Cloche Paccard, Annecy (<https://musee-paccard.com/>)
- Musée de L'Horlogerie du Haut Doubs (<http://www.musee-horlogerie.com/>)
- Musée Carnavalet, Paris (<https://www.carnavalet.paris.fr/>)

#### *Structures de l'ESR spécialisées en mécanique et en 3D*

- Plateforme Vision\_R du GSCOP (Grenoble INP-UGA-CNRS – Laboratoire « Sciences pour la conception, l'optimisation et la production »)
- Laboratoire des sciences du numérique de Nantes (UMR de l'Université de Nantes, Centrale Nantes, l'IMT Atlantique/campus de Nantes, du CNRS et d'Inria)
- SUPMICROTECH-ENSMM, l'École nationale supérieure de mécanique et des microtechniques
- ENISE, École nationale d'ingénieurs de Saint-Étienne/Centrale Lyon

#### *Structures de l'ESR spécialisées en conservation et en traitement de documentation*

- Institut de l'information scientifique et technique (INIST) du CNRS
- Direction générale déléguée Bibliothèques et appui à la science ouverte (DGD BAPSO) de l'Université Grenoble Alpes

Le pilotage général du projet est assuré par l'Horloger de la Croix Rousse et par le directeur du *Centre International des Technologies Avancées* (ICAT) à La Mure, qui coordonnent ensemble des partenaires et établissent les nouveaux contacts.

La réponse réussie à l'appel à projet Collex-Persée (voir plus loin) nous a conduit à mettre en place le COFIL de ce sous-projet et qui joue aujourd'hui le rôle le plus structurant pour l'ensemble du projet.

Sa composition actuelle est :

- Représentant du Ministère de la Culture : Jean Davoigneau
- Pierre Judet, historien des sciences (LARHRA - UGA)
- Jean-Pierre Viennet, administrateur de l'AFAHA
- Florent Laroche (LS2N, consortium 3D HumaNum)
- Frédéric Noel (Vision-R, G-SCOP)
- Régis Huguenin-Dumittan (MIH)
- Laurence Reibel, Musée du Temps de Besançon
- François Simon-Fustier (Horloger de la Croix Rousse)
- Konstantin Protassov représentant d'ICAT et chef de projet
- Claire François, directrice de l'INIST
- Frédéric Saby, directeur de la DGD BAPSO

Il évoluera en fonction des priorités de CHRONOSPEDIA dans les mois à venir.

#### **4. Stratégie de la recherche de financement pour le projet**

Le projet CHRONOSPEDIA représente un intérêt pour les structures publics et privés, c'est pourquoi il est naturel d'aller chercher les deux types de financement.

##### *Financements publics*

Le financement public de ce projet se fait par la participation du personnel affecté dans les structures impliquées dans le projet (les enseignants-chercheurs et le personnel technique administratif) et par les financements obtenus dans les appels à projets publics. Les deux premiers appels à projets auxquels les membres de la collaboration ont répondu et qu'ils ont obtenus sont :

- L'appel à projet « Services Numériques Innovants » du Ministère de la Culture (30 k€) remporté en avril 2022 par l'Horloger de la Croix Rousse avec le Musée du Temps de Besançon pour tester notre construction sur un chapitre consacré à d'horloge Comtoise.
- Le deuxième appel à projet obtenu (85 k€) en mai 2022 est celui du GIS Collex-Persée (<https://www.collexpersee.eu/>), un réseau national de coopération entre bibliothèques dont l'objectif est de valoriser les documents utiles à la recherche scientifique et de favoriser leur accès à la communauté des chercheurs, dépendant du Ministère de l'Enseignement Supérieure, de la Recherche et de l'Innovation. Le but du projet déposé est la création de la base des données pour CHRONOSPEDIA capable de réunir des modèles 3D, les archives des musées et de la documentation liées à l'horlogerie. L'appel à projet était porté par l'Université Grenoble Alpes au travers de la DGD BAPSO et de l'ICAT, et de l'INIST en collaboration avec l'Horloger de la Croix Rousse et le Musée du Temps de Besançon.

Il faut souligner que le démarrage de CHRONOSPEDIA a été financé par la Région Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre du projet COMESUP de création du Centre de formation ICAT à La Mure.

#### *Financements privés*

Le démarrage du projet était inenvisageable sans un investissement particulièrement important fait par l'Horloger de la Croix Rousse dans le développement des premières modèles 3D.

- Le logiciel utilisé pour la modélisation est SolidWorks de Dassault Systems, qui a sélectionné en Avril 2022 le projet CHRONOSPEDIA parmi les 5 projets innovants européens qui vont bénéficier gratuitement de la nouvelle version des outils de modélisation (3DExperience : <https://www.3ds.com/fr/3dexperience>) ainsi que d'accompagnement en ressources humaines et en communication offerts par Dassault Systems. Dans le cadre de ce projet, Dassault Systems mettra à disposition des membres de CHRONOSPEDIA un cloud dédié avec les derniers développements logiciels.
- Le fonds de dotation BELLE MAIN (<https://bellemain.org/>) qui soutient l'artisanat de restauration d'objets mobiliers du Patrimoine a décidé de financer la restauration par l'Horloger de la Croix Rousse d'une horloge au Musée de Paccard avec la création d'un modèle 3D qui intégrera CHRONOSPEDIA.

Des financements plus ponctuels ont également été apportés au projet par

- GORGY TIMING (<https://www.gorgy-timing.fr/>), l'industriel spécialisé sur les thématiques du temps/fréquence ;
- France Horlogerie (<https://www.francehorlogerie.com/>) ;
- FNAMAC (<https://www.fnamac.fr/>), Fédération National Artisanale des Métier d'Art et Création du Bijou, de l'Horlogerie ;
- Mairie de la Mure (<https://lamure.fr/>)

Cette logique de recherche des financements aussi bien publics que privés sera poursuivie dans les futurs appels à projets et par la préparation en cours d'un crowdfunding. Les musées-partenaires du projet apporteront les contreparties aux donateurs sous forme de visites, participation aux événements, ...

Le montage juridique nécessaire pour une telle campagne de crowdfunding est en cours d'élaboration avec les juristes spécialisés et les professionnels de collecte de donations comme « Dartagnans » (<https://dartagnans.fr/>).

## Porteurs du projet

**François Simon-Fustier**

e-mail : [fsf@fsf-lyon.com](mailto:fsf@fsf-lyon.com)

portable : 06 70 93 04 65

Quatrième génération d'horloger de la famille depuis 1890, François Simon-Fustier est devenu le premier Français Maître d'Art en Horlogerie par nomination du Ministre de la Culture en 2019.

**Konstantin Protassov**, Centre des Technologies Avancées (ICAT) de l'Université Grenoble Alpes

e-mail : [konstantin.protassov@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:konstantin.protassov@univ-grenoble-alpes.fr)

portable : 06 75 03 16 71

Konstantin Protassov est Professeur de physique à l'Université Grenoble Alpes (UGA). Par le passé récent il était le Directeur de l'UFR de Physique, le Vice-Président Conseil d'Administration de l'Université Joseph Fourier et le Vice-Président Ressources et Développement de l'UGA.