

La documentation du patrimoine scientifique par les restaurateurs. L'exemple des horloges.

Denis Roegel *

9 août 2022

Le patrimoine scientifique et technique est constitué de machines, d'instruments, de constructions diverses et variées, qui imposent des approches spécifiques, à la fois pour l'étude et la conservation. Un objet statique implique la conservation de sa structure, de l'agencement de ses parties, ainsi que l'étude et la documentation de cette structure, mais un objet dynamique comme une machine implique en outre l'étude et la documentation de son fonctionnement, ainsi que de tous les aspects qui sont liés à ce fonctionnement, et notamment sa conception et ses propriétés mécaniques et mathématiques.

Ce type de patrimoine nécessite en général l'intervention de restaurateurs spécialisés et ces restaurateurs, de concert avec des conservateurs et des chercheurs, ont comme mission non seulement de mettre en œuvre une approche conservatoire, mais aussi de développer la connaissance de ces œuvres¹. Ces travaux et ce développement scientifique se traduisent par des rapports, dont bénéficient notamment les chercheurs, conservateurs et restaurateurs futurs.

Malheureusement, les rapports et études réalisés lors de ces interventions sont souvent conservés dans un cercle très restreint et n'atteignent

*Article écrit en tant que chercheur indépendant dans le patrimoine scientifique et technique et n'engageant pas notre employeur. Nous tenons à préciser par ailleurs que nous n'avons aucun lien avec les restaurateurs évoqués ici et que notre analyse se veut la plus impartiale possible. Comme plusieurs horloges évoquées ici sont des horloges astronomiques, nous nous permettons de signaler notre contribution sur ce sujet dans l'ouvrage *A general history of horology* [7] qui vient de paraître.

1. On pourra consulter notre guide sur les interventions sur le patrimoine horloger [1]. Ce guide détaille notamment les rôles respectifs des conservateurs, des chercheurs et des restaurateurs.

guère ceux qui en auraient le plus besoin, à savoir les chercheurs, et encore moins le grand public qui est pourtant concerné par le patrimoine, puisqu'il en est le premier destinataire. De ce fait, il n'y a pratiquement eu à ce jour aucune évaluation approfondie de ces rapports, et bien souvent leur existence même est insoupçonnée. Cette non-communication des rapports a pour conséquence des anomalies, des lacunes importantes, des problèmes, qui ont un impact majeur sur le développement scientifique du patrimoine qui s'en trouve retardé. Chaque intervention fonctionne presque à huis-clos, sans véritable vue d'ensemble ni des interventions faites ailleurs, ni surtout des besoins de la communauté scientifique.

Dans le présent travail, nous espérons contribuer modestement à lever un peu le voile sur ces problèmes, au travers de l'examen comparé d'un certain nombre de rapports. Nous n'avons pas couvert l'ensemble du patrimoine scientifique et technique, mais nous nous sommes intéressé à un petit pan représentatif de ce patrimoine, à savoir celui des mécanismes d'horlogerie, et même plus particulièrement des mécanismes complexes, et des horloges d'édifice. Les horloges sont des instruments scientifiques, elles ont une structure complexe, leur histoire couvre de nombreux siècles, et leur développement scientifique ne peut se faire pleinement qu'en faisant collaborer chercheurs, conservateurs et restaurateurs.

1 Matériel d'étude

Ces dernières années, nous avons rassemblé un grand nombre de devis, de DCE (document de consultation des entreprises), d'études préalables, de rapports de restauration, etc., en rapport avec des horloges d'édifice, des horloges astronomiques, ou diverses pendules et montres. Certains de ces documents ont été demandés parce qu'ils correspondent à des œuvres qui nous intéressent ou qu'il est important de documenter pour la communauté, en tant qu'éléments du patrimoine. D'autres ont été demandés afin de compléter la présente enquête et d'avoir une appréciation aussi objective que possible sur l'activité d'un grand nombre de restaurateurs. Dans la plupart des cas, les rapports qui ont été obtenus ont été réalisés dans le cadre de marchés publics et sont des documents administratifs publics.

Il faut bien comprendre que l'obtention de ces rapports est souvent un parcours du combattant, car les restaurateurs rechignent en général à les communiquer et les administrations (DRAC, musées, etc.) font tout leur possible pour ne pas répondre aux demandes, éventuellement en utilisant des moyens douteux comme l'intimidation, voire des plaintes

pour demandes abusives, alors que ces demandes sont parfaitement légitimes. Certains restaurateurs vont jusqu'à prétendre qu'ils sont harcelés (et portent plainte !) lorsqu'on leur demande des précisions techniques qui manquent dans leurs documents et qui sont utiles à la communauté et notamment aux chercheurs. En cela, ils cherchent à se soustraire à leurs devoirs patrimoniaux. Il y a aussi des cas où les administrations affirment ne pas retrouver les rapports demandés (ce qui est peut-être vrai, mais dénote évidemment un manque d'organisation), ou/et où des restaurateurs affirment avoir perdu leurs archives suite à des problèmes informatiques (c'est l'argument avancé par le restaurateur d'un régulateur astronomique du lycée de la Martinière à Lyon, mais cela dénote alors des lacunes dans l'organisation des archives informatiques, pour un restaurateur qui par ailleurs se vante d'être un pionnier en matière d'application de l'informatique à l'horlogerie, à supposer que l'argument soit véridique). Enfin, certaines administrations comme la municipalité de Cluses tentent de surfacturer la fourniture de rapports, en violation des directives préfectorales.

Tous les rapports obtenus n'ont pas été utilisés, parce que certains ne concernent que marginalement le sujet de l'horlogerie, parce qu'ils n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse de notre part, parce qu'ils n'apportent rien de plus à notre panorama, ou bien parce que ce ne sont pas strictement des rapports de restauration, mais par exemple des études spécifiques. Les rapports qui ont plus particulièrement été utilisés dans cette étude sont donnés ci-après et à défaut d'être exhaustifs, ils sont, nous le pensons, représentatifs de l'état de la documentation des interventions horlogères en France. Nous nous sommes volontairement limités à des travaux réalisés en 2009 ou après, bien que nous possédions quelques rapports plus anciens. Nous avons utilisé une abréviation pour chaque groupe de rapports et ces abréviations sont utilisées plus loin dans des tableaux analytiques.

B-Ennery : horloge d'Ennery (57), devis de Bianchi, 2012

B-Retonfey : horloge de Retonfey (57), devis de Bianchi, 2014

C-Dijon : pendule de Foullet et Michel, musées de Dijon : Atelier Chronos, 2015

C-Louvre : pendule de la création du monde de Passemant, Louvre, rapport partiel de l'Atelier Chronos, c2017

C-horloge 16^e : expertise d'une horloge de table du 16^e siècle, Marc Voisot, 2018

C-Nancy : horloge astronomique du Musée lorrain de Nancy, rapport de restauration de l'Atelier Chronos, 2019

- C-Bretagne** : horloges d’Henvic (29), de Saint-Servais (29) et de Saint-Suliac (35), expertises de l’Atelier Chronos, 2020
- CH-Dijon** : pendule du jour et de la nuit, musées de Dijon : Atelier Chronos et Ryma Hatahet
- HV-Panthéon** : horloge du Panthéon, rapports de restauration de J.-B. Viot et R. Hatahet
- HV-Fontainebleau** : horloge astronomique « à 10 cadrans », château de Fontainebleau : étude préalable et rapport de restauration du groupement Hatahet, 2021
- HV-Chantilly** : pendule de Cressent, château de Chantilly, rapport de restauration de R. Hatahet et J.-B. Viot, 2021 ?
- H-Gallé-Juillet** : cartel Roussel du musée Gallé-Juillet, rapport de restauration de R. Hatahet, 2020
- N-expertises** : pendule d’Hubert Sarton et chronomètre de Leroy, rapports d’expertise de Jacques Nève, 2014
- P-Chartres** : horloge astronomique de Chartres : rapport de l’entreprise Prêtre, 2009
- P-Chambord** : horloge du château de Chambord : rapport de l’entreprise Prêtre, 2011
- P-Gd-Palais** : horloge du Grand Palais : rapport de l’entreprise Prêtre, 2013
- P-Lyon** : horloge astronomique de Lyon, étude historique, 2016
- SF-Cluses** : horloge de l’hôtel de ville de Cluses, rapport de restauration de F. Simon-Fustier (et Jean Thomas pour la partie électrique), 2019
- T-Cluses** : horloge-mère de l’école d’horlogerie de Cluses, rapport de restauration de J. Thomas, 2018
- V-Besançon** : cadrans extérieurs de l’horloge astronomique de Besançon : rapport de l’entreprise Voegelé, 2020

Des rapports doivent aussi exister pour l’horloge astronomique de Beauvais, mais n’ont pas encore été obtenus. Il en est de même pour le Musée du temps à Besançon qui n’a pas communiqué les rapports demandés sur trois pendules du Bureau des longitudes, sur les horloges comtoises (restaurations de l’Atelier Chronos) ou sur l’horloge de l’église Saint-Pierre de Besançon (Ryma Hatahet et Jean-Baptiste Viot). Enfin, le

château de Versailles ne nous a pas encore communiqué le rapport préalable sur la pendule à sphère mouvante de Passemant, bien que ce rapport soit communicable, puisque la restauration a été entamée [5].

Tous les rapports que nous avons examinés peuvent être obtenus en contactant soit les administrations concernées, soit éventuellement les restaurateurs eux-mêmes, si ceux-ci acceptent de communiquer leurs rapports (qui sont publics).

Au final, tous ces rapports ne font intervenir qu'un petit nombre de restaurateurs :

- Atelier Chronos (Marc Voisot et Emmanuel Aguila),
- Ryma Hatahet (souvent avec Jean-Baptiste Viot, Serge Rukwavu et Leslie Villiaume)
- François Simon-Fustier et ses employés
- Entreprise Prêtre à Mamirolles
- Entreprise Voegelé à Strasbourg
- Jacques Nève
- Jean Thomas
- Entreprise Bianchi (Maizières-lès-Metz)

Ces restaurateurs sont bien sûr intervenus ailleurs, et il y a eu d'autres interventions par d'autres restaurateurs, mais nous avons choisi de nous restreindre à ce groupe, parce que c'est pour ces restaurateurs que nous avons le plus de recul.

2 Critères d'évaluation et échelles

Les rapports de restauration ou d'étude ne seront examinés que d'un point de vue documentaire. Le type d'intervention, le type de restauration, les produits et procédés employés, ne seront pas analysés ici. Ces questions sont certes importantes, mais nous nous intéressons ici surtout aux œuvres elles-mêmes, indépendamment des restaurations, et à leur développement scientifique. Pour un mécanisme, ce qui nous intéresse ici avant tout, c'est la description de la structure de l'œuvre, de ses fonctions, de son fonctionnement, des questions historiques, etc. Cette focalisation est d'autant plus importante que c'est justement l'aspect souvent le plus négligé des rapports. La nature des restaurations elles-mêmes pourra faire l'objet d'une étude ultérieure. Notre évaluation se base évidemment sur les rapports reçus, et pas forcément sur les rapports complets qui peuvent, eux, être en possession des conservateurs.

L'évaluation d'une intervention, et plus particulièrement d'un rapport de restauration sous l'angle documentaire, repose sur des critères. On peut par exemple examiner la qualité des descriptions techniques et notamment celle des figures, leur complétude, la clarté des descriptions, l'exactitude des affirmations, les calculs, etc. Mais il ne suffit pas d'avoir des critères, il faut aussi avoir des échelles. Or, ce qui détermine l'échelle, c'est ce qui, pour un certain critère, d'une part est possible de faire, d'autre part est nécessaire de faire. La nécessité d'un travail résulte elle-même de deux conditions, à savoir que ce travail peut être utile au développement scientifique de l'œuvre, et en même temps serait une occasion manquée s'il n'était pas fait. Certains travaux sont moins urgents que d'autres, car ils peuvent encore facilement être réalisés par la suite. Mais la facilité peut être trompeuse, car le possible n'est pas le probable. Ainsi, pour donner un exemple qui sort du cadre des rapports examinés ici, il y a eu une intervention fin 2018 sur le buffet de l'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg. Lors de cette intervention, un grand échafaudage a été mis en place autour de l'horloge et même si l'intervention devait se limiter (par des choix unilatéraux de la DRAC) au buffet, il aurait fallu profiter de cet échafaudage pour démonter le coq automate, et le documenter intégralement, y compris par scan 3D des pièces. Cela n'a pas été fait, et comme l'échafaudage précédent datait des années 1960, il est possible qu'il faille maintenant attendre 50 ans, voire plus, pour que ce qu'il était possible et facile à faire soit fait. C'est une occasion manquée qui conduit naturellement à pénaliser cette intervention, qui a d'ailleurs été menée sans que les chercheurs aient été consultés.

Dans ce qui suit, nous considérons les rapports sous les angles de l'organisation scientifique, de la qualité générale de la documentation, de la qualification des auteurs, de la description technique et des recherches historiques entreprises.

2.1 Organisation scientifique

Il importe d'évaluer un certain nombre de points liés à l'organisation scientifique des interventions. On peut par exemple se demander si celle-ci a été scientifiquement supervisée et par des personnes compétentes dans les questions techniques concernées (donc pas uniquement des conservateurs formés en histoire de l'art). A-t-on inclus tous les chercheurs pertinents et ceux-ci étaient-ils à égalité avec les conservateurs et les restaurateurs ? A-t-on pris en compte les besoins de la communauté scientifique ?

Ensuite, le travail réalisé, et notamment les rapports, relevés, plans,

photographies, etc., est-il accessible à tous, ou bien y a-t-il des conditions d'accès ? Ou encore y a-t-il des occultations abusives² dans les rapports ? Si cela est le cas, cela ne peut être que préjudiciable au développement scientifique des œuvres qui doit pouvoir se poursuivre librement et indépendamment des administrations patrimoniales.

Plus précisément, est-ce que le travail réalisé conduit à une dépendance des administrations patrimoniales envers les restaurateurs ? Est-ce que certaines évolutions ne sont possibles qu'en revenant vers les mêmes restaurateurs ? Est-ce que pour que le public accède à des relevés ou un modèle 3D, il faut demander l'accord du restaurateur ? Si c'est le cas, cela ne pourra que bloquer les recherches ultérieures, car un restaurateur passe à un autre client et les conservateurs n'ont quasiment jamais les compétences techniques et scientifiques nécessaires pour poursuivre le développement scientifique d'une œuvre scientifique ou technique.

Enfin, on peut se demander si les modalités de l'organisation scientifique ont conduit à des pertes patrimoniales, par exemple des occasions manquées, voire des dégradations. Est-ce que des éléments ou des données ont été perdues ? Est-ce que des erreurs de restauration ont été commises ? Est-ce que des pièces ont été conservées par les restaurateurs ?

Le tableau 1 résume la situation pour les rapports que nous avons examinés. La supervision scientifique (ici 0 = aucune) correspond à celle des conservateurs. L'implication de chercheurs est celle ou bien intégrée à l'équipe de restaurateurs, ou bien externe. Aucune des interventions analysées ici n'a été supervisée par des conservateurs spécialistes du domaine, et aucun chercheur du domaine n'est intervenu en association avec les restaurateurs. Ces critères ont néanmoins été explicités, justement pour attirer l'attention sur leur absence. L'accessibilité du travail (de 0 à 2) est celle des rapports (2 pour intégralement accessible), la dépendance (0 à 2) est la mesure des informations que les restaurateurs ont conservées et qui ne peuvent être obtenues que par eux, soit parce qu'elles sont occultées, soit parce qu'elles ne sont même pas dans le rapport « complet ». Les pertes ou les erreurs peuvent concerner des éléments de l'horloge, ou encore des erreurs de conception, voire de restauration.

Les rapports C-Louvre, C-Nancy, H-Gallé-Juillet contiennent de manière claire des occultations abusives, et donc nuisent au développement scientifique des œuvres. Le rapport C-Louvre est un rapport superficiel, sans aucune photographie de l'horloge et ne décrivant qu'une partie de l'horloge, de manière pas toujours très claire. De plus, le rapport fourni par le Louvre est manifestement un sous-produit d'un rapport que le Louvre

2. Voir à ce sujet notre analyse sur les secrets des procédés [6].

	supervision scientifique implication de chercheurs prise en compte des besoins des chercheurs égalité cons./cherch./rest. accessibilité du travail dépendance vis-à-vis des rest. pertes patrimoniales, erreurs						
	+					-	
P-Chartres	0	0	0	0	2	1	
P-Chambord	0	0	0	0	2	0	
P-Gd-Palais	0	0	0	0	2	2	
P-Lyon	0	0	0	0	2	2	
C-Dijon	0	0	0	0	0	2	
C-Louvre	0	0	0	0	0	2	
C-horloge 16 ^e	0	0	0	0	2	2	
C-Nancy	0	0	0	0	1	2	2
C-Bretagne	0	0	0	0	2	2	
V-Besançon	0	0	0	0	2	2	2
CH-Dijon	0	0	0	0	2	2	
HV-Panthéon	0	0	0	0	2	0	
HV-Fontainebleau	0	0	0	0	2	2	
HV-Chantilly	0	0	0	0	2	2	
H-Gallé-Juillet	0	0	0	0	1	2	
SF-Cluses	0	0	0	0	2	2	?
T-Cluses	0	0	0	0	2	2	
N-expertises	0	0	0	0	2	2	
B-Ennery	0	0	0	0	2	1	2
B-Retoufey	0	0	0	0	2	1	2

TABLE 1 – Évaluation de l'organisation scientifique.

n’a pas fourni, ainsi qu’il ressort des erreurs de mise en page de la version « publique » du rapport. Le rapport C-Nancy occulte les schémas des rouages, les nombres de dents et les calculs, alors que ceux-ci ne relèvent pas du secret des procédés [2]. Le rapport H-Gallé-Juillet occulte trois pages décrivant l’intervention sur l’horloge, alors que très vraisemblablement ces pages décrivent les produits employés, les techniques de nettoyage, les éventuelles réparations, mais que ces éléments ne sont pas des innovations de la restauratrice, et dont l’occultation ne présente pas d’intérêt concurrentiel. Cacher une technique connue est une occultation abusive. Les éléments cachés ne semblent pas concerner la description de l’horloge elle-même qui est donc absente du rapport. Et le rapport C-Dijon de 2015 fait au total 37 pages mais a été réduit en 2020 à 9 pages. Il ne présente plus aucune utilité pour les chercheurs et comme les conservateurs ne développent pas les questions techniques, un tel rapport bloque tout simplement le développement scientifique de cette œuvre.

Dans certains cas, nous ne savons pas s’il y a eu des pertes patrimoniales. Par exemple, pour l’horloge de l’hôtel de ville de Cluses (SF-Cluses), nous ne savons pas si l’ancien tableau électrique a été conservé avec l’horloge ou si c’est le restaurateur (Jean Thomas) qui l’a gardé [3]. Ni le restaurateur, ni la ville de Cluses, n’ont répondu à mes demandes de précisions.

2.2 Qualité générale de la documentation

L’un des critères d’évaluation est évidemment simplement celui de la capacité à produire un document cohérent, bien présenté, avec des numéros de page, un sommaire, un texte bien écrit et bien structuré, un document daté, etc. Beaucoup de rapports sont en fait très légers et traduisent un savoir-faire très limité dans la réalisation de documents professionnels. Certains rapports ne sont même pas datés.

On peut notamment examiner si un rapport comporte une bibliographie scientifique, si celle-ci est donnée de manière précise (auteurs, titres, éditeurs, dates, etc.) de manière à ce que les références puissent être retrouvées (c’est l’une des fonctions des bibliographies), et si les documents utilisés sont précisément cités là où ils sont utilisés.

Le tableau 2 résume la situation pour les rapports que nous avons examinés. La colonne « volume » indique les nombres de pages et concerne en principe uniquement la partie horlogère. Il peut y avoir d’autres parties sur les bronzes, le bois, etc. La qualité des documentations est dans l’ensemble très moyenne. Certains documents n’ont pas de pagination et

certain (Bianchi) ne sont en fait même pas des rapports. Dans le cas de l'horloge astronomique de Lyon, il y a plusieurs études historiques séparées totalisant plus de 400 pages, mais la partie proprement horlogère ne fait qu'une vingtaine de pages. Dans l'ensemble, aucun document n'est vraiment exceptionnel et le texte est souvent minimaliste. Certains restaurateurs comme Voegelé ne maîtrisent même pas la création d'un sommaire. La bibliographie est presque toujours très faible et ne témoigne pas de grandes recherches.

	volume	date	num. pages	sommaire	structuration	qualité de mise en page	qualité du texte	bibliographie	références vers bibl.	commentaire
P-Chartres	36	1	1	1	1	1	1	0	0	
P-Chambord	16	1	1	1	1	1	1	1	0	
P-Gd-Palais	28	0	1	1	1	1	1	1	1	
P-Lyon	416	0	1	1	1	1	1	1	1	
C-Dijon	9	0	0	0	0	0	0	0	0	occultations
C-Louvre	20	1	0	0	0	0	0	0	0	
C-horloge 16 ^e	13	1	1	0	0	1	1	1	0	
C-Nancy	46	1	1	1	1	1	1	0	0	occultations
C-Bretagne	43	1	0	0	1	1	1	1	1	3 horloges
V-Besançon	47	0	1	1	1	0.5	0.5	0	0	
CH-Dijon	86	1	1	0.5	1	1	1	0	0	
HV-Panthéon	31	0.5	0.5	0	1	1	1	0	0	
HV-Fontainebleau	59	1	1	1	1	1	1	0	0	
HV-Chantilly	26	0	0	0	0	0	1	0	0	
H-Gallé-Juillet	18	1	1	1	1	1	1	0	0	occultations
SF-Cluses	51	0	1	0	1	0	0	1	1	
T-Cluses	11	1	1	0	1	1	1	0	0	
N-expertises	27	0	1	0	1	1	1	1	1	2 notices
B-Ennery	6	1	1	0	0	0	0	0	0	superficiel
B-Retonfey	8	1	1	0	0	1	0	0	0	superficiel

TABLE 2 – La qualité générale des documentations (0 pour absence et 1 pour satisfaisant).

Il y a aussi le problème de la narration et du *ton*. Un rapport de restauration ne devrait pas simplement être un journal, ni un récit d'aventures. Il est souhaitable d'adopter un ton neutre et aussi objectif que possible. Un rapport de restauration doit être une synthèse et non un journal de

voyage. La presque totalité des rapports adoptent une approche neutre, à l'exception des rapports des entreprises Bianchi et de F. Simon-Fustier (SF-Cluses). Dans ces rapports, les mécanismes nous sont présentés un peu comme si les restaurateurs jouaient leur intervention, alors que ce n'est pas ce que l'on cherche dans de tels rapports. On retrouve d'ailleurs la même chose dans un rapport de 2021 de F. Simon-Fustier et S. Crevat sur un barographe de l'Université de Clermont Auvergne (UCA), mais non intégré dans la présente synthèse.

Enfin, certains restaurateurs ne maîtrisent pas non plus la numérisation de documents pour les inclure dans un rapport, c'est le cas pour le rapport SF-Cluses [3]³.

2.3 Qualifications des auteurs

Avant même d'évaluer le travail de documentation réalisé par un restaurateur, il importe d'examiner les qualifications des auteurs. Un restaurateur n'est pas de facto un chercheur et il n'a pas, en général, l'expérience et le savoir-faire pour documenter un mécanisme complexe.

Pour ce critère, il s'agit donc d'évaluer l'expérience du restaurateur par rapport à ce qu'il est possible et nécessaire de faire. Le restaurateur a-t-il déjà travaillé sur des mécanismes aussi complexes? A-t-il déjà réalisé des documentations détaillées du fonctionnement de ces mécanismes et ces documentations sont-elles accessibles soit sous forme de rapports soit sous forme de publications (revues, livres, etc.)?

Pour certains mécanismes, il est nécessaire d'avoir des connaissances mécaniques avancées (par exemple en théorie des engrenages), en mathématiques, en astronomie, ou simplement un recul par rapport aux besoins des chercheurs. Est-ce que les restaurateurs ont ces connaissances?

Quelles sont enfin précisément les publications scientifiques et techniques des restaurateurs?

Pour ce volet, un tableau devrait être plus détaillé que pour les volets précédents et examiner les compétences d'un restaurateur donné sur un projet particulier. La situation est cependant plus simple à traiter qu'il n'y paraît, parce que quasiment aucun des restaurateurs considérés ici n'a une expérience en publication scientifique et technique dans une revue scientifique ou dans un ouvrage. La seule exception est un article de Marc Voisot sur un échappement publié en 2007 dans la revue « Horlogerie Ancienne ».

3. En 2012, j'avais fait un panorama de la problématique de la numérisation durable, dans un autre contexte, mais dont les conclusions restent d'actualité et pertinentes ici, voir en <https://locomat.loria.fr/other/num.html>.

Par ailleurs, Jean-Baptiste Viot a publié dans le catalogue de l'exposition « Time is Tomi » (2020) un article sur les horloges astronomiques, mais ce n'était pas un article très technique et il était par ailleurs grandement repris (avec des erreurs) de l'ouvrage de Bach et Rieb publié en 1992 sur l'horloge astronomique de Strasbourg. Marc Voisot est aussi l'auteur de quelques notices dans des ouvrages consacrés au Louvre, mais ces notices ne sont pas non plus techniques.

Certains des rapports concernent des horloges astronomiques et même si certaines entreprises comme Voegelé et Prêtre sont intervenues depuis longtemps sur des horloges astronomiques, elles n'ont rien publié sur le sujet et n'ont pas, à notre connaissance, de formation particulière dans ces domaines. Il n'existe par ailleurs pas de formation en horlogerie astronomique. En fait, les connaissances nécessaires pour restaurer ces œuvres ne vont pas au-delà de celles nécessaires pour restaurer de quelconques instruments scientifiques. Par contre, pour développer scientifiquement de telles horloges, il est nécessaire d'avoir d'une part une formation scientifique avancée en mathématiques (disons niveau master ou plus), en mécanique, en physique, en astronomie, en informatique, etc., ainsi qu'une formation à la recherche, ce qu'aucun restaurateur considéré ici n'a. L'un ou l'autre restaurateur a une formation d'ingénieur (Nicolas Prêtre et Emmanuel Aguila de l'Atelier Chronos), une autre prépare un doctorat en histoire des sciences (mais n'a publié aucun article technique, à notre connaissance), et il y a donc clairement des lacunes dans les compétences nécessaires pour intervenir sur certaines œuvres.

Certains restaurateurs ont réalisé des documentations techniques, plus ou moins détaillées. Les principales considérées ici sont celle de l'horloge astronomique du Musée lorrain de Nancy (mais avec des erreurs et des occultations), celle partielle de la pendule de Passemant du Louvre, celle de l'horloge astronomique de Chartres (avec cependant des choix de reconstitution qui ne sont pas optimaux), et celle de l'horloge de l'hôtel de ville de Cluses. Pour tous les autres rapports, les restaurateurs n'ont pas réalisé de documentation détaillée (en tous cas pas accessible), et donc n'ont pas, a priori, l'expérience pour intervenir sur d'autres horloges complexes. Le cas de l'Atelier Chronos doit être considéré à part, car cette entreprise a très certainement produit des documentations plus détaillées de la pendule de la création du monde du Louvre, mais le Louvre affirme que ces documentations n'existent pas. Néanmoins, au vu des lacunes dans le rapport sur l'horloge du Musée lorrain de Nancy, il est clair que le travail sur la pendule du Louvre n'a pas eu d'impact particulièrement positif.

Certaines compétences sont difficiles à évaluer, puisqu'elles ne sont souvent pas exprimées. En général, on ne peut guère se faire une idée

des connaissances des restaurateurs en théorie des engrenages, sauf dans quelques cas isolés, mais peut-être représentatifs. Ainsi, dans le rapport sur l'horloge astronomique du Musée lorrain, l'Atelier Chronos emploie des termes anachroniques comme « module », et d'autre part montre clairement sa méconnaissance des critères d'engrènement de deux roues dentées, ce qui est tout de même l'une des bases du métier d'horloger. Il est possible que ces lacunes soient aussi présentes chez d'autres restaurateurs, mais nous n'avons pas assez d'éléments pour l'apprécier. Par contre, on peut quelquefois connaître la formation des restaurateurs, ce qui nous donne des éléments sur leurs connaissances techniques, qui apparaissent souvent exagérées.

Il y a enfin la question des compétences en modélisation 3D. Certains restaurateurs ont des compétences mais ne les utilisent pas commercialement. L'Atelier Chronos, par exemple, utilise quelquefois le logiciel Blender pour certaines reconstitutions, cela semble avoir été le cas pour la pendule de Passemant du Louvre. La seule entreprise à faire véritablement commerce de la 3D et à avoir des compétences indéniables dans ce domaine est l'entreprise de François Simon-Fustier. Ce savoir-faire a été développé par l'un de ses employés qui utilise le logiciel SolidWorks. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que modéliser, et comprendre les choix de modélisation et toutes les questions qui sont liées à la réalisation d'un modèle, sont des questions qui vont au-delà de la simple familiarité avec un logiciel de conception. À ce jour, aucun des modèles réalisés par les restaurateurs étudiés dans ce document n'a été rendu librement accessible, et aucun des modèles n'a pu être évalué, une évaluation passant nécessairement par la comparaison entre le modèle et l'original et l'utilisation d'un format d'échange ouvert comme le format STEP.

Par ailleurs, la modélisation 3D doit être dissociée de l'animation et de la pédagogie. Animer un mécanisme peut nécessiter des compétences mathématiques et physiques qui vont au-delà de ce que peut faire un logiciel. Considérons par exemple la question de la flexion d'une lame. Il y a différentes théories de la flexion des lames, et une modélisation devrait, pour bien faire, expliciter le choix de la théorie et pouvoir l'implémenter, donc être en mesure d'avoir une approche de la simulation physique. À ce jour, aucun restaurateur ne semble vraiment avoir mis en œuvre de telles techniques. Enfin, savoir expliquer est une compétence complexe que peu ont. La pédagogie s'apprend, elle s'évalue, elle n'est pas que la simplification ou la médiation. La transmission, et la capacité à faire comprendre la structure d'un mécanisme, c'est plus que de montrer des éclatés automatiques comme on peut le faire dans divers logiciels.

2.4 Description technique

L'une des conséquences d'une intervention sur un mécanisme est de rendre possible la recherche de la compréhension de sa structure et de son fonctionnement. Nous disons « recherche de », parce que ce processus n'aboutit pas toujours. La description précise de cette structure et de ce fonctionnement n'est souvent possible qu'après démontage de l'objet et l'accès à des parties normalement inaccessibles ou peu accessibles. Il est dès lors indispensable et facile de documenter ces éléments, pour d'une part éviter de remettre à plus tard de telles investigations, mais aussi pour permettre aux chercheurs de contribuer au développement scientifique de l'œuvre.

Malheureusement, les rapports de restauration ne contiennent souvent pas de description technique des œuvres et leur absence est quelquefois liée à l'absence de demande de la part des conservateurs. C'est là toutefois une grave erreur, dont les conservateurs ne semblent malheureusement pas mesurer les conséquences. Une description technique complète de l'œuvre doit toujours être demandée et elle ne représente pas un grand surcroît de travail pour le restaurateur, qui de toutes façons a normalement déjà constitué des éléments de compréhension de l'œuvre, qu'il lui suffit de mettre en forme.

Une description technique d'un mécanisme doit donc expliquer précisément sa structure et son fonctionnement et en fait restituer à la communauté tout ce que le restaurateur aura trouvé. Il ne peut être question ici de cacher des connaissances sur l'œuvre, ce n'est pas le rôle d'un restaurateur [6]. Par contre, un restaurateur peut, s'il le souhaite, publier ses trouvailles dans une revue, un livre, ou ailleurs, s'il souhaite avoir l'antériorité de la publication. Cela ne l'autorise pas pour autant à bloquer l'accès à certaines données, par exemple en introduisant des occultations.

L'explication d'un mécanisme fait appel à des schémas, une nomenclature des pièces, des calculs, etc., et la qualité de ces éléments doit être évaluée. Il n'est pas rare de trouver des calculs erronés dans les rapports, parce que les restaurateurs ne maîtrisent pas toujours la question de la précision des calculs. Certains font leurs calculs avec des tableurs, alors que ces logiciels ne sont pas du tout adaptés à du calcul scientifique.

La description technique d'un mécanisme doit restituer les relevés réalisés, et notamment les dimensions des éléments, les nombres de dents des roues dentées, etc., et tout ce qui peut être utile à la réalisation de plans. Notons qu'il n'y a aucune obligation à utiliser Z (Zahn) pour désigner le nombre de dents, c'est peut-être une norme, mais elle ne s'applique pas forcément aux rapports de restauration, et par ailleurs N est plus adapté

au monde francophone. Il n'est enfin pas absolument nécessaire de fournir des plans, si les relevés permettent d'en réaliser par la suite.

Une description technique doit évidemment abondamment utiliser des photographies, et pas uniquement pour montrer l'effet avant/après des restaurations. Il ne s'agit cependant pas de jeter simplement des photographies en pâture au lecteur ou de fournir des photographies en bloquant l'accès au public (comme c'est le cas pour les 500 photographies de l'horloge de Cluses qui sont interdites d'accès), mais d'intégrer des photographies pour documenter intégralement la structure de l'œuvre (et non pas simplement pour en donner un aperçu). Les photographies doivent évidemment être corrélées aux schémas, ce qui suppose qu'il y en ait des versions annotées, ou que des schémas accompagnent des photographies. Il doit être possible sur une photographie, pour une personne extérieure à la restauration, d'identifier précisément tel ou tel élément, telle ou telle roue, etc. Un rapport doit contenir une version normée des photographies, de telle sorte que l'on puisse par exemple recompter les nombres de dents des roues dentées à partir des photographies ou vérifier leurs dimensions. Le mieux est de photographier les pièces sur du papier millimétré, en évitant les distortions dues à des prises de vues rapprochées.

Enfin, une description technique peut être accompagnée d'une modélisation 3D. Cependant, une modélisation 3D ne remplace pas une description technique complète, elle ne peut que la compléter. Il importe en particulier de veiller à ce que la modélisation 3D puisse être évaluée et qu'elle soit ouverte. Si la modélisation 3D ne peut être comparée à l'œuvre originale, s'il n'est pas possible d'examiner individuellement chaque pièce, de la mesurer, etc., alors la modélisation 3D est une sorte d'argument d'autorité invérifiable. Il n'y a pas en matière de modélisation 3D une situation binaire où l'on aurait d'un côté des œuvres non modélisées et d'autres qui le seraient. En réalité, nous sommes face à une gradation, des œuvres peuvent être plus ou moins modélisées, avec plus ou moins de précision, éventuellement avec des erreurs, notamment dans la partie dynamique, même si esthétiquement le travail peut sembler exceptionnel. Il importe donc de regarder au-delà de la surface des modélisations, et aussi de prendre en compte les compétences des auteurs des modélisations. Les modélisations doivent enfin être accessibles, c'est-à-dire que les mécanismes doivent être fournis sous forme de fichiers d'échange STEP, à raison d'un fichier par élément du mécanisme (par exemple une roue), mais aussi sous forme d'assemblage, afin que ces éléments puissent servir de base à des développements futurs, et que la communauté, mais aussi les commanditaires puissent pleinement profiter de ce travail.

Le tableau 3 résume la situation pour les rapports que nous avons

examinés. Dans de très rares cas, notamment chez Marc Voisot, il peut y avoir des éléments techniques occultés, quoique abusivement. Mais dans la presque totalité des cas, il n’y a pas vraiment de description détaillée technique de l’horloge, ou alors cette description est très faible et incomplète. Nous avons indiqué le détail dans un cas, mais il y a en fait rarement des schémas, encore moins des nombres de dents, si bien que tout le travail reste en fait à faire. Au Louvre, le rapport contient certes des nombres de dents, mais intégrés dans un tableau qui a été corrompu lors de la conversion vers le format PDF, si bien qu’il est devenu quasiment incompréhensible. Il n’y a par ailleurs pas de schémas des rouages de mouvement, de l’équation du temps, etc. Le rapport de Prêtre pour Chartres comporte quelques figures, y compris des modélisations en 3D, mais la description n’en reste pas moins très moyenne. Par ailleurs, les choix de reconstitution sont contestables. Il y a quelquefois des éléments techniques périphériques mais pas de description de l’horloge. C’est le cas au Grand Palais, où le restaurateur a fait des calculs par éléments finis (critère de von Mises) pour une porte vitrée. Dans le cas de la pendule de Fontainebleau [4], il y a des éléments techniques, y compris une partie des nombres de dents, mais pas de schémas des rouages, et pratiquement aucune description du fonctionnement de l’horloge, ce qui veut dire que le chercheur ou toute autre personne intéressée devra les reconstituer, s’il le peut (ce qui n’est pas toujours possible). La description technique peut aussi quelquefois se limiter à un manuel d’utilisation. Dans le cas de Bianchi (Ennery et Retonfey), le rapport fait apparaître une maîtrise insuffisante du vocabulaire de l’horlogerie. Bianchi parle curieusement de « poids mécanique » pour le poids du rouage de mouvement. À Cluses (SF-Cluses), la description technique est insuffisante, mais les nombres de dents sont donnés dans une annexe.

2.5 Recherches historiques

Un rapport peut contenir des éléments historiques sur l’œuvre, éventuellement provenant de recherches inédites. Il est rare que les restaurateurs soient formés à la recherche historique et avoir un diplôme en histoire ou consulter des archives historiques ne fait pas de quelqu’un un chercheur en histoire. Seuls un savoir-faire et une expérience de la recherche historique, de la méthodologie de recherche, des publications, etc., peuvent cautionner un travail historique. Cela signifie que des faits historiques ne doivent pas être inventés et que l’historien ne doit pas considérer comme vrai ce qui n’est que possible. Un historien doit confronter les données et écarter celles qui ne sont pas fiables. Et un historien doit évi-

	description structure	description fonctionnement	schémas	dimensions	nombres de dents	nomenclature	calculs	photographies annotées	dossier photographique complet et libre	modélisation 3D ouverte et libre	développement scientifique
P-Chartres	← description technique moyenne →										
P-Chambord	← pas de description technique de la partie horlogère →										
P-Gd-Palais	← pas de description technique de la partie horlogère →										
P-Lyon	← pas de description technique de la partie horlogère →										
C-Dijon	← pas de description technique de la partie horlogère →										
C-Louvre	← description technique faible et incomplète →										
C-horloge 16 ^e	← pas de description technique de la partie horlogère →										
C-Nancy	← description technique incomplète avec des erreurs →										
C-Bretagne	← pas de description technique de la partie horlogère →										
V-Besançon	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CH-Dijon	← pas de description technique de la partie horlogère →										
HV-Panthéon	← pas de description technique de la partie horlogère →										
HV-Fontainebleau	← description technique faible et incomplète →										
HV-Chantilly	← pas de description technique de la partie horlogère →										
H-Gallé-Juillet	← pas de description technique de la partie horlogère →										
SF-Cluses	← description technique faible et incomplète →										
T-Cluses	← pas de description technique de la partie horlogère →										
N-expertises	← pas de description technique de la partie horlogère →										
B-Ennery	← pas de description technique de la partie horlogère →										
B-Retonfey	← pas de description technique de la partie horlogère →										

TABLE 3 – Appréciation de la description technique.

demment apporter des preuves de ce qu'il avance et ces preuves doivent pouvoir être vérifiées. En cela, l'historien ne diffère pas du physicien qui décrit des expériences qui doivent pouvoir être refaites. Des affirmations historiques qui seraient de simples arguments d'autorité n'ont en fait aucune valeur scientifique.

Ces considérations concernent notamment les attributions des œuvres. Dans le cas de l'horloge astronomique « à dix cadrans » de Fontainebleau [4], il y a deux rapports, une étude préalable et un rapport de restauration. Le rapport de restauration est d'un intérêt minimal pour la description de l'horloge, mais l'étude préalable est beaucoup plus intéressante. Il est dommage qu'un rapport consolidé n'ait pas été réalisé et que les informations sur l'horloge soient éparpillées, et de plus qu'il a fallu que nous fassions une requête au Tribunal administratif de Melun pour obtenir une copie de l'étude préalable. Sans l'étude préalable, on ne sait pas d'où provient l'attribution de l'horloge à Samuel Roy. Cela dit, même avec les précisions sur cette attribution, essentiellement basée sur une comparaison avec une horloge illustrée dans un ouvrage d'Alfred Chapuis (sans qu'une vraie bibliographie ne soit donnée, avec année et éditeur), l'étude préalable manque de précision. Elle mentionne par exemple une vente d'une horloge similaire, mais sans indiquer exactement la vente.

Un rapport de restauration ne doit jamais être un rapport d'autorité. Ce n'est pas aux restaurateurs, ni aux conservateurs, ni aux chercheurs, ni à qui que ce soit d'autre d'avoir le dernier mot. Le patrimoine est un sujet de collaboration, et tous les travaux réalisés, y compris les rapports de restauration, sont susceptibles d'être corrigés et améliorés.

Le tableau 4 résume la situation pour les rapports que nous avons examinés. Seul les rapports sur l'horloge astronomique de Lyon se démarquent par la recherche historique, car il y a eu une volonté de faire un travail historique et que ce travail était visiblement encadré. Il n'y a certes pas eu de supervision scientifique pour la partie horlogère (Éric Desmarquest et Nicolas Prêtre étaient seuls et il n'y avait pas de chercheurs), mais il y a eu une supervision historique. De ce fait, la description technique de l'horloge astronomique de Lyon a été totalement négligée, alors qu'elle aurait pu être faite facilement. Elle aurait pu être faite et elle aurait dû être faite, de l'initiative des restaurateurs eux-mêmes.

Dans certains cas, comme pour les trois horloges expertisées par Marc Voisot en Bretagne, il y a quelques éléments de recherche historique, mais il s'agit d'une recherche très superficielle, sans indication de sources précises, ou avec des renvois vers des compilations (comme le site de P. Monot sur les horloges d'édifice ou le résumé de Mark Frank). Dans le cas du rapport de Voegelé à Besançon, les recherches se sont résumées à retrouver les

détails de l'intervention précédente de l'entreprise. Mais dans la plupart des cas, il n'y a aucune recherche historique.

recherches historiques de qualité
étaient par des sources précises

P-Chartres	0	0
P-Chambord	0	0
P-Gd-Palais	1	1
P-Lyon	2	2
C-Dijon	0	0
C-Louvre	0	0
C-horloge 16 ^e	1	1
C-Nancy	0	0
C-Bretagne	0	0
V-Besançon	0	0
CH-Dijon	0	0
HV-Panthéon	0	0
HV-Fontainebleau	0	0
HV-Chantilly	1	0
H-Gallé-Juillet	0	0
SF-Cluses	1	0
T-Cluses	0	0
N-expertises	1	0.5
B-Ennery	0	0
B-Retoufey	0	0

TABLE 4 – Appréciation de la recherche historique.

3 Conclusion

Ce qui précède fait apparaître que les mécanismes sont rarement décrits dans le détail. Les descriptions des œuvres sont en général ou bien quasiment inexistantes, ou bien noyées au milieu de considérations sur l'état de l'œuvre, son démontage, son nettoyage, ou d'autres interventions. Les rapports auraient gagné à mieux séparer la description d'une œuvre de sa restauration, par exemple en réalisant deux documents clairement

distincts. Dans chaque rapport examiné, sans exceptions, nous estimons que l'on pouvait et devait faire plus que ce qui a été fait. Les restaurateurs ne veulent visiblement pas, ou ne savent pas, documenter la structure et le fonctionnement d'une horloge. Nous n'avons vu de description scientifique d'un mécanisme dans aucun rapport que nous avons pu consulter. Les seuls travaux qui s'en rapprochent un peu sont ceux de l'Atelier Chronos à Nancy (C-Nancy) et au Louvre (C-Louvre). Mais dans le premier cas il y a des occultations explicites et des erreurs graves, et dans le second cas le rapport est manifestement incomplet.

L'absence d'une description de la structure et du fonctionnement d'une horloge résulte en partie de l'absence de demande (elle-même renvoyant à un désintérêt des conservateurs et à une peur financière de faire faire une étude qui ne « sert à rien » et qui coûte quelque chose), mais cela ne peut être la seule explication, puisque dans pratiquement tous les cas les mécanismes ont entièrement été démontés et auraient pu, sans difficultés, être au moins documentés photographiquement et faire l'objet de quelques schémas et d'une nomenclature.

Cette situation est très malheureuse et si les restaurateurs ne documentent pas les œuvres, personne ne le fera, car ce sont eux qui ont un accès privilégié aux œuvres. Dans ce cas, des pans entiers de connaissance seront perdus.

Nous ne pensons pas qu'en général les restaurateurs ne sachent pas documenter mieux qu'ils ne le font. Certaines choses sont évidemment trop complexes pour des restaurateurs, par exemple certaines analyses mathématiques, mais ils pourraient au moins fournir aux chercheurs ce qui leur permettra d'aller plus loin, c'est-à-dire les yeux que les chercheurs n'ont pas.

Nous pensons qu'il y a essentiellement deux raisons pour lesquelles les rapports de restauration sont si muets sur les descriptions techniques. Il y a d'abord la culture des corporations, encore bien vivante, et qui se traduit par la volonté de conserver des secrets, pour finalement conserver une certaine connaissance dans le milieu des restaurateurs. Malheureusement, cette attitude ne conduit pas à la conservation des connaissances, mais à leur perte, parce que le nombre de restaurateurs ne cesse de décroître. Il y a ensuite, et ce n'est pas totalement distinct, le souci économique et commercial, à la fois de ne pas divulguer des connaissances qui, certains le croient apparemment, pourraient être utilisées par d'autres, et en même temps de ne pas donner des informations qui n'intéressent pas les conservateurs. Dans ce dernier cas, les restaurateurs oublient évidemment que les rapports de restauration ne sont pas destinés uniquement aux conservateurs. Les restaurateurs soucieux de ce secret peuvent introduire des

occultations (presque toujours abusives, en raison d'une ignorance de la notion de savoir-faire concurrentiel), voire réaliser des rapports simplifiés où les occultations ne sont pas explicitées. C'est très certainement ce dernier cas que l'on a au Louvre (C-Louvre).

L'analyse des rapports de restauration montre qu'il est indispensable d'impliquer davantage les chercheurs et cela au même niveau que les conservateurs et restaurateurs. Il ne suffit pas de faire *certaines* recherches, il faut faire *toutes* les recherches nécessaires, et impliquer *toutes* les compétences utiles, ainsi que prendre en compte les besoins de la communauté scientifique.

Le problème est aussi que les restaurateurs ne sont pas formés à l'étude et à la description scientifique des œuvres, ils ne publient que rarement, et leur motivation première n'est pas l'étude mais la restauration. Un autre problème est celui des conservateurs qui ignorent qu'il existe une recherche en dehors de celle des restaurateurs. Nous renvoyons pour une analyse plus approfondie de ces questions à notre guide des interventions dans le patrimoine horloger [1].

On assiste par ailleurs depuis 2018 à la mise en place d'une sorte de *trust*, formé d'un petit nombre de restaurateurs qui cherchent à s'accaparer tout le marché de la restauration, en réalisant des alliances puis en redistribuant les tâches. C'est ainsi que la restauratrice R. Hatahet travaille avec J.-B. Viot, puis avec S. Rukwavu, L. Villiaume, J.-M. Flaux, F. Simon-Fustier, M. Voisot, etc., et l'un des effets de ces alliances est d'une part d'éliminer la concurrence (de petites entreprises ou de petits restaurateurs n'ont plus aucune chance), d'autre part de créer un nivellement des restaurations et une sorte de vision unique auprès des conservateurs, qui est en fait extrêmement dommageable au patrimoine. C'est une vision unique d'une documentation insuffisante qui sclérose la recherche, en supprimant toute concurrence.

Ces groupements tendent par ailleurs à effacer les restaurateurs eux-mêmes en noyant leur participation dans un ensemble. On ne sait plus guère qui a fait quoi, ce qui au final risque de nuire aux artisans eux-mêmes.

Les conservateurs commettent souvent l'erreur de croire que les diplômés (INP, etc.) garantissent la qualité du travail. Ce n'est en fait pas le cas, comme le prouvent tous les exemples que nous avons donnés. Ce qu'il est aujourd'hui nécessaire de faire, c'est ouvrir la restauration à une plus grande concurrence, obliger les groupements à indiquer précisément qui fait quoi, notamment dans les rapports (i.e., qui a écrit quoi), mais aussi surtout être plus exigeant, demander que des comptes-rendus plus complets soient rédigés, veiller à l'accessibilité des rapports à tous, et su-

perviser scientifiquement les travaux, pas simplement les organiser sur la base de diplômes ou d'analyses syntaxiques superficielles.

On peut, sans exceptions, considérer qu'aucune des interventions sur le patrimoine horloger n'a fait intervenir de véritables chercheurs ou n'a engagé toutes les recherches scientifiques qu'il aurait fallu engager.

Il est enfin dommage qu'un certain nombre de rapports ne soient pas disponibles ou soient partiellement occultés, parce que la rétention d'informations nuit inévitablement au développement scientifique du patrimoine, donc à sa conservation.

Cette synthèse, sans doute la première du genre, aidera, nous l'espérons, les conservateurs à faire de meilleurs choix et à prendre en compte toutes les dimensions du développement scientifique du patrimoine qui ne peut pas passer uniquement par les restaurateurs.

Références

- [1] Roegel (Denis). – Petit guide d'intervention sur le patrimoine horloger, à l'usage des conservateurs des musées, des conservateurs du patrimoine, des municipalités, des châteaux, des restaurateurs et des particuliers, 2019. [mis à jour en 2022] <https://roegel.wixsite.com/science/works>.
- [2] Roegel (Denis). – L'horloge astronomique de Bernard Joyeux (vers 1750), 2021. <https://roegel.wixsite.com/science/works>.
- [3] Roegel (Denis). – The electromechanical clock of the city hall in Cluses and its restoration, 2021. <https://roegel.wixsite.com/science/works>.
- [4] Roegel (Denis). – L'horloge astronomique à dix cadrans du château de Fontainebleau (Inv. F 472 C) — Quelques compléments à la restauration de 2020-2021, 2022. <https://roegel.wixsite.com/science/works>.
- [5] Roegel (Denis). – Passement's moving sphere clock in Versailles — A plea for better restorations and documentations. *Horological Science Newsletter, NAWCC Chapter #161*, vol. 2022-1, 2022, p. 2–35.
- [6] Roegel (Denis). – Que sont le secret des procédés et le secret de la stratégie commerciale dans le domaine de la documentation technique du patrimoine ? À propos d'un avis de la CADA sur les occultations de l'Atelier Chronos, 2022.
- [7] Turner (Anthony), Nye (James) et Betts (Jonathan) (édité par). – *A general history of horology*. – Oxford : Oxford University Press, 2022.