

Conservation-restauration d'un diorama en verre filé et perles présentant une vue de la Place Saint-Marc de Venise un jour de carnaval



Figure 1 : Vue de face du diorama © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)

Mémoire présenté par :
Emeline Perret-Gentil

Pour l'obtention du
Master of Arts HES-SO in Conservation-restauration
Orientation objets archéologiques et ethnographiques

Année académique 2019-2020

Remise du travail : 07.09.2020

Jury : 12-13.10.2020

Nombre de pages (avec annexes) : 200

Engagement

« J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. »

Date et signature :

Remerciements

Par ces quelques lignes, je souhaite remercier toutes les personnes qui m'ont permis de réaliser ce travail.

Un très grand merci à Madame Hortense de Corneillan, restauratrice indépendante, chargée d'enseignement au sein de la Haute école Arc et mentor de ce travail de diplôme. Merci pour l'encadrement, la disponibilité, les trajets jusqu'à Riggisberg, les nombreux conseils et corrections.

Madame Dr Anna Jolly, conservatrice au sein de la Fondation Abegg à Riggisberg et responsable de mon stage pour m'avoir donné l'opportunité de travailler sur cet objet unique qui n'a cessé d'attiser ma curiosité par sa complexité et son niveau de détail.

Madame Dr Édith Joseph, chercheuse en conservation à la HE-Arc CR pour les analyses FTIR

Monsieur Stephan Ramseyer, collaborateur technique à Neode pour les analyses MEB-SED et ses nombreuses explications.

Le Fablab de Neuchâtel ainsi que mon frère Maxence pour l'impression et la modélisation d'une prolongation de seringue.

La Fondation Abegg à Riggisberg, l'équipe de l'atelier de restauration textile pour leur soutien et Monsieur Christoph von Viràg pour les photographies.

Les membres du collège d'enseignants : Madame Hortense de Corneillan, Dr Régis Bertholon, Monsieur Valentin Boissonnas, Dr Christian Degriigny et Monsieur Tobias Schenkel ainsi que l'ensemble des enseignants pour leur transmission de connaissances.

Les nombreux restaurateurs qui ont pris le temps de répondre à mes courriels pour me fournir des conseils. Je remercie :

Monsieur Christian Binet, conservateur-restaurateur d'objets archéologiques et ethnographiques et anciennement enseignant au sein de la He-ARC CR pour l'aide à l'identification du bois de la boîte.

Madame Camille Alembik, conservatrice restauratrice indépendante spécialisée dans les matériaux organiques et chargée d'enseignement au sein de la He-ARC CR pour ses conseils concernant le traitement du gesso.

Madame Dr Andrea Fischer, conservatrice-restauratrice spécialisée en objets archéologiques et ethnographiques chargée d'enseignement au sein de la Staatliche Akademie der Bildenden Künste à Stuttgart. Pour ses conseils et recommandations concernant la dégradation du fer en contact avec le verre.

Madame Astrid Van Giffen, Associate Conservator au sein The Corning Museum of Glass à Corning. Pour ses conseils concernant le collage et le nettoyage des éléments fragile en verre.

Madame Ulrike Rothenhäusler, conservatrice-restauratrice spécialisée pour le verre, céramique et porcelaine au sein du Sammlungszentrum à Affoltern am Albis. Pour ses conseils, recherches et sa disponibilité concernant les questions de dégradations du verre, de la consolidation et de la corrosion du fer.

Madame Anne Liégey, restauratrice indépendante Conservation & restauration de sculptures, Enseignante à l'INP-département des Restaurateurs et à l'Université de Paris et membre du groupe de recherche « Recollect » sur les mécanismes de consolidation des argiles avec le silicate d'éthyle dans le cadre d'un projet « Paris Sciences et Lettres ». Pour ses conseils concernant la consolidation

Monsieur Velson Horie, consultant on conservation and collection, care to heritage organisations à Manchester, pour ses conseils concernant le nettoyage du verre et la consolidation

Madame Caroline Mottais, conservatrice-restauratrice spécialisée céramique en verre au sein de l'atelier CROA à Paris, pour ses conseils concernant la gestion d'une restauration d'un diorama en verre filé de Nevers

Monsieur Francisco Mederos-Henry, scientifique en conservation au sein de la Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium à Bruxelles, pour ses pistes et explications concernant la solubilité des sels.

Monsieur Scott E. Fulton, conservateur en charge de la collection Blaschka Glass Models of Plants de Harvard University à Cambridge, pour ses conseils concernant le nettoyage des tiges métalliques, la consolidation et le nettoyage d'éléments composites fragiles.

Et pour finir, mes amis, ma famille pour les conseils et le soutien durant toute cette période d'aventures et de rebondissements et tout particulièrement ma maman et Garance pour les relectures ainsi qu'Alice et Maxence pour la traduction du résumé.

Table des matières

Abstract.....	7
Résumé	8
Zusammungfassung	9
Introduction	10
Partie I : Étude historique et technique	11
1 Présentation de l'objet et de la scène représentée.....	11
2 Recherche de limites chronologiques pour la fabrication du diorama.....	19
3 La place du diorama au sein de la Fondation Abegg	22
3.1 La fondation Abegg.....	22
3.2 La villa Abegg.....	23
4 La production de tubes, perles et de verre filé	27
4.1 Le verre	27
4.2 La production de tubes et de perles à Venise	27
4.3 Production de miniatures en verre filé.....	30
5 Matériaux constitutifs et assemblages	32
Boîte.....	33
5.1 Structure en bois	33
5.2 Vitre	34
5.3 Ornementation en papier	35
5.3.1 Papier doré	35
5.3.2 Papier gaufré.....	36
5.3.3 Papier marbré	36
Intérieur du diorama.....	37
5.4 Ciel et décor du châssis interne	37
5.5 Éléments architectoniques.....	38
5.5.1 Carton, adhésif et peinture.....	38
5.5.2 Tubes et Perles.....	40
5.6 Textile	41
5.7 Figurines.....	43
5.7.1 Figurines en verre filé	43
5.7.2 Figurines en bois	46
6 Valeurs culturelles associées	49
Partie II : Constat d'état des altérations	50
1 Altérations de la boîte	50
1.1 Fissures et trous d'envols dans le châssis	50

1.2	Déchirure et soulèvement du papier marbré	51
1.3	Abrasion, auréoles salissures sur le cadre et le cartel	52
2	Altération des éléments architectoniques	53
2.1	Tâches, Fissures, soulèvement et lacunes des couches picturales	53
2.2	Perforation des textiles et déformation des lions en papier	54
2.3	Dépôts de surface.....	55
2.1	Désolidarisation de tubes et perles	56
3	Altérations des figurines	58
3.1	Figurines en verre filé	58
3.1.1	<i>Etat de surface</i>	<i>58</i>
3.1.2	<i>Altérations mécaniques associées</i>	<i>59</i>
3.1.3	<i>Répartition des figurines en fonction de leur état de conservation.....</i>	<i>60</i>
3.1.4	<i>Analyses effectuées sur le verre</i>	<i>63</i>
3.2	Figurines en bois	65
4	Diagnostic.....	65
4.1	Infestation	65
4.2	Vieillessement des matériaux.....	66
4.2.1	<i>Déformation du bois et impact sur les matériaux associés</i>	<i>66</i>
4.2.2	<i>Diminution des propriétés adhésives de la colle protéinique.....</i>	<i>66</i>
4.3	Impact de l'humidité sur les matériaux instables	67
4.3.1	<i>Dégradation du verre.....</i>	<i>67</i>
4.3.2	<i>Corrosion des tiges en fer</i>	<i>69</i>
4.4	Entretien, manipulation et stockage	70
4.4.1	<i>Entretien de la vitre</i>	<i>70</i>
4.4.2	<i>Manipulation et stockage.....</i>	<i>71</i>
5	Pronostic et impact sur les valeurs culturelles	71
	Partie III : Intervention de conservation-restoration	73
1	Ouverture du diorama	74
2	Extraction des éléments détachés	75
3	Dépoussiérage.....	77
3.1	Éléments architectoniques.....	77
3.2	Ciel.....	78
4	Nettoyage.....	79
4.1	Problématique de nettoyage.....	79
4.1.1	<i>Le cas des figurines en verre filé.....</i>	<i>79</i>
4.1.2	<i>Les surfaces recouvertes de perles et de tubes.....</i>	<i>80</i>
4.2	Tests de nettoyage	80

4.2.1	<i>Choix des solvants</i>	80
4.2.2	<i>Observation et résultat des tests</i>	81
4.2.3	<i>Choix des modes d'application</i>	83
4.2.1	<i>Observations et résultats des tests</i>	84
4.2.2	<i>Test sur l'objet</i>	88
4.3	Réalisation du nettoyage	89
4.3.1	<i>Surfaces recouvertes de perles et de tubes</i>	89
4.3.2	<i>Éléments détachés</i>	91
4.3.3	<i>Figurines en verre</i>	91
4.3.4	<i>Figurines en bois</i>	92
5	Collage	93
5.1	Choix de l'adhésif	93
5.2	Remise en place des éléments détachés.....	94
5.2.1	<i>Choix du solvant</i>	94
5.2.2	<i>Collage des perles et des tubes</i>	95
5.2.3	<i>Remise en place des figurines détachées</i>	97
5.3	Traitement des figurines en verre filé.....	98
5.3.1	<i>Choix de l'adhésif et du solvant pour la consolidation</i>	98
5.3.2	<i>Consolidation</i>	99
5.4	Traitement des tiges métalliques	100
5.4.1	<i>Intervention mécanique</i>	100
5.4.2	<i>Application d'un revêtement protecteur</i>	101
5.4.3	<i>Réintégration de têtes</i>	101
5.5	Fixation du papier marbré	102
5.6	Stabilisation de la peinture de la macchina	103
6	Bilan des interventions	104
7	Recommandations de conservation préventive	108
7.1	Manipulation	108
7.2	Conditions climatiques, contrôle et entretien	109
7.3	Mode d'exposition.....	109
	Conclusion	110
	Bibliographie référencée	111
	Bibliographie des ouvrages consultés	117
	Liste des figures	121
	Liste des tableaux	130
	Liste des illustrations	131
	Liste des schémas	131

Liste des spectres.....	131
Glossaire	132
Annexes.....	133
1 Recherche sur la solubilité des sels dans des solvants polaires	133
2 Résultats des analyses	135
2.1 Microscope électronique à balayage couplé avec un spectromètre en dispersion d'énergie (MEB-SDE).....	135
2.2 Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)	139
3 Figures.....	141
3.1 Vues du diorama	141
3.2 Photographies des typologies de perles.....	144
3.3 Photographie des typologies des figurines en verre filé	145
3.4 Photographies des typologies des figurines en bois	152
3.5 Localisation des auréoles.....	155
3.6 Contenus des éléments extraits par zones	155
3.7 Réintégration des têtes avant et après traitement.....	168
4 Tableaux	170
4.1 Conversion des pourcentages en poids d'oxydes en pourcentage molaire	170
4.2 Répartitions des couleurs sur les figurines en verre filé	172
4.3 Répartitions des couleurs et matériaux sur les figurines en bois	173
4.4 État de conservation du verre des figurines en verre filé	174
4.5 Comparaison de l'état de conservation	183
4.6 Test d'atelier : nettoyage surface perlée	186
5 Fiches techniques	196
5.1 Liens vers les fiches toxicologiques des solvants utilisés	196
5.2 Agarart	197
5.3 Paraloid™ B72	199

© sauf indication contraire, les photographies, schémas et illustrations sont la propriété de ©He-arc CR, 2020, E. Perret-Gentil

Abstract

This master thesis focuses on the study of a flameworked glass diorama depicting the Piazza San Marco in Venice on a carnival day from a historical and technological standpoint. It also presents the preservation and treatment applied to the object. The diorama is preserved at the Villa Abegg, home of the couple who created the Abegg Foundation.

The historical study showed that the object had been made in 1846 by a Venetian named Paolo P. The buildings and carnival scenes represented lead us to believe that the depiction is at least one century older than the production.

The technological study reflected the complexity, refinement and the level of details thought after. The glass techniques employed are representative of the works done from the seventeenth century to the nineteenth century.

The interior of the diorama was covered by dust and beads, tubes and fragments of glass figurines. This affected our ability to properly read the scene depicted.

The main damages observed were due to the impact of humidity on the materials used as well as the relative chemical instability of the glass and metal used.

The goal of the conservation treatment is to improve the overall readability of the object. It also aims at stabilizing the contraption within the object to avoid further degradation. Particules (dust, adhesives, salts) were also removed from the surfaces to prevent hygroscopic impact on the glass and restore their formal shine and colors.

Given the size of the object and the relatively difficult access to some, heavily ornamented areas, specific tools (extension for syringe, wooden sticks) had to be designed. The fragility of the glue used for the initial assembly called for a specific cleaning protocol. This protocol was designed to control the amount of liquid applied while avoiding unnecessary manipulation and reducing mechanical stress. In order to clean the surfaces covered with pears and tubes, an Agar Art® aqueous gel at 4% was applied to a semi-rigid syringe and then peeled off. Other glass surfaces were cleaned with a water/ethanol 1 :1 solution and a cotton swab.

Paraloid™ B72 at different concentrations in acetone or a mix of ethyl acetate/ethyl lactate were used to fix the falling elements and to consolidate glass figurines.

The re-assembly of the figurines' head was achieved with a dual component epoxy (Miliputt®) colored with acrylic paint (Golden® fluids).

Polychromic fixations were done with Klucel H.

Résumé

Le présent travail porte sur l'étude historique, technologique ainsi que la restauration d'un diorama en verre filé présentant une vue de la Place Saint-Marc de Venise un jour de carnaval. Cet objet est conservé au sein de la Villa Abegg, demeure de couple fondateur de la Fondation Abegg.

L'étude historique a permis de trouver qu'il s'agissait d'un œuvre unique réalisée par un vénitien dénommé Paolo P. en 1846. Les bâtiments et représentations du carnaval indiquent cependant que la scène représentée est au moins antérieure d'un siècle.

L'étude technologique a démontré la grande complexité, la finesse et un niveau de détails recherché. Les techniques verrières utilisées sont caractéristiques des productions du XVIIe au XIXe siècle.

L'intérieur du diorama présente un fort empoussièrement ainsi qu'un nombre important d'éléments détachés (perles, tubes ou fragments de figurines en verre) diminuant l'intelligibilité de la scène. Les dégradations principales constatées sont liées à l'impact de l'humidité sur les matériaux ainsi qu'à l'instabilité chimique du verre et du métal.

Les objectifs du traitement de conservation-restoration visent à améliorer la compréhension de l'ensemble, à stabiliser les montages pour éviter de nouvelles chutes et à retirer les dépôts de surfaces pour limiter l'impact hygroscopique (poussière, adhésif réactif, sels) sur la dégradation du verre et retrouver la brillance et les couleurs initiales.

L'objet étant de petite taille, très ornementé avec des zones peu accessibles, il a été nécessaire de créer des outils (prolongation de seringue, tiges de bois) pour ce travail. La fragilité de la colle protéinique utilisée pour les montages a nécessité la mise en place d'un protocole de nettoyage permettant de contrôler l'apport de liquide tout en limitant au maximum le nombre de manipulations et réduisant au minimum les contraintes mécaniques.

Pour nettoyer les surfaces recouvertes de perles et de tubes, nous avons utilisé un gel aqueux d'Agar Art® à 4 % appliqué semi-rigide à la seringue puis pelé. Les autres surfaces en verre ont été nettoyées au coton-tige imprégné d'un mélange eau/éthanol 1:1.

Les interventions de collage et consolidations des éléments en verre et papier ont été faites avec du Paraloid™ B72 à différentes concentrations dans de l'acétone ou dans un mélange d'acétate d'éthyle/lactate d'éthyle.

Des réintégrations de têtes de figurines ont été faites avec une pâte bi composante époxy (Miliputt®) mise en teinte avec de la peinture acrylique Golden® fluids.

Des refixations de polychromie ont été faites avec de la Klucel H.

Zusammenfassung

Diese Arbeit umfasst die historische und technologische Untersuchung, sowie die Restaurierung eines Dioramas aus gesponnenem Glas, das einen Blick auf den Markusplatz in Venedig an einem Karnevalstag darstellt. Das Objekt wird in der Villa Abegg, dem Wohnhaus des Gründerehepaares der Abegg-Stiftung, aufbewahrt.

Die historische Studie ergab, dass es sich um ein einzigartiges Werk handelt, das in 1846 von einem Venezianer namens Paolo P. hergestellt wurde. Die Gebäude und Darstellungen des Karnevals deuten jedoch darauf hin, dass die gezeigte Szene um mindestens ein Jahrhundert zurückliegt.

Technologisch zeigt dieses Objekt große Komplexität, Finesse und Detailgenauigkeit. Die verwendeten Glastechniken sind charakteristisch für Produktionen des 17. bis 19. Jahrhunderts.

Das Innere des Dioramas ist stark verstaubt, und mit einer großen Anzahl von losen Elementen (Glasperlen, -röhrchen oder Fragmente von Glasfiguren) gefüllt, die die Verständlichkeit der Szene beeinträchtigen.

Die beobachteten Schäden sind vor allem mit dem Einfluss der Feuchtigkeit auf die Materialien, sowie der chemischen Instabilität von Glas und Metall zurückzuführen.

Ziel der konservatorisch-restauratorischen Behandlung war es, das Verständnis des gesamten Objekts zu verbessern und die Montagen zu stabilisieren, um weitere Abstürze zu verhindern. Es war auch wichtig, Oberflächenablagerungen zu entfernen, um den hygroskopischen Einfluss (Staub, reaktiver Klebstoff, Salze) auf die Zerstörung des Glases zu begrenzen und die ursprüngliche Brillanz und Farbe zurückzugewinnen.

Da es sich um ein kleines, stark verziertes Objekt, mit schwer zugänglichen Bereichen handelt, war es notwendig, Werkzeuge geschickt anzupassen (Spritzenverlängerung, Holzstäbe) oder sogar zu erfinden. Die Zerbrechlichkeit des Proteinklebers machte die Entwicklung eines komplexen Reinigungsprotokolls erforderlich, um die Kontrolle der Flüssigkeitszufuhr zu ermöglichen und gleichzeitig die Anzahl der Manipulationen und die mechanischen Zwänge zu minimieren.

Zur Reinigung der mit Perlen und Röhrchen bedeckten Oberflächen, verwendeten wir ein 4%iges wässriges Agar Art®-Gel, das halbstarr mit einer Spritze aufgetragen wurde. Nach der Verfestigung wurde das Gel abgezogen. Die anderen Glasoberflächen wurden mit Wattestäbchen und eine Wasser-Ethanol Lösung (1:1) gereinigt.

Die Verklebung und Festigung der Glas- und Papierelemente erfolgte mit Paraloid™ B72 in verschiedenen Konzentrationen, in Aceton oder in Ethylacetat/Ethylactat Lösungen. Die Ergänzungen der Figurenköpfe wurden mit einer Zweikomponenten-Epoxidpaste (Miliputt®), eingefärbt mit flüssigen Acrylfarben Golden®, gefertigt. Polychromie-Festigungen wurden mit Klucel H durchgeführt.

Introduction

Le diorama en verre filé traité dans le cadre de ce travail de master est un objet atypique. Composé de plus de 45'000 perles, 1'200 tubes et plus d'une centaine de figurines en verre filé, il représente, et cela dans un tout petit espace, une reproduction de la fête du Jeudi gras sur la Place Saint-Marc de Venise. Conservé dans la villa des fondateurs de la Fondation Abegg de Riggisberg, il fait partie de la collection d'objets sélectionnés par Werner et Margaret Abegg pour décorer leur domicile.

Les informations en notre possession au début de ce projet étaient limitées. L'objet a rejoint la collection dans les années 1950-60 mais aucune information concernant l'auteur, la datation, le contexte de fabrication et la vie matérielle de l'objet n'était connue.

Le diorama présente un état de conservation préoccupant. Les figurines en verre filé ont implosé en raison des tensions induites par la corrosion des tiges métalliques et l'instabilité du verre (surface mate, transpirante avec des sels) contribuant à l'effet désordonné de la place. La diminution des propriétés adhésives de la colle protéinique utilisée pour la fixation des éléments en verre a entraîné la chute de plus de 2'600 perles et tubes qui se sont répartis dans le fond de la boîte. Le gesso recouvrant certains bâtiments a séché entraînant des fissurations et des pertes de matière. L'ensemble est recouvert d'un dépôt poussiéreux adhérent.

Ce travail de diplôme a pour objectif de proposer et d'appliquer un traitement de conservation-restauration permettant la stabilisation et la remise en valeur de l'objet pour sa remise en exposition.

La principale problématique concerne le nettoyage des surfaces sensibles à l'eau, principalement le verre. En règle générale, les objets en verre sont nettoyés au coton-tige imprégné d'eau déminéralisée avec ou sans éthanol. L'accessibilité aux zones arrière étant limitée et les montages sensibles aux actions mécaniques, il est nécessaire de développer un protocole de nettoyage permettant de limiter les contraintes, le nombre de manipulations et contrôler l'apport aqueux sur les surfaces pour limiter l'infiltration et éviter la dégradation des matériaux hydrophiles environnants (carton, polychromie).

Ce travail est aussi l'occasion de tenter de retracer l'histoire du diorama en réalisant une étude historique de la scène représentée et des techniques utilisées. Ces informations regroupées dans la première partie du travail seront ensuite suivies d'un constat d'état puis d'une présentation des interventions de conservation-restauration réalisées.

Partie I : Étude historique et technique

1 Présentation de l'objet et de la scène représentée



Fig. 1 : Diorama face avant © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020



Fig. 2 : Diorama face arrière © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

Désignation attribuée par le musée	Reliefbild : Carneval in Piazza San Marco
Désignation usuelle	Diorama miniature
N° d'inventaire	4.16.70
Lieu de conservation	Fondation Abegg, Riggisberg

Ce travail porte sur la restauration d'un diorama miniature en verre filé montrant une vue de la Place Saint-Marc de Venise un jour de Jeudi gras¹ (Fig. 1 et Fig. 2, p. 11²). Le diorama est conservé au sein de la Fondation Abegg, institution spécialisée dans la conservation des textiles à Riggisberg (canton de Berne). Il fait partie de la collection personnelle des fondateurs Monsieur Werner Abegg (1903-1984) et son épouse Margaret, née Harrington Daniels (1901-1999) et est présenté au sein de leur villa.

¹ Le jeudi gras se déroule six jours avant le mercredi des Cendres C'est un jour de festin ayant lieu avant le carême. Il célèbre également les victoires vénitiennes sur leurs adversaires par diverses manifestations (dances, feux d'artifice, acrobaties)

² En Annexes p. 141 à 143 vous trouverez les photographies en grand format

Le concept de diorama a été inventé par les peintres français Charles-Marie Bouton (1781-1853) et Louis Jacques Mandé Daguerre (1781-1851)³. Ce terme est inspiré des mots grecs *dio* (à travers) et *horao* (vue). Il permet de reproduire une scène, un lieu, un événement et d'en fixer l'image⁴. Il transmet un savoir et porte généralement un message historique ou politique.

Le diorama miniature est connu sous d'autres dénominations comme : *boîte ornée*, *paradis*⁵ ou encore *teatrino* (petit théâtre)⁶. Ces dioramas se composent d'un cabinet en bois présentant à l'intérieur un fond peint, complété par des figurines, végétaux, pierres ou bâtiments ; le tout fermé par une vitre.

Le diorama mesure 54,4 cm de largeur, 42,5 cm de haut pour 18 cm de profondeur. Il s'agit d'un objet composite fait d'une dizaine de matériaux :

- papier
- bois
- verre
- carton
- polychromie (peinture, encre, crayon)
- textile
- métal
- fibres
- adhésif

On peut lire sur un papier jaune situé à l'avant de la scène le texte suivant « *Festa antica Dell'ultimo Giovedì di Carnevale sulla Piazzetta di San Marco in Venezia*⁷ » (Fig. 3, p. 12).

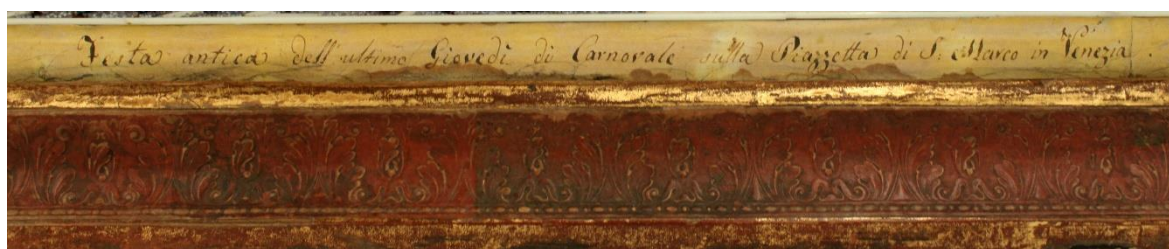


Fig. 3 : Texte en italien écrit à l'encre

La fête du Jeudi gras telle que représentée ici apparaît entre le XIVe et le XVe siècle et perdure jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Elle évoquait les heurts de Venise avec les villes rivales voisines au XIIe siècle.

Avec le temps, cette fête est devenue une journée importante de la période du carnaval et la signification religieuse est passée au second plan. Elle permettait d'exposer aux souverains étrangers le pouvoir, la richesse et l'élégance de la Sérénissime*, mais également de satisfaire le peuple en lui offrant des divertissements⁸.

³ Dohm, 2017, p. 34

⁴ Etienne et Radwan, 2018, [En ligne]

⁵ Dohm, 2017, p. 17

⁶ Erhart, 2018, [En ligne]

⁷ Ancienne fête du dernier jeudi du carnaval [jeudi gras] sur la Place Saint-Marc de Venise.

⁸ Ibidem, p. 24-39

Le diorama présente une reproduction réaliste la Place Saint-Marc depuis le môle (quai longeant la lagune). Les bâtiments sont réalisés en carton et entièrement recouverts de perles et de tubes de verre agencés comme un décor de théâtre (bâtiments en 3D au premier et second plan, suivi de bâtiments plus plats au fond). Plus de 150 figurines en verre filé et en bois occupent la place et les fenêtres.

Les bâtiments, tous datable du XVI^e siècle (Fig. 4, p. 14) représentent :

1. la Tour de l'Horloge (1497),
2. la Basilique Saint-Marc (XI^e siècle)⁹
3. le Palais des Doges (XVI^e)¹⁰
4. les étendards en bronze sur lesquels flotte le *Gofalon* (drapeau rouge avec le lion de Saint-Marc doré) (1505)¹¹,
5. La Logetta (~1540)¹²
6. La Bibliothèque Marciana (~1537) ; caché derrière la bibliothèque,
7. L'église San Geminiano (~1505)¹³
8. le Campanile (~888, refait en 1510)¹⁴
9. Les anciennes Procuraties (1514)¹⁵

⁹ Bailly, 1946, p. 95

¹⁰ Pedrocco, 2010, p. 35

¹¹ Goy, 2002, p.67

¹² Ibidem, p.138

¹³ Zamperini, 2014, p. 28

¹⁴ Davin, 1912, p. 136

¹⁵ Ibidem



Fig. 4 : Nom des bâtiments © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

Pour compléter cette vue classique de la Place, les composantes phares du Jeudi gras sont représentées (Fig. 5, p. 15) :

1. La *macchina* (une explication se trouve à la fin de cette page)
2. Les estrades de bois
3. Les forces d'Hercule (XVI^e et fin entre le XVIII^e et XIX^e siècle)
4. Le vol de l'ange (1558-1759)
5. La tribune et la place avec des personnages déguisés



Fig. 5 : Éléments emblématiques du Jeudi gras ©Abegg-Stiftung, Riggiserg, 2020

La macchina

Pour cette journée, était dressé une *macchina*¹⁶, production éphémère en bois de forme baroque et rappelant un château¹⁶. Elle permettait d'accueillir un orchestre et servait de base de lancement pour les feux d'artifice symbolisant la guerre¹⁷.

¹⁶ Herda-Mousseaux, 2017, p. 125

¹⁷ Bertrand, 2017, p. 42-54

Les estrades en bois

Les estrades en bois entourant la *macchina*, servaient de scènes pour les danses, telles que *La Mauresque*¹⁸ et accueillait les *Forze d'Ercole*. Ces prouesses acrobatiques apparues au XVI^e siècle opposaient deux clans rivaux de la ville : les Castellani (en bleu avec un bonnet rouge ; Fig. 6, p. 16) et les Nicoletti (en vert avec un bonnet noir ; Fig. 7, p. 16). Pour gagner, il fallait effectuer la plus haute pyramide humaine¹⁹.

Cet événement, comme beaucoup d'autres fut progressivement abandonné après la chute de la République de Venise en mai 1797²⁰.



Fig. 6 : Représentation de la pyramide des Castellani



Fig. 7 : Représentation de la pyramide des Nicoletti

¹⁸ Danse rythmée simulant des assauts d'escrimes et rappelant les guerres entre chrétiens et Maurs durant la Renaissance ; Bertrand, 2018, p. 52

¹⁹ Ces pyramides symbolisaient l'adresse des troupes ; Bertrand, 2017, p.52

²⁰ Bertrand, 2017, p. 287

Le vol de l'ange

Une corde reliant le Campanile au Palais des Doges était utilisée pour le Vol de l'ange depuis 1558 (Fig. 8, p. 17). Cette année-là, un acrobate monta pour la première fois au sommet du Campanile, réalisa quelques acrobaties puis rejoignit à l'aide d'une corde le balcon du Palais des Doges et offrit un bouquet au doge. Cet événement ayant fait fort impression devint symbole de paix pour la ville, mais s'arrêta brusquement en 1759 après la chute mortelle de l'équilibriste. Dès l'année suivante, l'acrobate fut remplacé par une colombe en bois.



Fig. 8 : Vol de l'Ange

Place et tribune

Les 165 personnages publics ou acteurs de l'évènement sont représentés à l'aide de verre filé coloré fondu sur une âme en fil métallique ou en bois sculptés (Fig. 9 et Fig. 10, p. 17).



Fig. 9 : Figurines de la moitié droite



Fig. 10 : Figurines dans la moitié senestre

Ils représentent des hommes et des femmes (Fig. 11, p. 18), certains en tenue de carnaval (Fig. 12) ainsi que des statues (Fig. 13).



Fig. 11 : Figurine en bois et en verre



Fig. 12 : Figurines en tenue de carnaval. La figurine de gauche est vêtue de la Bauta, tenue phare du carnaval*



Fig. 13 : Statues de la macchina et de la basilique

Le niveau de réalisme souhaité a poussé l'artisan à représenter également des animaux (Fig. 14 et Fig. 15, p. 18).



Fig. 14 : Chiens



Fig. 15 : Pigeons

2 Recherche de limites chronologiques pour la fabrication du diorama

Au début du projet, nous ne disposions d'aucune information sur l'objet outre son entrée probable dans la collection Abegg entre 1950 et 1970²¹.

C'est après le retrait de la vitre que nous avons découvert un morceau de papier encollé au dos de la Bibliothèque Marciana avec les mentions suivantes : *Paolo P Veneziano Fecce l'anno 1846*²² (Fig. 16, p. 19) ce qui est très rare sur ce type d'objet²³.



Fig. 16 : Signature et datation manuscrites à l'arrière de la bibliothèque Marciana

Il est intéressant que l'artiste ait signé son œuvre dans un endroit si peu accessible et qu'il insiste sur le fait qu'il soit vénitien tout en omettant son nom de famille. Cela pourrait indiquer que l'objet a été réalisé dans un cadre pieux et que l'artiste voulait rendre hommage à sa ville.

²¹ Informations fournies par Madame Anna Jolly, conservatrice en charge de l'objet, février 2020

²² Paolo P. vénitien fait en l'année 1846

²³ En réalisant des recherches d'œuvres similaires, nous avons remarqué que très peu d'objets étaient signés et que le contexte de l'objet se limitait bien souvent à un lieu de fabrication et une datation approximative ; Conticelli, Mercante et Speranza, 2016

L'objet a donc été terminé en 1846, pourtant plusieurs éléments nous permettent de poser des dates ante post quem pour la scène représentée (Schéma 1, p. 20).



Schéma 1 : Échelle de temps pour la construction des bâtiments de la Place Saint-Marc avec en rouge les dates importantes

Les bâtiments de la place datent au plus tard de 1540 (construction de la *loggetta*), mais l'Église San Geminiano a été détruite en 1810 par les troupes napoléoniennes. Cette dernière est cachée derrière la Bibliothèque Marciana dans une zone non accessible, mais ressemble à ceci (Fig. 17 et Fig. 18, p. 20)²⁴.



Fig. 17 : Emplacement de l'Eglise.



Fig. 18 : Eglise San Geminiano extraite d'une gravure du dessinateur vénitien Dioniso Moretti (1790-1834)

En outre, nous savons que la pratique du vol de l'ange fut interdite dès 1759 (Schéma 2, p. 20).



Schéma 2 : Timeline des années d'apparition des événements du Jeudi gras avec en rouge la date importante

Nous sommes donc face à une représentation conforme du Jeudi gras tel qu'il était fêté avant 1759 soit 1 siècle avant la réalisation du diorama.

²⁴ Pour des raisons d'accessibilité à la zone, il n'a pas été possible de réaliser un cliché de ce bâtiment.

N'ayant pas vécu cette époque, l'artiste a dû s'inspirer de représentations iconographiques²⁵.

Le tableau intitulé *Le doge de Venise assiste aux fêtes du Jeudi Gras sur la Piazzetta* du peintre vénitien Francesco Guardi (1712-1793) en est un bon exemple (Fig. 19, p. 21). Il regroupe les forces d'Hercule, la *macchina*, le vol de l'ange, la tribune ainsi qu'une partie du Palais des Doges, de la Bibliothèque Marciana et de la Tour de l'Horloge.



Fig. 19 : Francesco Guardi, *Le doge de Venise assiste aux fêtes du Jeudi Gras sur la Piazzetta*, XVIIIe
© Musée du Louvre/A. Dequier — M. Bard

²⁵ Bertrand, 2017, p. 197 ; 287-313

3 La place du diorama au sein de la Fondation Abegg

3.1 La fondation Abegg

La Fondation Abegg a été créée au début des années 1960 par Monsieur Werner Abegg, fils d'industriels textiles zurichoises (1903-1984) et son épouse Margaret née Harrington Daniels (1901-1999).

Les fondateurs ont fait construire un musée, un atelier de restauration textile et une villa pour leur retraite sur un flanc de colline de Riggisberg (Fig. 20 et Fig. 21, p. 22).



Fig. 20 : Musée et atelier au 1^{er} étage avec réaménagements fait entre 2008-2011



Fig. 21 : Villa Abegg

Le musée présente une importante collection de textiles et d'objets couvrant la période depuis la basse antiquité jusqu'au début du XIXe siècle.

Werner Abegg commence sa collection en 1925 lorsqu'il part s'installer à Turin pour reprendre la direction de l'entreprise familiale la *Firma Abegg & Co*²⁶. Il acquiert des pièces de mobilier pour décorer son appartement et dès 1931, il privilégiera l'achat de textiles et productions artistiques du Moyen-âge à la Renaissance.

En 1940, Monsieur Abegg quitte l'Italie pour s'installer à New York. Il y rencontrera sa future épouse, Madame Margaret Harrington-Daniels. Historienne de l'Art, travaillant au Metropolitan Museum de New York et ayant un intérêt marqué pour le XVIIIe siècle, pour Venise et son art²⁷.

Dans les années 1950, ils retournent à Turin et consacrent leur temps à l'agrandissement de leur collection.

²⁶ Fillitz, 2003, p. 31 et Jolly, 2020, p. 12

²⁷ Informations obtenues lors d'une visite de Monsieur Keller en février 2020

3.2 La villa Abegg

Le diorama est exposé au sein de la villa Abegg. Cette dernière se compose d'une succession de *Period room*^{*28} allant de la Renaissance au XVIIIe siècle et laissée telle que les propriétaires les avaient aménagées (Fig. 22, p. 23)^{29, 30}.



Fig. 22 : Vue de la Villa depuis les jardins © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

Le diorama est présenté accroché au mur de la *Salle des figurines* (rectangle rouge ; Fig. 23, p. 23).

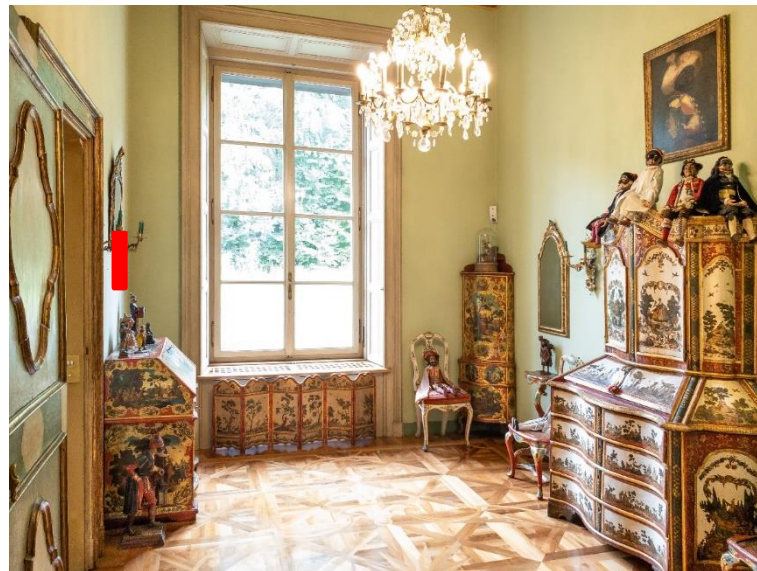


Fig. 23 : Salle des figurines © Abegg Stiftung, Riggisberg, 2020

Il est entouré d'œuvres vénitiennes dont des meubles en *lacca povera*^{*} (laque pauvre), de marionnettes de la *Commedia dell'Arte*^{*} ainsi qu'un portrait d'un acrobate vénitien ayant participé à la réalisation des Forces d'Hercule (Fig. 24, Fig. 25, p. 24)³¹.

²⁸ Ce style d'intérieur était très prisé par les collectionneurs privés européens à la moitié du XIXe siècle.

²⁹ L'ensemble des objets a été légué à la fondation par Monsieur Abegg, le 28 décembre 1970

³⁰ Jolly, 2020, p. 12

³¹ Ibidem, p. 5



Fig. 24 : Objets entourant le diorama



Fig. 25 : Alessandro Longhi, Portrait de Filippo Jesso, 2^{ème} moitié du XVIII^e siècle © Abegg Stiftung, Riggisberg, 2020

Au sein de la Villa, les liens avec Venise sont nombreux. Le hall reproduit le sol des arcades du Palais de Doges³²(Fig. 26, p. 24),



Fig. 26 : Hall d'entrée de la villa © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

³² Jolly, 2020, p. 16

deux tableaux du peintre italien Luca Carlevarijs (1663-1730)³³ présentent des scènes de fêtes populaires vénitiennes comme une régate sur le Canal Grande avec une *macchina*³⁴ et une vue de la Place Saint-Marc similaire au diorama lors du mariage du doge avec la mer³⁵ (Fig. 27 et Fig. 28, p. 25)



Fig. 27 : Régate © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020



Fig. 28 : Mariage du doge avec la mer © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

³³ RKD – Netherlands Institute for Art History, [En ligne], 2020

³⁴ Événement symbolisant le mariage symbolique du doge avec la mer.

³⁵ Informations extraites du script de la visite guidée de la Villa Abegg, p. 2

Nous trouvons également un nombre important de verres vénitiens dont certains sont présentés dans une salle nommée *Salla Veneziana*³⁶.



Fig. 29 : Verre vénitien © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020



Fig. 30 : Salla Veneziana © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

Bien qu'aucune information sur le contexte d'acquisition ne figure dans les registres, nous supposons que cet objet a été acquis par Madame Abegg, en raison de son intérêt pour les œuvres vénitiennes du XVIII^e siècle, dans les années 1950-60³⁷³⁸. Aucune information sur le contexte de conservation de l'objet n'a pu être collectée. Une photographie noir/blanc réalisée en 1970 dans la Villa est la source la plus ancienne en notre possession (Fig. 31, p. 26).

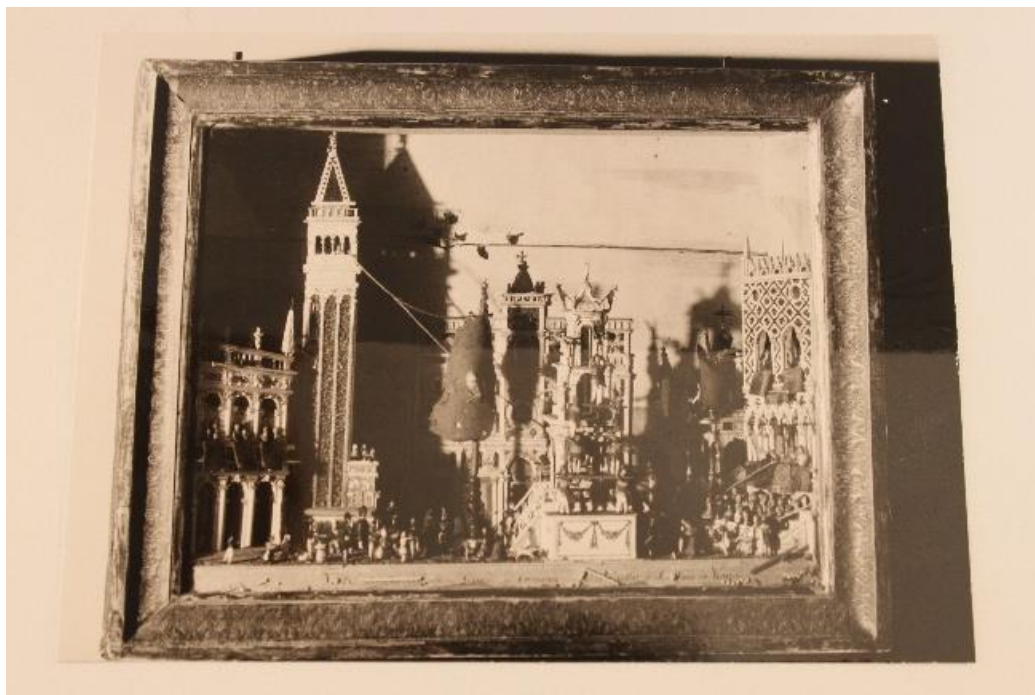


Fig. 31 : Diorama années 1970

³⁶ Jolly, 2020, p. 19

³⁷ Informations obtenues lors d'une visite de Monsieur Keller, président de la fondation en février 2020

³⁸ Ibidem, p. 14-19

4 La production de tubes, perles et de verre filé

Le diorama regroupe un nombre important d'éléments en verre qui recouvrent le sol, la majorité des bâtiments et est le matériau constitutif d'une partie des figurines.

On le trouve sous trois formes :

- les perles
- les tubes et
- les figurines en verre filé.

4.1 Le verre

Un verre stable se compose d'environ 70 % de silice, 20 % de fondants et 10 % de stabilisants.

L'élément formateur du verre est le dioxyde de silicium (SiO_2). Il se trouve à l'état naturel en abondance sous la forme de quartz, composant principal du sable. En raison de son point de fusion très élevé (1710°C), la matière est difficile à travailler et très coûteuse à produire.

Pour diminuer la température de la fusion autour de 1050°C , 15 à 20 % de fondants de composition chimique R_2O tels que les oxydes de potassium (K_2O) et de sodium (Na_2O) sont ajoutés. Ils vont permettre de diminuer de la viscosité du verre, mais rendront le verre soluble à l'eau.

Pour contrer cet effet, 10 à 15 % de stabilisants de composition RO comme les carbonates de calcium (CaO), de magnésium (MgO) ou de plomb (PbO) permettront d'empêcher la cristallisation du réseau siliceux et de diminuer les risques de solubilisation du verre en contact avec de l'eau.

À cela peuvent s'ajouter 1 % de sels métalliques qui permettront de colorer le verre ou de l'opacifier³⁹.

4.2 La production de tubes et de perles à Venise

À Venise, la première référence à une production de petites perles de verre nommée *margaritari* (perles de rocaïlles) date de 1308. À cette époque, la production des cannes nécessaire à la fabrication des perles est attribuée au regroupement verrier nommé *Arte de Margariteri*⁴⁰.

Il faut toutefois attendre la fin du XVI^e siècle et l'apparition de la canne creuse (tube) pour qu'une production de perles de rocaïlles se développe.

³⁹ Davison, 2010, p. 176-180

⁴⁰ Francis, 1998, p. 3 ; Dubin, 1998, p. 107

Pour l'obtenir, un verrier muni d'un tube de fer saisit un peu de masse vitreuse dans un creuset. Il souffle dans le tube pour former une bulle. Rapidement, une personne va fixer une seconde canne sur la bulle (e ; Schéma 3, p. 28) puis les deux protagonistes s'éloignent rapidement l'un de l'autre pour former des cannes.

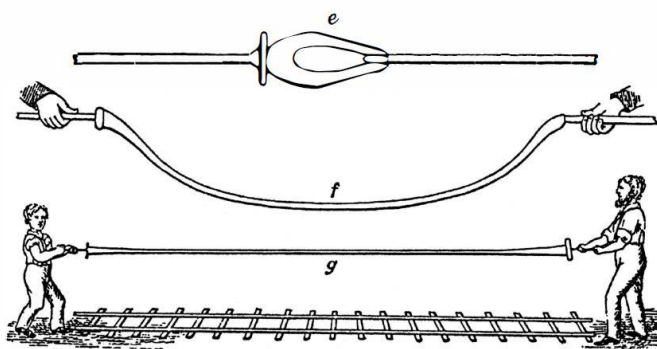


Schéma 3 : Fabrication de tubes de verre © Carroll et Allen, 2004, p. 31

Sous tension, la bulle va s'allonger jusqu'à former un fil creux (f, g du schéma). Son diamètre dépend de trois facteurs :

- la composition de la matière vitreuse (en particulier de la quantité de fondants qui rend la matière plus ou moins élastique).
- le volume de matière travaillé (plus la quantité est faible, plus le tube sera fin)
- la vitesse de course⁴¹

Les cannes sont ensuite sectionnées en petits tubes comme ceux trouvés dans le diorama ou sont utilisées pour la production des perles de rocailles⁴².

Au XIXe siècle, 11 ateliers regroupés sous l'appellation *Società Veneziana Per l'Industria delle Conterie* détiennent le monopole de la production de perles à Venise et réalisent des catalogues de perles pour la vente (Fig. 32, p. 28)⁴³.



Fig. 32 : Exemple d'un catalogue de perles de 1899 ©Beadmuseum

⁴¹ Archives du commerce, 1836

⁴² Carroll et Allen, 2004, p. 20

⁴³ Ibidem, p. 18

Pour obtenir des *margaritari*⁴⁴ (perles sphériques), les cannes sont tranchées en petits cylindres à l'aide d'une guillotine⁴⁵. Pour arrondir les angles, ils sont placés dans un creuset tournant⁴⁶ rempli de sable (K ; Schéma 4, p. 29) et chauffé à environ 400 °C. Cette technique est connue sous l'appellation de *façonnage au tambour*⁴⁷. L'orifice des cylindres est préalablement comblé à l'aide d'un mélange de charbon et de chaux. Ceci permet de conserver le percement de la perle au cours du processus⁴⁸.

Le creuset, est ensuite mis en rotation (S) entraînant le déplacement des perles dans le sable permettant de polir les angles, lisser les surfaces et empêcher les perles de s'agglomérer.

Durant ce processus, le charbon et la chaux sont lentement carbonisés puis évacués en laissant des cavités légèrement irrégulières et foncées.

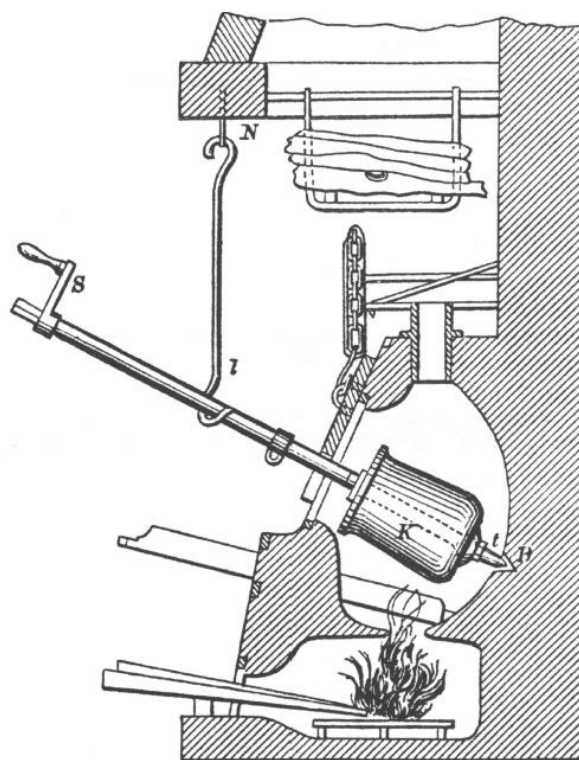


Schéma 4 : Installation pour le polissage des perles © Carroll et Allen, 2004, p. 32

Les perles du diorama semblent avoir été faites selon cette technique. Sous microscope, la masse vitreuse présente des hétérogénéités : cercles concentriques (Fig. 33, p. 30) pouvant être induits par l'élongation du verre et la présence de filaments foncés dans la partie centrale correspondant à des résidus de charbon issu du polissage (Fig. 34, p. 30).

⁴⁴ Maitte, 2009, p. 52

⁴⁵ La largeur de coupe est égale au diamètre de la canne.

⁴⁶ Technique apparue au début du XIXe siècle ; Peter, 2008, p. 63

⁴⁷ Dubin, 1998, p. 110

⁴⁸ Cette étape évite l'affaissement du tube et donc la disparition du trou.

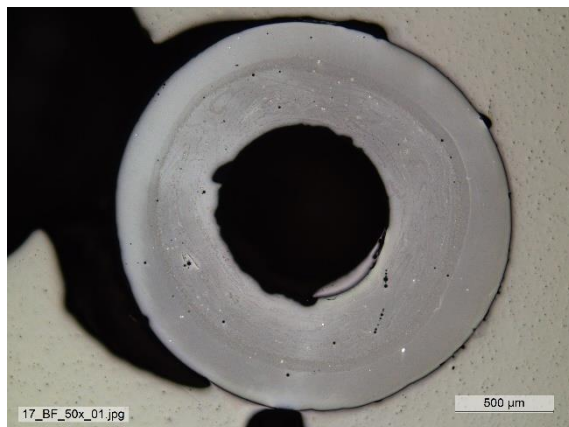


Fig. 33 : Grande perle blanche © Neode, 2020

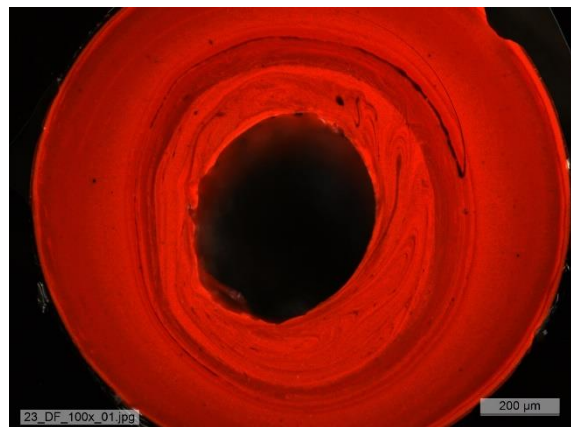


Fig. 34 : Petite perle rouge © Neode, 2020

Il est donc possible que l'artiste ait acheté ces perles et tubes à l'un des 11 producteurs de la *Societa Veneziana Per l'Industria delle Conterie*.

4.3 Production de miniatures en verre filé

Le diorama comprend 112 figurines en verre filé. Ce type de production s'est développé à Venise au XVI^e siècle avant de gagner la France, l'Allemagne et l'Angleterre⁴⁹. Ces miniatures étaient souvent réalisées dans de petites fabriques ou à domicile à partir de matière première produite ailleurs⁵⁰.

Réalisés *a la lume di candela* (à la flamme/lampe), cette technique nécessite l'usage de cannes de verre non soufflées (sans trous)⁵¹.

Avant l'apparition des lampes à gaz au milieu du XIX^e siècle, des lampes à huile ou à alcool étaient utilisées. La température de la flamme étant inférieure, on avait recours à des verres sodiques ou au plomb contenant une proportion plus importante de fondants et présentant une stabilité du produit fini inférieur à la normale⁵².

Pour réaliser ces pièces, le verrier travaillait sur un établi en bois muni d'un soufflet permettant d'aviver la flamme et d'en augmenter la température (Fig. 35 et Fig. 36, p. 31)⁵³.

⁴⁹ Lanmon et Whitehouse, 1993, p. 231

⁵⁰ Bellanger, 1988, p. 34

⁵¹ Lanmon et Whitehouse, 1993, p. 233

⁵² Davison, 2010, p. 112

⁵³ Rossi-Wilcox, Reiling et Bisaga, 2003, p. 167-176



Fig. 35 : table de travail à la lampe du XIXe siècle © Corning Museum⁵⁴

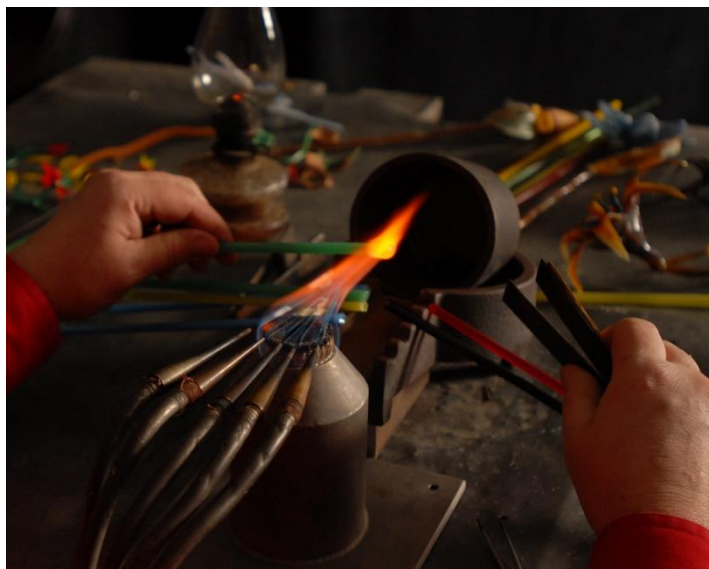


Fig. 36 : Systèmes de buses en métal avec sortie du soufflet pour aviver la flamme © Corning Museum

Pour former une figurine, une canne de verre est chauffée jusqu'à atteindre le palier de travail (caractérisé par la couleur orange du verre) puis appliquée sur une âme en métal et déformée jusqu'à l'obtention de la forme souhaitée⁵⁵.

La tige métallique sert de squelette et permet de conserver la forme en cas de rupture du verre. Ce type de dégradation n'est pas rare et est induit par la prise de volume des tiges qui se corrodent et/ou en raison de l'instabilité chimique du verre⁵⁶. Dans le diorama, les figurines sont faites autour d'une tige en fer pur (Spectre 1, p. 135) et présentent ces dégradations. Le verre est fracturé, souvent lacunaire, et les tiges recouvertes des produits de corrosion volumineux (Fig. 37 et Fig. 38, p. 31).



Fig. 37 : Figurine rompue avec fragments au sol



Fig. 38 : Figurines avec fracturation du verre

⁵⁴ Corning Museum, 2001, [En ligne]

⁵⁵ Lanmon et Whitehouse, 1993, p. 233-34

⁵⁶ Volka, 1995, p. 121 ; Davison, 2010, p. 318-319

Dans la littérature, cette technique est principalement connue sous le nom de *Verre filé de Nevers*⁵⁷.

À partir du XVII^e siècle, et cela durant 3 siècles, les nivernais, sous l'influence de verriers italiens, ont produit de très nombreux dioramas et figurines en verre filé (Fig. 39, p. 32)⁵⁸. Ces productions ont comme sujet de prédilection des scènes à caractère religieux et ne sont que très rarement signées⁵⁹.



Fig. 39 : Anonyme, Retable représentant une petite crucifixion, vers 1700, Nevers © Musée du Louvre⁶⁰

Malgré les recherches réalisées dans les collections muséales et les comparaisons faites avec d'autres productions (Italie, Allemagne, France et Angleterre), nous n'avons pas été en mesure de trouver d'autres dioramas présentant des figurines similaires ou des productions pouvant être attribuées à Paolo P. Nous avons cependant constaté que les autres dioramas sont des productions antérieures (XVII-XVIII^e) et que les figurines sont plus grandes (autour de 10 cm) et plus détaillées. Les liens pouvant être réalisés entre le diorama et les autres productions sont donc d'ordre technique et scénographique⁶¹.

5 Matériaux constitutifs et assemblages

Le diorama présente un nombre important de matériaux et de techniques de fabrication. Nous avons choisi une approche par partie et non par matériau. Nous commencerons par la boîte avant de nous intéresser à la fabrication des pièces architectoniques, décors et figurines présents dans le diorama.

⁵⁷ Bellanger, 2004, p. 305

⁵⁸ Bellanger, 1988, p. 34

⁵⁹ Barrelet, 1950, p. 306

⁶⁰ Retable petite crucifixion, 2020, [En ligne]

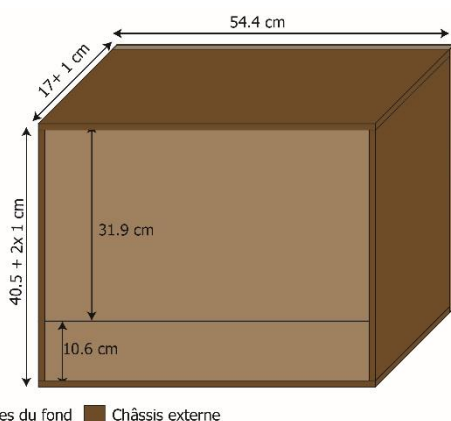
⁶¹ Barrelet, 1950, p. 294-310

Boîte

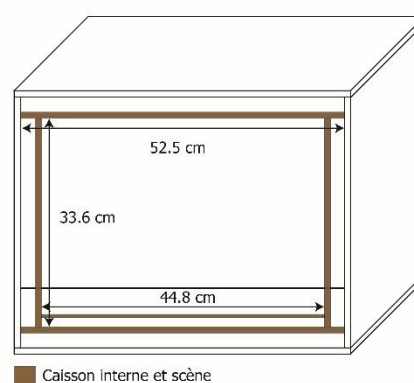
5.1 Structure en bois

Le diorama est formé d'une double caisse en bois de 54.4 x 42.5 x 18 cm composée de 10 planches de 1 cm d'épaisseur dont l'aspect fait penser à un conifère⁶².

Le châssis externe est fait de six planches : deux pour le fond et quatre pour le pourtour. Le tout est maintenu en place par des clous (ill. 1, p. 33). À l'intérieur, quatre planches forment la structure d'accueil des décors. Une scène de 0,5 cm d'épaisseur est clouée à 1,5 cm au-dessus de la base du boîtier interne (ill. 2, p. 33).

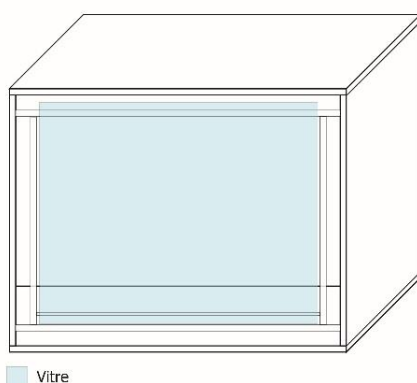


ill. 1 : Dimensions du châssis externe

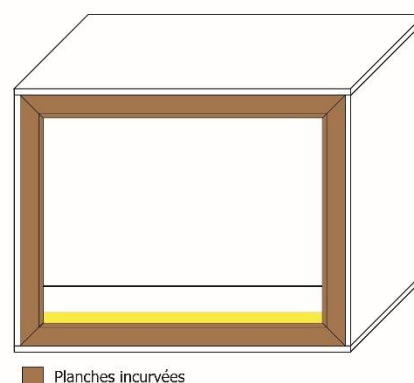


ill. 2 : Dimensions et emboîtement du châssis interne

Pour masquer la structure interne et permettre le maintien de la vitre (ill. 3, p. 33), un cadre a été cloué à l'avant. Il se compose de 4 plaquettes de bois incurvées terminées par un liseré arrondi fait de 4 plaquettes. Un papier jaune rigidifié par un carton permet lui de masquer l'espace entre le bas du châssis interne et la scène (ill. 4, p. 33).



ill. 3. Emplacement de la vitre



ill. 4 : Bordures incurvées et liseré arrondi

⁶² Échange avec Monsieur Christian Binet, février 2020

Au dos, un système d'accroche a été installé dans les années 1970 par le charpentier de la Fondation Abegg⁶³ (Fig. 40, p. 34). Il se compose de trois portes-cadres métalliques qui ont été vissées dans les planches du fond. On voit également d'anciens papiers ne présentant malheureusement aucune information.



Fig. 40 : Localisation des éléments d'accroche

5.2 Vitre

La vitre est maintenue par sa base et son sommet.

Légèrement moins large que le cadre (45 x 25.9 cm) ce qui rend la fermeture non hermétique. Le verre présente une surface irrégulière (légèrement bosselée) et mesure 1,8 mm d'épaisseur (Fig. 41, p. 34).

Ces caractéristiques correspondent au verre plat réalisé selon la technique du manchon (Schéma 5, p. 34). Lors de l'ouverture du cylindre de verre, la plaque, en se déposant, va prendre l'empreinte des irrégularités du sol et donner cet aspect hétérogène⁶⁴.



Fig. 41 : Vitre

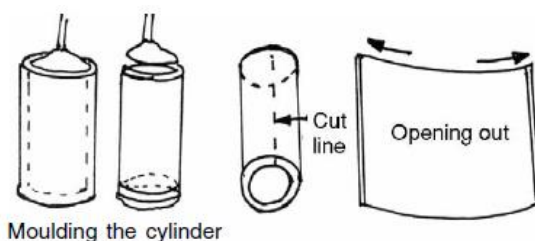


Schéma 5 : Technique du manchon © Davison, 2010, p. 127

Cette technique apparaît à Venise à la fin du XVe siècle. Elle remplace la technique des cives (bulles aplaties)⁶⁵.

⁶³ Informations obtenues par Madame Anna Jolly, février 2020

⁶⁴ Davison, 2010, p. 126-128

⁶⁵ Maitte, 2009, p. 49-50

5.3 Ornementation en papier

Les faces externes de la boîte sont recouvertes de trois types de papiers :

1. papier doré (Fig. 42, p. 35)
2. papier gaufré (Fig. 43)
3. papier marbré (Fig. 44)

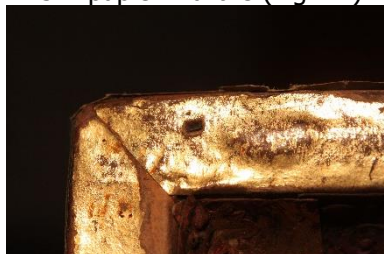


Fig. 42 : Papier doré



Fig. 43 : papier gaufré



Fig. 44 : papier marbré

Au vu de la période de création, nous supposons que l'entièreté des papiers a été fixée sur le support à l'aide d'un adhésif naturel, mais nous n'avons pas pu l'identifier.

À l'intérieur du diorama, seuls trois éléments sont en papier : le papier jaune indiquant le nom de l'œuvre et les *Gofalon** figurant sur les deux premiers drapeaux rouges des étendards (Fig. 45, p. 35). Ces derniers se composent de papier doré recouvert d'une impression par tamponnage d'un lion ailé. Le tout a été fixé aux drapeaux par des points de colle.



Fig. 45 : Lion situé sur le premier drapeau

5.3.1 Papier doré

Un papier doré recouvre le cadre et est partiellement masqué par le papier gaufré. Il forme deux pourtours d'une largeur de 1 et 1,5 cm. Le papier a été recouvert d'une couche rouge (bol d'Arménie ?) sur laquelle a été appliquée de la feuille d'or (Fig. 46, p. 35).



Fig. 46 : Localisation du papier doré

5.3.2 Papier gaufré

Quatre bandes de papier gaufré de 3cm de largeur ont été placées sur le papier doré. Ce papier est obtenu par compression entre deux matrices en cuivre. Il est fabriqué en Italie dès le XVI^e siècle. Dans notre cas, le papier a été peint en rouge et présente des palmettes et des fleurs d'acanthes avec, sur la bordure externe, un liseré répétitif d'ovales (Fig. 47 et Fig. 48, p. 36).



Fig. 47 : Localisation du papier gaufré



Fig. 48 : Fleurs d'acanthes et liseré d'ovales

5.3.3 Papier marbré

Le papier a été collé sur le dessus et les côtés de la boîte. Le dos et le dessous sont nus ce qui indique que l'objet a été conçu pour être posé sur un meuble.

Le décor comprend trois couleurs : le vert, le noir et le rouge et forme un motif « coquille » (Fig. 49, p. 36)

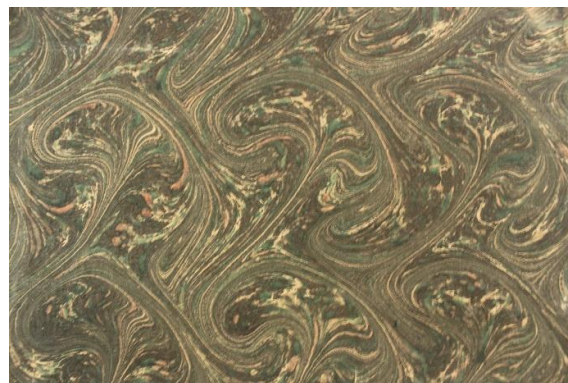


Fig. 49 : Papier marbré du diorama

Cette technique est apparue au XII^e siècle au Japon et se développera à Venise dès le XV^e siècle⁶⁶. Elle consiste à faire flotter une superposition de couleurs à la surface d'un liquide. À l'aide d'outils, le film coloré est déplacé pour former des décors puis le papier est progressivement appliqué sur la surface du liquide pour permettre le transfert⁶⁷.

⁶⁶ Doizy et Ipert, 1985, p. 9

⁶⁷ Faudouas, 1991, p. 41-43

Intérieur du diorama

5.4 Ciel et décor du châssis interne

Les $\frac{3}{4}$ supérieurs du fond de la boîte ont été peints avec des nuances de bleu pour représenter le ciel (Fig. 50, p. 37 ; zone située au-dessus du pointillé). La peinture utilisée est une gouache ou un gesso. L'analyse FTIR⁶⁸ d'un fragment indique la présence de carbonate de calcium (calcite), de silicates (kaolin) et des traces de quartz (Spectre 8, en Annexe p. 139), mais le liant n'a en revanche pas pu être analysé (certainement une colle protéinique).



Fig. 50 : Peinture du ciel sur le fond de la boîte

La surface irrégulière indique que la peinture a été appliquée au pinceau de manière horizontale sur le plafond et le fond et de manière verticale sur les côtés.

Le quart inférieur (environ 9 cm) des parois lorsqu'il est visible a été peint en nuances de gris. Il permet d'apporter du relief dans les arcades des Procuraties et de la Tour de l'Horloge (Fig. 51, p. 37). Un rectangle gris, situé entre la Tour de l'Horloge et l'immeuble situé derrière la Basilique semble indiquer qu'un immeuble devrait recouvrir cette zone (Fig. 52, p. 37). Cela pourrait indiquer que le diorama n'a pas été réalisé uniquement par Paolo P., mais que certains éléments ont été faits par de tierces personnes ce qui expliquerait cette erreur de calcul.



Fig. 51 : Arcades des Procuraties et Tour de l'Horloge



Fig. 52 : Zone grise à côté de la Tour de l'Horloge

⁶⁸ Mesures réalisées au sein de la Haute Ecole Arc avec l'appareil FTIR : Thermo Scientific Nicolet iS5

5.5 Éléments architectoniques

5.5.1 Carton, adhésif et peinture

L'ensemble des décors repose sur une scène en bois recouverte de carton. Les bâtiments sont également faits en carton de 1 mm d'épaisseur (Schéma 6, p. 38).

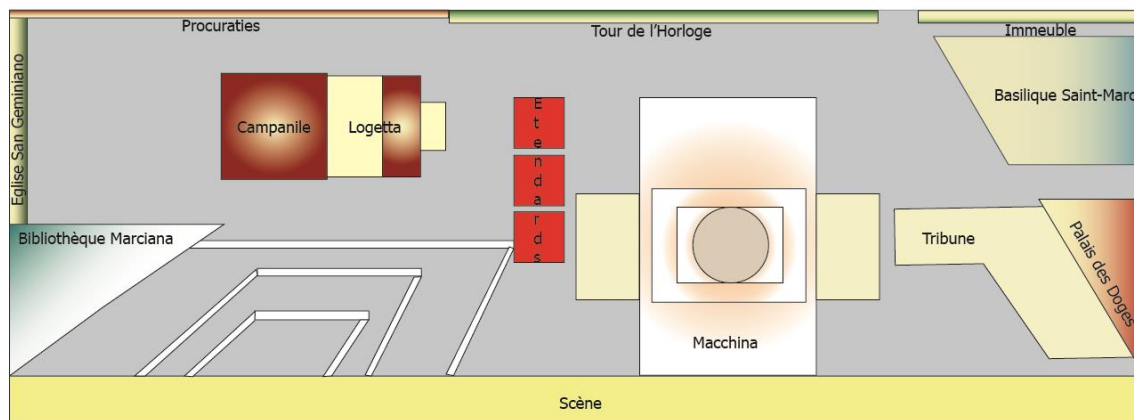


Schéma 6 : Emplacement des bâtiments

À l'exception de la *macchina* et de la tribune (Fig. 53, p. 38), toutes les faces visibles sont entièrement recouvertes de tubes et de perles de verre (Fig. 53, p. 37) maintenues en place par une colle protéinique (Spectre 9 en Annexe, p. 140).



Fig. 53 : Tribune et macchina



Fig. 54 : Bâtiments perlés

Les cartons ont été recouverts d'une peinture blanche.

Des exceptions ont été faites pour le campanile (Fig. 55, p. 39 ; A ; base et sommet vert et centre bordeaux) et la basilique (B ; tours bordeaux et coupes bleues).

Les étendards (C) en bois ont une base peinte en vert et un mât rouge.

La tribune (D) et la *macchina* (E) n'ont pas de perles, mais des décors peints en gris et en brun imitant des drapés et des reliefs.



Fig. 55 : Emplacement des peintures colorées © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

La structure de la *macchina* est légèrement différente des autres bâtiments. Les éléments verticaux présentent une surface en bois orange lisse avec des stries parallèles (Fig. 56 et Fig. 57, p. 39).



Fig. 56 : Bois orangé



Fig. 57 : Détail du bois

5.5.2 Tubes et Perles

Les tubes et perles ont été collés avec de la colle protéinique sur le carton peint.

Nous estimons que le diorama compte :

- 1 200 tubes (par comptage)
- 45 000 perles (en prenant une moyenne de 30 perles par cm²)
-

Nous avons dénombré une dizaine de tubes différents, généralement blancs ou nacrés (Fig. 58, p.40) et plus rarement colorés (Fig. 59), transparents et/ou peints (Fig. 60). La variation principale réside dans le diamètre toujours compris entre 1 à 3 mm.

Les tubes servent à souligner le contour des immeubles, des fenêtres, des étages et à former les toitures et les balcons.



Fig. 58 : Tubes blancs sur la bibliothèque Marciana



Fig. 59 : Tubes colorés sur la Basilique

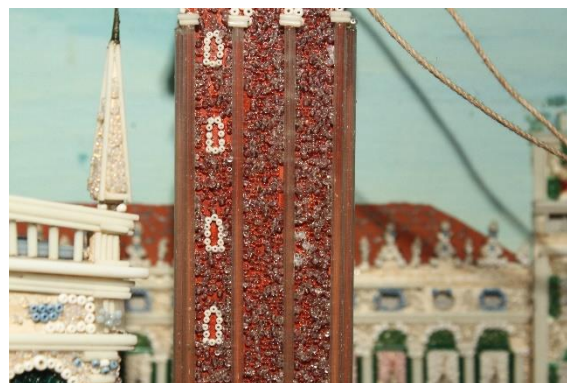


Fig. 60 : Tubes transparents peints sur le Campanile

Nous avons compté 15 sortes de perles différentes majoritairement transparentes, blanches ou nacrées (Fig. 236 à Fig. 251, en Annexe p. 144) avec un diamètre toujours compris entre 1.5 et 2.3 mm. Elles servent au remplissage uni des façades ou sont placées de manière plus précise pour reproduire des décors tels que des ornements des maisons ou des façades caractéristiques (Palais des Doges (Fig. 61, p. 40)).



Fig. 61 : Façade du Palais des Doges

En réalisant des montages de perles pour des tests de nettoyage, nous avons remarqué que le séchage d'une colle protéinique est long. Nous supposons donc que les bâtiments ont été recouverts avant d'être placés dans le diorama afin de travailler sur des surfaces horizontales.

L'amoncellement et la structure irrégulière du sol et des façades monochromes semblent indiquer que l'artiste a saupoudré les perles sur des aplats d'adhésif (par ex. les perles transparentes sur le bordeaux du campanile ; Fig. 60, p. 40).

Pour les tubes et les motifs en perles plus complexes, ces derniers ont certainement été placés avec une pince.

Des traits préparatoires sur le carton de la place indiquent que le sol a été perlé avant la mise en place des bâtiments. Un espace sépare la première rangée de perles des bordures de bâtiments.

5.6 Textile

Au total 33 pièces de textiles ont été fixées avec de la colle protéinique :

- 17 rouges
- 11 violets
- 5 noirs

Madame Obrecht, restauratrice en charge des textiles de la Villa Abegg a fait une étude préliminaire des éléments⁶⁹. C'est elle qui effectuera la restauration de ces éléments à la fin du projet.

Le textile rouge est une laine teintée. Il est utilisé pour les 3 drapeaux des étendards, les 2 de la Basilique et les 12 ceintures des acrobates bleus (Fig. 62-Fig. 64p. 41).



Fig. 62 : Drapeaux des étendards



Fig. 63 : Drapeaux Basilique



Fig. 64 : Ceintures acrobates

⁶⁹ Informations fournies par Madame Obrecht, août 2020

Le textile violet est en soie. Les 11 pièces servent de tentures sous les fenêtres de la Bibliothèque Marciana (3) et du Palais des Doges (8). La tenture dorée placée devant le doge est également en soie complétée par un filet métallique doré (Fig. 65 et Fig. 66, p. 42).



Fig. 65 : Tentures de la Bibliothèque Marciana



Fig. 66 : Tentures Palais des Doges

Les 5 textiles noirs sont également en soie. Ils forment des voiles pour deux figurines ainsi que les ceintures de 3 acrobates verts (Fig. 67 et Fig. 68, p. 42).



Fig. 67 : Voiles noirs



Fig. 68 : Ceintures noires

5.7 Figurines

5.7.1 Figurines en verre filé

112 figurines en verre filé mesurant entre 0,5 et 3,2 cm⁷⁰ sont localisées sur la place (40), la tribune (21), la *macchina* (13), aux fenêtres (11), sur les toits (20) et dans le ciel (7) (Schéma 7, p. 45).

Elles représentent :

- 70 personnages
- 2 chiens
- 12 pigeons
- 28 statues

Les personnages de la place et les statues sont en pied alors que les autres s'arrêtent au buste. Elles sont toutes fixées par leur tige sur le décor et assurées par de la colle protéinique⁷¹.

Au total 13 coloris de verres, 4 peintures⁷² et de la feuille d'or ont été utilisés pour former les figurines, réaliser des visages et des vêtements ou masquer des détails (Tableau 11, en annexes p. 172).

Le blanc opaque est la couleur la plus utilisée, mais également la plus dégradée (240 éléments).

Les autres couleurs comme les différents tons de bleu, le bordeaux, le noir, le rose et le vert servent pour les bustes et chapeaux (Fig. 69- Fig. 73, p. 44).

Le brun est utilisé pour les pigeons et les visages lorsqu'ils ne sont pas faits en peinture noire (Fig. 74 et Fig. 75, p. 44).



Fig. 69 : Verre bleu



Fig. 70 : Verre bordeaux



Fig. 71 : Verre noir

⁷⁰ Fig. 252- Fig. 351, en annexes p. 145-151

⁷¹ Par la même colle protéinique que pour le reste de l'objet.

⁷² Cette peinture est très sensible à l'eau et n'adhère pas bien à la surface.



Fig. 72 : Verre rose



Fig. 73 : Verre vert



Fig. 74 : Pigeon



Fig. 75 : Yeux et bouches

L'orange et le rose transparent ne sont utilisés que sur d'autres verres pour réaliser des décors (Fig. 76 et Fig. 77, p. 44).

Les peintures recouvrent des figurines blanches pour créer des vêtements (Fig. 78 et Fig. 79, p. 44), pour masquer les tiges métalliques (Fig. 80, p. 44) ou faire des visages (Fig. 81, p. 44)



Fig. 76 : Boutons orange



Fig. 77 : Décor rose



Fig. 78 : Peinture orange



Fig. 79 : Peinture bleu foncé



Fig. 80 : Peinture blanche



Fig. 81 : Visage en peinture noire

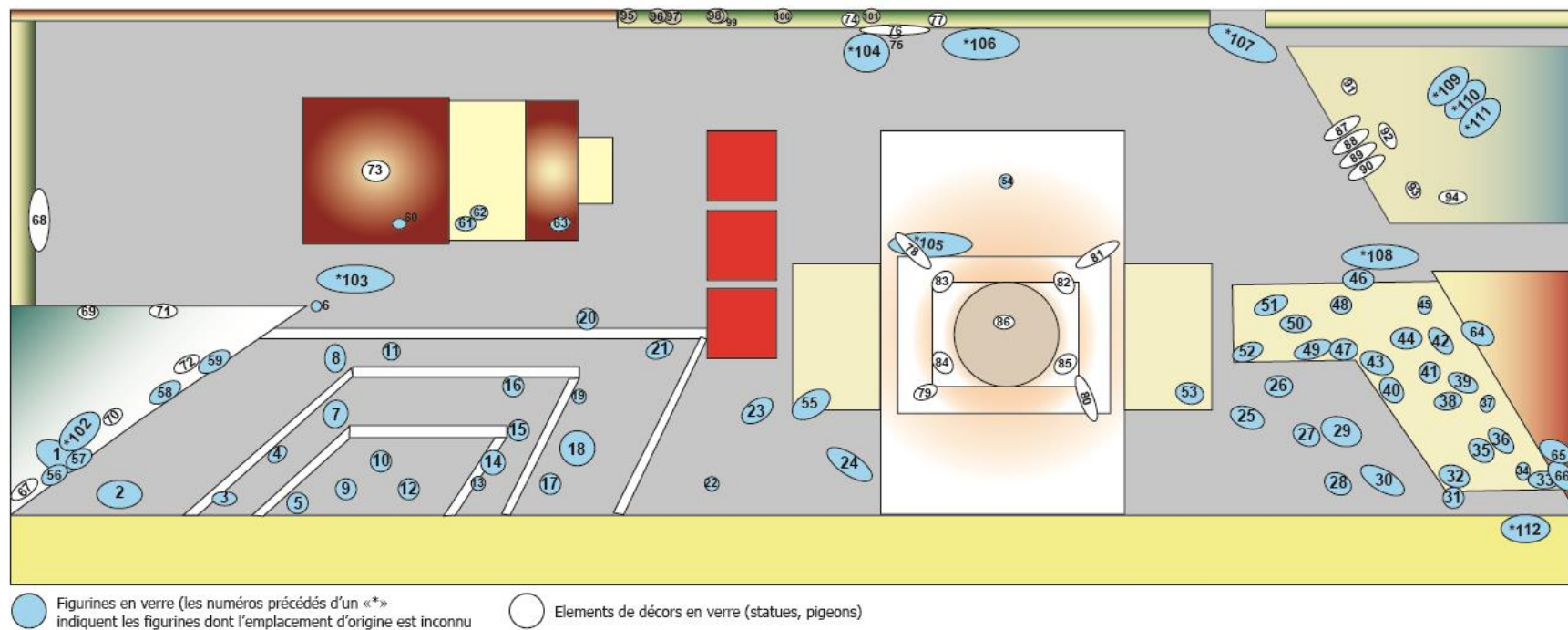


Schéma 7 : Emplacement des figurines en verre

5.7.2 Figurines en bois

La raison de la présence des figurines en bois n'a pas pu être déterminée. Sont-elles d'origine ? S'agit-il de personnages achetés visant à compléter la scène ou à remplacer des figurines en verre filé dégradées ? Nous pouvons supposer qu'elles ont été faites par un autre artisan et utilisées pour représenter des personnages importants (comme le doge), mais cela n'a pas pu être prouvé.

Nous pouvons cependant dire que le diorama comprend 53 figurines en bois⁷³ mesurant entre 1,2 et 3,3 cm de hauteur (Fig. 352-Fig. 385, p. 152-154). Elles sont réparties sur la place (8), dans la tribune (15) et aux fenêtres (8), mais les acrobates des Forces d'Hercule représente la majorité(22) (Schéma 8, p. 48).

Seules les figurines de la place et les acrobates sont en jambe, les autres s'arrêtent au niveau du buste et sont fixées de la même manière que celles en verre filé.

Elles ont été taillées à la lame et recouvertes de gesso de 13 couleurs différentes. Des apports ponctuels de feuille d'or, de papier doré, de verre et de textiles ont permis de compléter les habillements (Tableau 12, en annexes p. 173).

À la différence des figurines en verre, la peau des personnages a été peinte en beige et les visages et cheveux sont tous réalisés avec des tons bruns (Fig. 82 et Fig. 83, p. 46).



Fig. 82 : Figurine avec cheveux brun clair

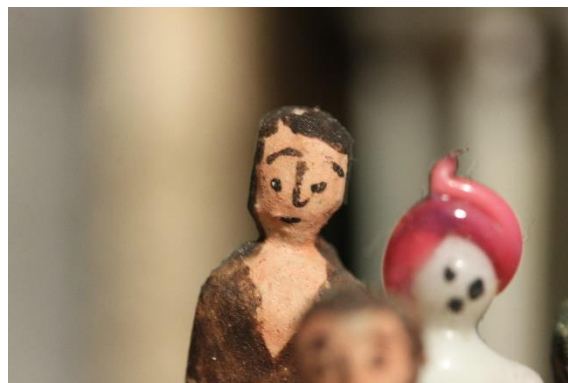


Fig. 83 : Col plongeant beige et cheveux brun foncé

⁷³ Le bois utilisé n'a pas pu être identifié, car aucun échantillon n'était détaché et nous n'avons pas jugé opportun d'en extraire un.

Certaines figurines présentent des caractéristiques particulières. Le doge par exemple est partiellement recouvert de feuille d'or et des perles décorent son chapeau. D'autres présentent des ornements en papier doré (Fig. 84 et Fig. 85, p. 47)



Fig. 84 : Doge



Fig. 85 : Morceau de papier doré

Quatre figurines (n°3', 4', 6' et 8') ont un montage composite (Fig. 86 à Fig. 89, p. 47). La tête et le buste sont en verre filé, mais les jambes sont en bois. La partie en bois a été trouée pour laisser passer la tige qui a ensuite été encrée dans le sol. Nous pouvons supposer qu'il s'agit soit d'un réemploi pour des figurines qui devaient à l'origine être placées dans la tribune ou aux fenêtres soit que les robes étaient trop complexes à réaliser en verre.



Fig. 86 : Figurine n° 3'



Fig. 87 : Figurine n° 4'



Fig. 88 : Figurine n° 6'



Fig. 89 : Figurine n° 8'

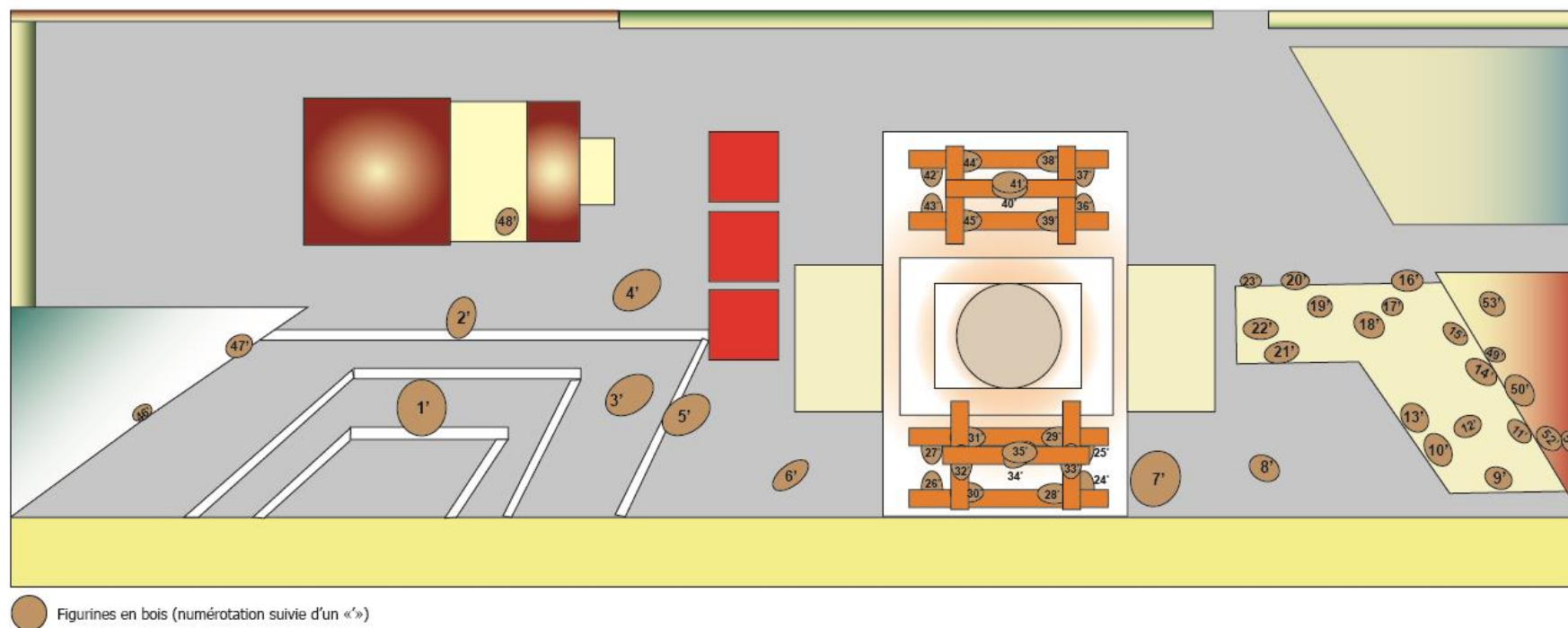


Schéma 8 : Emplacement des figurines en bois

6 Valeurs culturelles associées

L'étude technologique indique que le diorama a nécessité beaucoup d'énergie et des compétences étendues pour permettre la mise en commun de tous ces éléments. En l'observant de manière prolongée, de nouvelles choses deviennent visibles comme l'Eglise San Geminiano ou la pyramide humaine derrière la *macchina* apportant une valeur de curiosité importante.

Nous ne connaissons qu'une très brève partie de l'histoire matérielle du diorama, entre sa création en 1846 et sa donation par Monsieur Abegg à la fondation en 1970.

Nous pouvons supposer que ce dernier est resté en Italie jusqu'à son acquisition supposée entre 1950 et 1960 par Madame Abegg, peut-être sur le marché de l'art italien.

Lors de sa création, cet objet devait avoir une forte valeur affective et commémorative. L'artiste a réalisé une œuvre très détaillée ayant nécessité un temps de travail et une minutie considérable et il a même signé son œuvre. Le fait qu'il représente les festivités du Jeudi gras au XVIII^e siècle indique une volonté de faire perdurer le carnaval et l'importance de Venise.

Le diorama comporte une valeur historique et de recherche, il permet de nous plonger dans l'histoire des fêtes vénitiennes tout en utilisant des techniques de fabrication largement utilisée du XVI au XVIII^e.

Cet objet est un unicum, il a donc une valeur de rareté, nous pouvons supposer qu'il n'était pas destiné à la vente, mais à la contemplation et devait avoir une valeur sentimentale très importante pour son créateur.

Les éléments en verre ont été réalisés avec des techniques utilisées entre la moitié du XVI^e siècle et la moitié du XVIII^e apportant une valeur de recherche importante. Il est complété par une valeur artistique liée aux nombreuses techniques mises en œuvre (menuiserie, peinture, découpe, travail du verre) qui pourraient indiquer que l'artiste Paolo P. était un homme disposant d'habiletés manuelles importantes ou qu'il travaillait avec d'autres personnes.

Au sein de la collection Abegg, cet objet a été particulièrement apprécié pour son esthétisme lié à sa forme, sa facture et la finesse des éléments le constituant. Il fait partie des objets sélectionnés par le couple pour décorer leur maison.

Il a une valeur associative et d'ancienneté, car il a été acquis par Madame Abegg en raison de son thème et de sa période de fabrication.

Partie II : Constat d'état des altérations

L'objet est dans état de conservation préoccupant.

La boîte présente des décollements de papiers, des taches et des fissures. L'intérieur devrait représenter un événement festif et lumineux, mais un dépôt poussiéreux adhérent donne un aspect foncé et terne à la scène. De nombreux éléments architectoniques (perles et tubes) se sont détachés et viennent obstruer le sol. Les figurines en verre filé sont majoritairement fracturées et lacunaires (souvent sans tête) et présentent une surface collante et des sels. Les fragments de figurines jonchent la place et accentuent l'impression de désordre. L'adhésif étant fragilisé, les vibrations et chocs provoquent de nouveaux décollements.

1 Altérations de la boîte

1.1 Fissures et trous d'envols dans le châssis

Le bois du châssis est dans un bon état de conservation général.

Seules les 2 planches du fond présentent des dégradations. La planche supérieure est fissurée sur toute sa longueur sur une largeur de 2 à 5 mm (encadré blanc sur Fig. 90 et Fig. 91, p. 50). Deux fissures non traversantes sont visibles sur le dos de la partie inférieure droite (encadré rouge).

Des trous d'envols sont visibles sur la moitié inférieure (Fig. 92, p. 51).



Fig. 90 : Vue de face, fissure horizontale

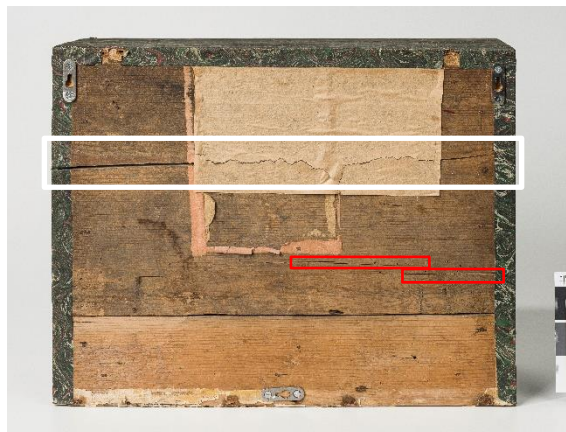


Fig. 91 : Vue du dos ; fissure horizontale

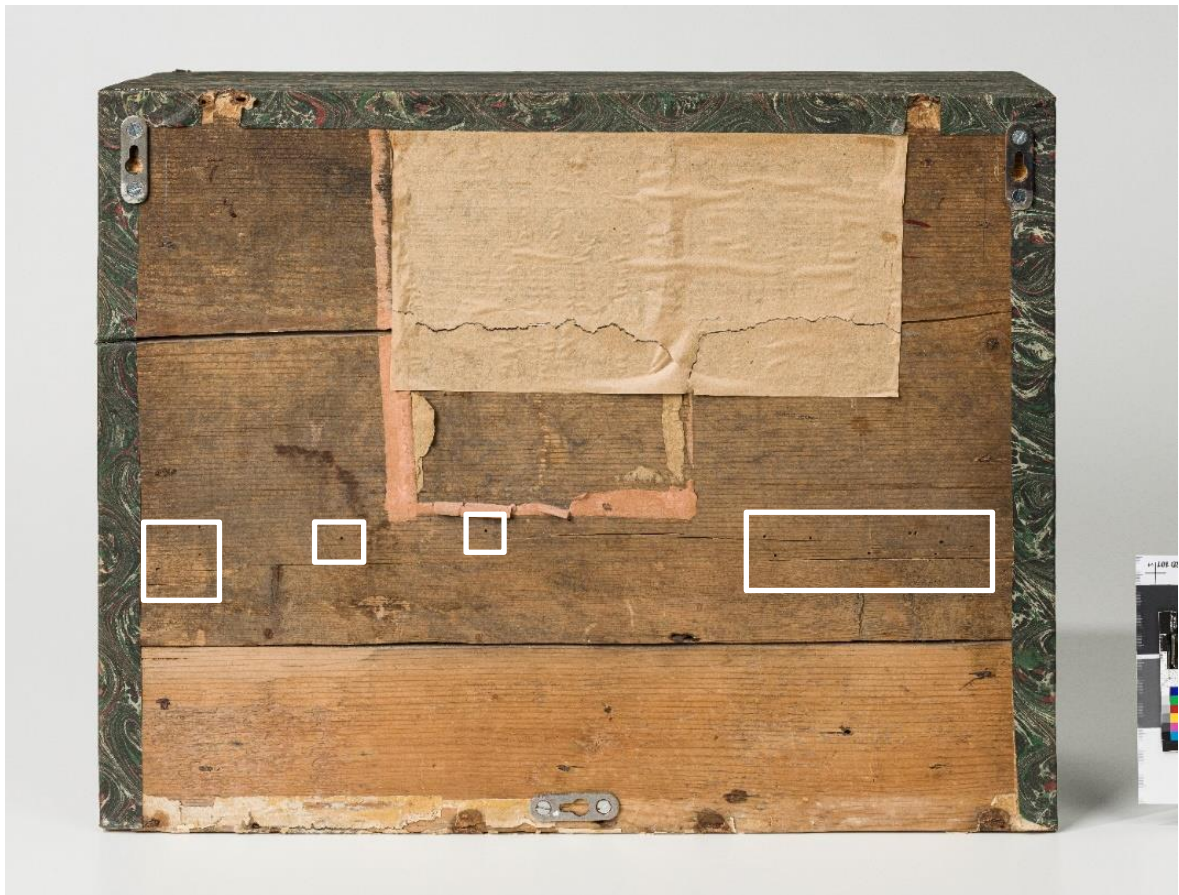


Fig. 92 : Localisation des trous d'envols

1.2 Déchirure et soulèvement du papier marbré

Des déchirures du papier marbré suivent la fissure horizontale de la planche de bois (Fig. 93 et Fig. 94, p. 51)

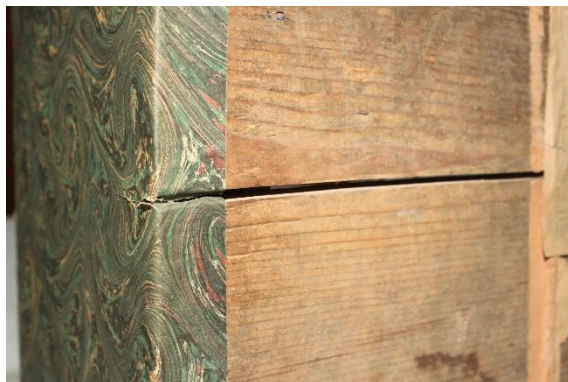


Fig. 93 : Déchirure bord senestre



Fig. 94 : Déchirure bord dextre

Sur la face avant, la bordure présente de nombreux décolllements avec de petites déchirures particulièrement visibles sur la moitié inférieure (Fig. 95 et Fig. 96, p. 52).



Fig. 95 : Localisation des soulèvements



Fig. 96 : Soulèvement et déchirures bordure droite

1.3 Abrasion, auréoles salissures sur le cadre et le cartel

Le liseré doré interne latéral et bas est abrasé.
La couche rouge est particulièrement visible sur la moitié senestre de la bande horizontale et les $\frac{3}{4}$ inférieur de la bande verticale (Fig. 97, p. 52)



Fig. 97 : Zones abrasées sur la bande horizontale

Les bandes de papier gaufré verticales ainsi que le papier jaune présentent des auréoles de type tache d'humidité (Fig. 98-Fig. 99, p. 52 et localisation des auréoles en annexes p. 155).



Fig. 98 : Auréole sur la bordure senestre



Fig. 99 : Auréole sur le cartel

Le papier légendé présente également des traits gris semblables à du crayon de papier. Ils sont concentrés dans la moitié inférieure et le bord senestre (Fig. 100, p.53).



Fig. 100 : Traits gris

2 Altération des éléments architectoniques

2.1 Tâches, Fissures, soulèvement et lacunes des couches picturales

Les peintures appliquées sur les cartons et les figurines en bois sont dans un bon état général. Le ciel et la *macchina* présentent en revanche des fissures, soulèvements et lacunes.

Les dégradations du ciel se situent à proximité de la grande fissure (Fig. 101, p. 53). Dans cette zone, la peinture s'est craquelée (A). En bordure de cassure, la couche picturale a parfois disparu (B). Les pigeons en plus d'être accrochés dans le bois par leur tige ont été collés. Leur déplacement a provoqué une abrasion de surface (C).

La peinture appliquée sur les parties verticales en bois de la *macchina* est lacunaire et peu cohésive. (Fig. 102, p.53).

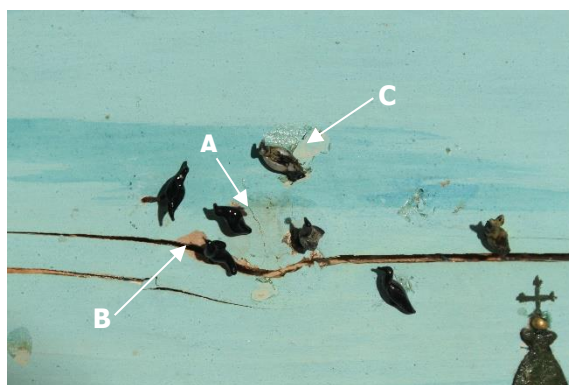


Fig. 101 : Dégradations couche picturale du ciel



Fig. 102 : Fissures, soulèvements et lacunes sur la macchina

2.2 Perforation des textiles et déformation des lions en papier

Les pièces textiles sont fortement empoussiérées, mais présentent un bon état de conservation. Seule la laine rouge présente des trous d'infestation (Fig. 103 et Fig. 104, p. 54). Les fragments détachés se sont déposés sur le sol et sont particulièrement visibles sous lumière ultraviolette (Fig. 105 et Fig. 106, p. 54).



Fig. 103 : Trous d'infestation sur l'étendard



Fig. 104 : Trous sur les drapeaux de la Basilique

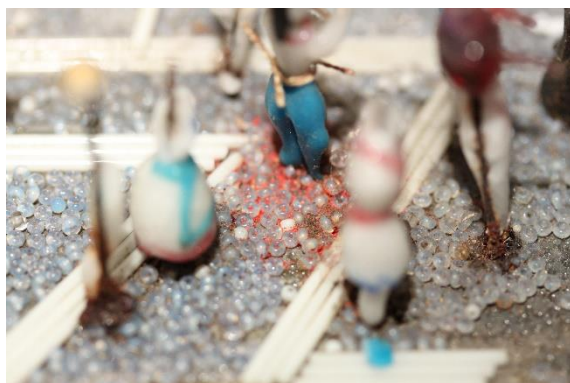


Fig. 105 : Fragments de textile rouge



Fig. 106 : Fragments rouges à la base des étendards

Les Gofalons des étendards sont déformés. Les bordures du papier imprimé se sont soulevées et les têtes des lions sont manquantes (Fig. 107 et Fig. 108, p. 54).



Fig. 107 : Lion du premier étendard

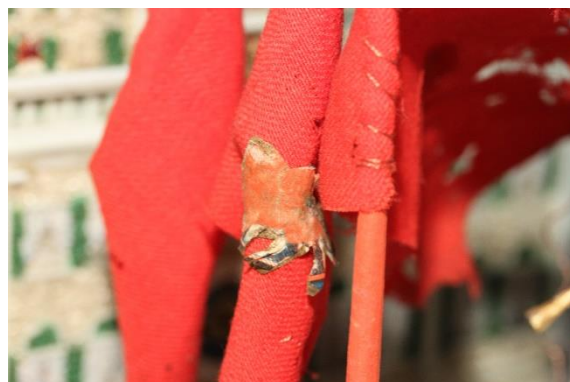


Fig. 108 : Lion du second étendard

2.3 Dépôts de surface

L'intérieur du diorama présente un empoussièrement important. Mobile sur les surfaces peintes et très empoussiérées, la poussière adhère par contre à la couche transpirante du verre et à l'adhésif rendant inefficace un dépoussiérage à sec (Fig. 109 et Fig. 110, p. 55).



Fig. 109 : Poussière sur la base de la macchina



Fig. 110 : Dépôts sur le fond de la boîte

La bibliothèque Marciana présente deux zones recouvertes d'un dépôt brun foncé adhérent, mais cassant (Fig. 111 et Fig. 112, p. 55).

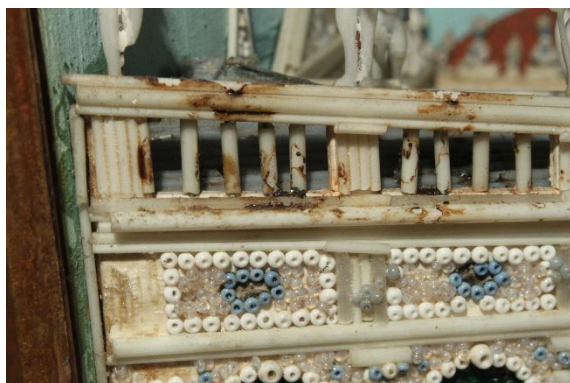


Fig. 111 : Partie sommitale de la Bibliothèque



Fig. 112 : Base arrière de bibliothèque

Il s'agit de colle protéinique avec de la cire d'abeille en surface (Spectre 10, p. 140). Nous avons dans un premier temps supposé que le diorama avait été restauré par le passé et qu'une couche de cire avait été appliquée sur les surfaces.

En nous rendant à la Villa pour étudier la salle, nous avons remarqué que le meuble fait en *lacqua povera* se trouvant juste sous l'objet était collant au toucher. Nous supposons donc que, comme la vitre laisse un jour d'environ 0.5 cm juste devant la bibliothèque, les dépôts retrouvés sur les échantillons sont issus du produit d'entretien utilisé pour cirer les meubles et non un ajout volontaire.

2.1 Désolidarisation de tubes et perles

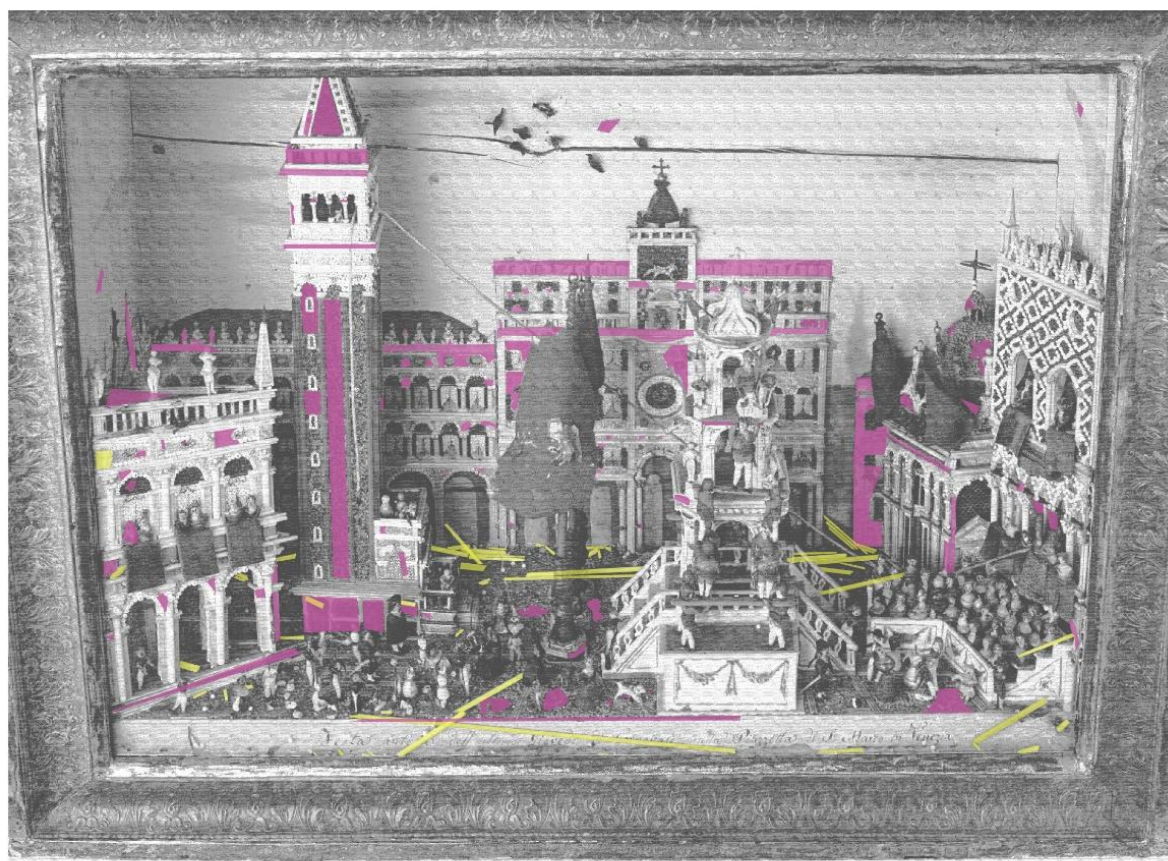
En plus de l'empoussièrément important, de nombreux tubes et perles se sont détachés (Fig. 113, p.56).

La cartographie des dégradations indique que les perles se sont principalement détachées du Campanile, de l'immeuble situé derrière la Basilique et du sol alors que la majorité des tubes semblent provenir des bâtiments de l'arrière (Fig. 114, p. 56).

Hormis le dépôt de surface, les perles et les tubes sont dans un bon état structurel.



Fig. 113 : Éléments détachés obstruant la place



Zones très lacunaires (pertes rocailles et tubes)



Tubes décrochés

Fig. 114 : Cartographie des détachements

3 Altérations des figurines

3.1 Figurines en verre filé

Les figurines en verre filé sont les éléments les plus dégradés du diorama. Elles présentent un empoussièrément important qui a adhéré au film transpirant du verre instable. La corrosion des tiges métalliques a entraîné des tensions sur le verre provoquant une fissuration allant jusqu'à l'éclatement des pièces.

3.1.1 Etat de surface

Toutes les figurines présentent une surface empoussiérée qui crée un milieu humide favorable à l'hydratation du verre. Sous la couche de poussière, la surface est nuagée (matte) en raison de la présence d'un film transpirant et de sels. Ce film étant collant, la couche de poussière a formé un dépôt adhérent (Fig. 115 et Fig. 116, p. 58).

Certaines figurines sont partiellement recouvertes d'adhésif qui s'est fortement oxydé en contact avec les tiges métalliques modifiant la couleur (Fig. 117, p. 58).



Fig. 115 : Sels



Fig. 116 : Surface transpirante avec dépôt poussiéreux adhérent



Fig. 117 : Adhésif oxydé

3.1.2 Altérations mécaniques associées

Les tiges en fer présentent des produits de corrosion volumineux brun orangé. La prise de volume des tiges a entraîné des tensions sur le verre qui se traduisent par l'apparition d'un réseau de fissures allant jusqu'à la fragmentation du verre (Fig. 118-Fig. 120, p. 59). On observe des figurines peu lacunaires avec des produits de corrosion ayant entraîné une séparation partielle du verre (Fig. 118, p. 59).

Le cas le plus fréquent est la disparition totale ou partielle d'une partie de la figurine (Fig. 119, p. 59). Dans certains cas, l'ensemble de la figurine a disparu laissant une tige nue (Fig. 120, p. 59)



Fig. 118 : Corrosion à l'interface métal/verre



Fig. 119 : Corrosion sur partie lacunaire

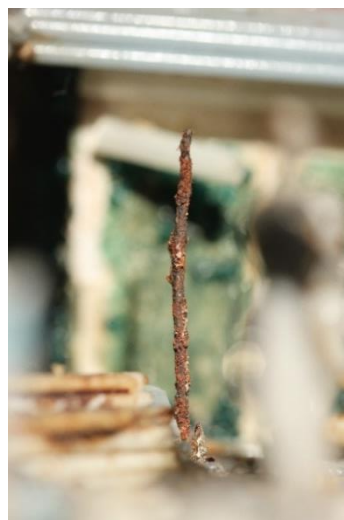


Fig. 120 : Tige nue

Les fragments détachés se sont déposés sur la place contribuant à l'aspect désordonné du diorama.

Bien que dans certains cas les fragments se soient dispersés de manière aléatoire à la suite des mouvements de l'objet, la majorité se trouve au pied des figurines correspondantes (Fig. 121, p. 59).



Fig. 121 : Fragments entourant les figurines sur la partie dextre du diorama

3.1.3 Répartition des figurines en fonction de leur état de conservation



Pour déterminer l'état de conservation des figurines, nous les avons réparties en 4 groupes en séparant celles qui présentent un bon état structurel de celles qui ont des surfaces lacunaires (Tableau 1, p. 60 et Schéma 9, p. 62)⁷⁴.

Cela nous a permis de déterminer que sur les 112 figurines seules 10 ne présentent pas de film transpirant et que 71 sont complètes.

Sur les 41 restantes, 31 présentent des lacunes inférieures à 50% de leur surface alors que les 10 restantes sont lacunaires à plus de 50%.

Nous avons constaté que les figurines contenant du blanc et du bleu étaient les plus touchées⁷⁵ ; que ce soit pour les lacunes inférieures ou supérieures à 50 %. 21 têtes sont manquantes, peut-être car elles sont séparées du reste du corps (la tige métallique au niveau du cou n'est que rarement recouverte de verre et donc plus en contact avec l'air).

Tableau 1 : Répartition des figurines en fonction de leur état de conservation

	Catégories	Exemples	Nombre de figurines
1	Sans altération	 <p>Fig. 122 : Figurine n° 55</p>	10
2	Bon état structurel avec surface collante	 <p>Fig. 123 : Figurine n° 8</p>	61

⁷⁴ Le détail de la répartition des dégradations se trouve en annexes, p. 174

⁷⁵ Toutes les parties lacunaires faites en blanc et bleu ont été mises en gras en annexe p. 179-182

3	Lacunaires à moins de 50% avec surface collante	 <p><i>Fig. 124 : Figurine n° 18</i></p>	31
4	Figurines lacunaires à plus de 50% avec surface collante	 <p><i>Fig. 125 : Figurine n° 20</i></p>	10

10 figurines ont été retrouvées couchées dans des zones dépourvues de personnages (numéros précédés d'une « * »). Par exemple, les figurines n°* 109-*111 sont des pigeons qui ont été retrouvés sous la Basilique (Schéma 9, p. 62)

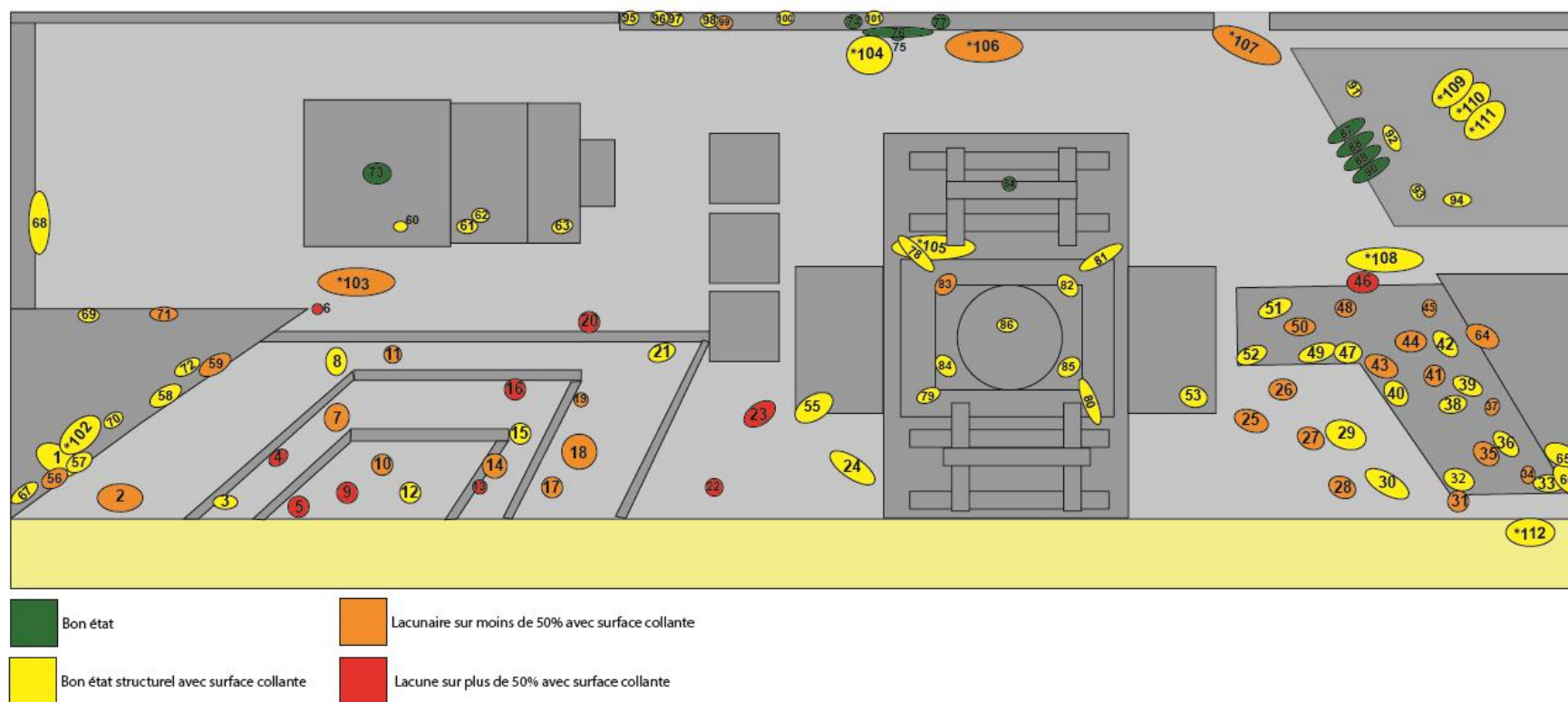


Schéma 9 : État de conservation des figurines en verre filé

3.1.4 Analyses effectuées sur le verre

Nous avons constaté que les figurines en verre filé contenant du blanc et du bleu sont les plus dégradées (Fig. 126-Fig. 129, p. 63) alors que les éléments architectoniques blanc et bleu présentent de meilleurs états de conservation.



Fig. 126 : Figurine n°4



Fig. 127 : Figurine n°13



Fig. 128 : Figurine n°22

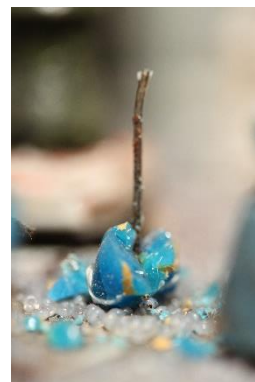


Fig. 129 : Figurine n°23

Pour évaluer la stabilité des verres, nous avons réalisé des analyses de surface avec le MEB-SDE⁷⁶⁷⁷ afin de déterminer si les proportions d'éléments formateurs (70%), de fondants (20%) et de stabilisants (10%) étaient respectés et ainsi comprendre la cause de dégradation plus prononcée des figurines⁷⁸.

Pour se faire, nous avons analysé deux fragments détachés de figurines (un blanc et un bleu ; Spectre 2 et Spectre 3, en annexes p. 136) que nous avons comparé à la composition de 2 tubes blancs (Spectre 4 et Spectre 5, en annexes p. 137) et de 2 perles, une blanche et une bleue (Spectre 6 et Spectre 7, p. 138).

⁷⁶ Analyses faites avec le Jeol JSM-6400 device par Monsieur Stephan Ramseyer à Neode à La Chaux-de-Fonds

⁷⁷ Le verre est un matériau non conducteur. Pour contrer ce problème, une couche de carbone est déposée en surface. Les ions sodium étant mobiles dans le verre, il est nécessaire de déplacer le faisceau en continu durant la mesure. Tous ces éléments font que les résultats de compositions peuvent présenter de légères variations même si la composition initiale est la même. Informations fournies par Monsieur Stephan Ramseyer lors des analyses.

⁷⁸ Les résultats ont été obtenus en pourcentage d'oxydes puis transformés en pourcentage molaire en suivant le modèle présenté par Sandra Davison (une explication du processus se trouve p. 170 des annexes).

Les résultats (Tableau 2, p. 64) indiquent que les verres des figurines présentent une forte proportion d'agents formateurs (supérieur à 80%), mais peu de fondants (entre 5.4 et 9.25%) et stabilisants (entre 7.68 et 9.81%). Cela indique que la surface a été lixiviée et que les fondants ont été extraits du verre rendant ce dernier instable, poreux et donc plus sensible aux contraintes mécaniques.

Les tubes quant à elles présentent une composition dite stable avec des proportions attribuables à un verre contenant du sodium, de la chaux et de la silice. Il s'agit d'une composition très largement répandue dans le bassin méditerranéen et connu pour sa stabilité dans le temps⁷⁹.

Les perles sont faites à partir d'un verre au plomb. Le plomb est un fondant et un stabilisant qui permet d'abaisser la température de travail du verre tout en étant stable dans le temps. L'emploi de verre au plomb pour les rocailles est adapté à la technique du façonnage au tambour qui nécessite un point de fusion bas pour permettre leur mise en forme.

Tableau 2 : Résultat des analyses en % molaire

	Oxydes	Fragment de figurine bleu n°11	Fragment personnage blanc n°12	Tube n°1	Tube n°2	Perle blanche n°16	Perle bleue n°18
Agents formateurs "SiO ₂ "	SiO ₂	79.47	84.31	73.85	72.41	67.45	72.43
	P ₂ O ₅			0.13	0.31		
	Al ₂ O ₃	0.85	0.73	1.23	1.23	0.35	0.37
	Sb ₂ O ₃	0.41	1.14	0.32	0.32		0.65
	Fe ₂ O ₃	0.21	0.19	0.20	0.20		
	As ₂ O ₃		0.56			2.73	
Total agents formateurs		80.94	86.92	75.73	74.47	70.53	73.46
Fondants "R ₂ O"	K ₂ O	2.82	0.63	3.33	3.67	4.77	11.35
	Na ₂ O	6.43	4.77	8.10	11.16	5.80	6.16
Total fondants		9.25	5.40	11.43	14.83	10.57	17.51
Stabilisants "RO"	CaO	1.78	1.71	11.19	8.97	4.01	
	MgO	0.82		1.56	1.56		
	PbO	1.79	5.97	0.08	0.17	14.90	6.16
	CuO	5.42					2.88
	MnO						
Total stabilisants		9.81	7.68	12.83	10.70	18.90	9.04

Nous pouvons donc conclure que des verres de compositions différentes ont été utilisées pour fabriquer les figurines, tubes, perles. Les figurines se dégradent de manière préférentielle, car le verre présente une insuffisance de stabilisant le rendant plus sensible à l'humidité et ayant entraîné une dissolution des fondants et leur extraction. Cela se traduit par la formation du film transpirant, des sels et un verre poreux et fragile aux tensions mécaniques induites par la prise de volume des tiges métalliques.

⁷⁹ Davison, p. 176-178

3.2 Figurines en bois

Les figurines en bois sont dans un bon état de conservation global. Nous avons remarqué que les tiges ne présentent pas de corrosion en surface à contrario de celles en verre filé. Cela est certainement lié aux capacités d'absorption du bois qui a permis d'atténuer l'impact de l'humidité sur le métal (Fig. 130, p. 65).



Fig. 130 : Tige métallique non corrodée

4 Diagnostic

Le diorama se compose d'un nombre important de matériaux hygroscopiques réagissant différemment aux contraintes climatiques, mécanique et du temps. Ils sont tous sensibles aux variations climatiques et plus particulièrement à l'humidité. Cette sensibilité peut être exacerbée par la composition chimique du matériau, le mode de fabrication et son vieillissement. À cela s'ajoutent les dégradations liées à la vie matérielle du diorama telles que l'entretien, les manipulations et le stockage.

4.1 Infestation

Les trous d'envol à l'arrière de la boîte ainsi que la perforation des textiles rouges en laine indiquent une infestation ancienne. L'examen du diorama a permis de déterminer que cette dernière n'était plus active. Seules des dépouilles ont été retrouvées (Fig. 131, p. 65).

Il s'agit certainement de l'œuvre d'insectes kératinophages pour la laine et xylophages pour le bois.



Fig. 131 : Dépouilles trouvées sur le Palais des Doges

4.2 Vieillesse des matériaux

4.2.1 Déformation du bois et impact sur les matériaux associés

La fissuration de la planche supérieure du fond de la boîte est liée à sa grande dimension et son débitage *en dosse* qui la rend particulièrement sensible aux variations climatiques (3 ; Fig. 132, p. 66). Avec le temps le bois s'est rétracté provoquant des tensions importantes. En raison de son maintien à la boîte par des clous, le bois a été contraint et s'est fissuré⁸⁰.

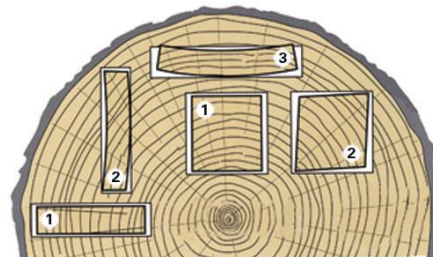


Fig. 132 : Déformation du bois en fonction de leur angle de coupe ©Colmars, 2011, p. 17

Cette déformation a provoqué des tensions sur le papier marbré et la couche picturale du ciel qui se sont traduites par l'apparition de déchirure, fissures et pertes de matière (Fig. 133, p. 66).

La présence d'un nœud dans le bois est à l'origine de la double fissuration visible sur la partie droite (Fig. 134, p. 66).



Fig. 133 : Fissure avec direction des tensions

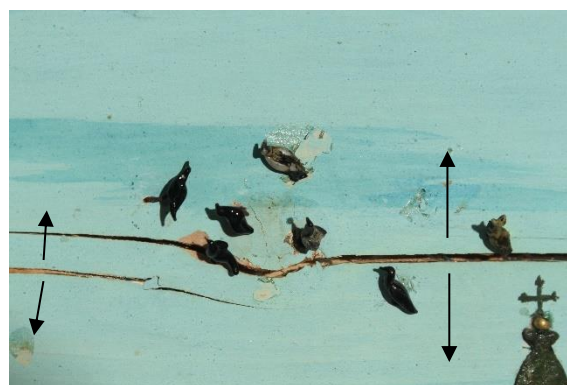


Fig. 134 : Dégradation de la couche picturale

4.2.2 Diminution des propriétés adhésives de la colle protéinique

La désolidarisation des perles, des tubes, du gesso sur la *macchina* ainsi que le décollement du papier marbré sur la boîte indique que la colle a perdu une partie de ses capacités adhésives.

Les colles protéiniques réagissent avec le climat. Avec le temps, l'adhésif a subi des stress structuraux induits par des fluctuations d'humidité. L'adhésif en contact avec l'eau s'est hydrolysé ce qui a permis de réactiver les propriétés adhésives. Les périodes sèches ont provoqué une réticulation des chaînes moléculaires rendant le film rigide, cassant, oxydé avec des propriétés adhésives diminuées⁸¹.

⁸⁰ Colmars, 2011, p. 17

⁸¹ Schellmann, 2007, p. 62-63

Cette perte d'adhérence a rendu les montages architectoniques particulièrement sensibles aux vibrations et aux chocs.

La rigidification et la déformation du gesso recouvrant la *macchina* sont sans doute causées par la rétraction de l'adhésif en raison de son oxydation. Il en va de même pour les décollements du papier marbré sur la boîte.

Bien que dégradé, l'adhésif reste réactif à des taux élevés d'humidité relative⁸².

Cette capacité de réactivation permettrait d'expliquer la présence de poussière au sein de l'adhésif. Sur les tiges et les perles, l'adhésif a été appliqué de manière débordante. Nous pouvons supposer que lorsque l'humidité relative est élevée, cette couche fine se réactive et emprisonne le dépôt poussiéreux. (Fig. 135 et Fig. 136, p. 67).



Fig. 135 : Poussière dans le film adhésif



Fig. 136 : Poussière adhérente

4.3 Impact de l'humidité sur les matériaux instables

4.3.1 Dégradation du verre

La dégradation du verre est liée à deux paramètres : sa composition et l'humidité relative⁸³. Les verres conservés dans des atmosphères humides développent des altérations de surface comme un film transpirant, des sels, des fissures pouvant aller jusqu'à la fracturation. Ce phénomène est connu sous le terme anglais de *crizzling*. En cas de composition instable, le verre sera plus sujet à ce type de dégradations⁸⁴.

⁸² Un test a été réalisé sur un fragment de figurine recouvert d'adhésif. Après une vingtaine de minutes passée dans une boîte hermétique avec un petit récipient d'eau, nous avons pu constater qu'il redevenait mou et présentait un pouvoir adhésif suffisant pour la remise en place de fragments.

⁸³ Verhaar, 2018, p. 48

⁸⁴ Bouyer, 2007, p. 15-16 ; Verhaar, 2018, p. 40-42 ; Koob, 2006, p. 118- 125

Le verre se compose d'un squelette siliceux fait de liaisons Si-O-Si dans lequel des fondants et stabilisants ont été ajoutés pour améliorer ses propriétés. Leurs ajouts entraînent des ruptures des liaisons covalentes Si-O-Si et l'apparition d'O⁻ non pontant (*non-bridging oxygen* sur le Schéma 10, p. 68). Ces atomes d'oxygène ne sont liés qu'à un atome de silicium et développent une charge négative qui affaiblit la stabilité du réseau vitreux.

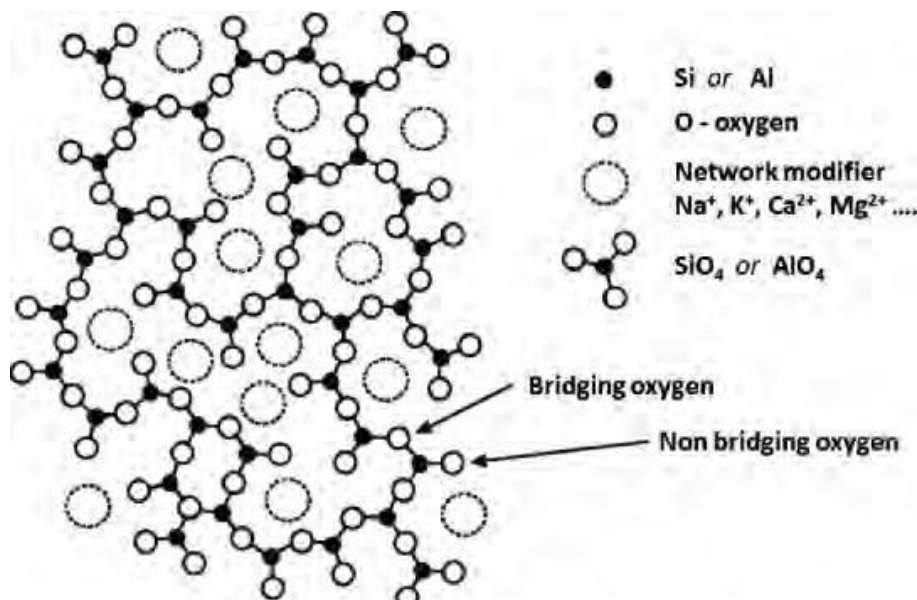


Schéma 10 : Réseau vitreux après l'ajout des fondants et des stabilisants ©Verhaar, 2018, p.26

Les ions des fondants potassiques et sodiques (K^+ et Na^+) ont un électron libre sur leur couche de valence et vont se lier par liaisons électrostatiques à un atome d'O⁻ non pontant. Les fondants étant liés par liaisons faibles conservent une certaine mobilité dans le réseau et sont solubles à l'eau. Cet effet négatif sera contré par les stabilisants (Ca^{2+}) qui ont deux électrons libres sur leur couche de valence et se lieront par liaisons ioniques à deux atomes d'O pour stabiliser le réseau⁸⁵.

Lorsque la proportion de fondants est trop importante et qu'il n'y a pas assez de stabilisants, la résistance chimique du verre est affaiblie et il devient soluble à l'eau.

Lorsque l'humidité relative est élevée, des particules d'eau vont être adsorbées par le verre et provoquer la lixiviation des fondants (ions Na^+ et K^+) par échange ionique. Ces éléments vont être extraits du verre, réagir avec l'environnement (CO_2 , SO_2 , SO_3 , H_2O) et former une surface hydratée, moins dense, plus sensible aux contraintes mécaniques et présentant des sels^{86,87}.

⁸⁵ Berducou, 1990, p. 122 ; Davison, 2010, p. 173-179

⁸⁶ Koob, 2006, p. 118 ; Verhaar, 2018, p. 28- 41

⁸⁷ À une HR située entre 30-50 % la surface présentera à la fois un film transpirant et des sels.

Dans le diorama, les verres ont une surface transpirante et plus ou moins de sels.

La fracturation du verre ne touche cependant que les figurines en verre filé et plus massivement celle en verre blanc et bleu en raison de la lixiviation des fondants.

Nous pouvons donc conclure que le diorama a été conservé durant une longue période dans un environnement humide ce qui a provoqué la lixiviation des alcalins et l'apparition d'une couche hydratée.

Les ions Na^+ et K^+ lixiviés ont été remplacés dans le réseau par des ions H^+ de plus petites dimensions. Lors des fluctuations hygrométriques, la chute de l'humidité relative a provoqué la rétraction de la surface hydratée induisant des tensions et provoquant l'apparition de fissures⁸⁸. Ce phénomène a fragilisé le verre et l'a rendu plus sensible aux contraintes mécaniques induites par la prise de volume des tiges métalliques.

4.3.2 Corrosion des tiges en fer

La corrosion des tiges en contact avec du verre peut être comparée au phénomène de corrosion des armatures métalliques dans le béton armé.

Le fer faiblement allié (moins de 2 % massique de C) rouille très facilement⁸⁹. En contact avec de l'eau, le fer va s'oxyder jusqu'à former des produits de corrosion volumineux.

En règle générale, le fer se passive en milieu alcalin (béton et verre par exemple) et ne devrait donc pas se corroder dans un milieu exempt d'oxygène⁹⁰.

En raison de l'instabilité du verre, l'effet passivant et isolant sur le fer est rompu. La porosité de la matière vitreuse permet à l'humidité et à d'éventuels composés organiques de pénétrer jusqu'à la tige. Après un certain temps, le métal développe des produits de corrosion volumineux provoquant des tensions à l'interface métal/verre et un développement d'un réseau de fissures.

Ce phénomène n'est pas rare dans le domaine des verres renforcés. Les figurines en verre filé de Nevers ainsi que les productions d'animaux aquatiques et plantes réalisés par la famille Blaschka présentent les mêmes dégradations⁹¹.

Nous pouvons donc conclure que la composition des tiges les rend particulièrement sensible à l'humidité et que le verre instable ne permet plus d'isoler et contribue même, au travers de sa surface hydratée, à maintenir l'humidité en surface du métal. Les produits de corrosions devenant trop volumineux, les tensions exercées sur le verre ont entraîné sa fracturation et des pertes.

⁸⁸ Davison, 2010, p. 173-180 ; Bouyer, 2007, p. 15-21

⁸⁹ Selwyn, 2004, p. 97

⁹⁰ Scott et Eggert, 2009, p. 121

⁹¹ Ibidem ; Davison, 2010, p. 317 ; Volka, 1995, p. 115 ; Van Giffen ... [et al.], 2010, p. 56

4.4 Entretien, manipulation et stockage

4.4.1 Entretien de la vitre

La disparition de la dorure sur le liseré entourant la vitre et la présence d'auréoles sur le papier gaufré et le cartel semble indiquer que ces parties ont été en contact avec de l'eau. La localisation des dégradations peut être mise en lien avec le nettoyage de la vitre. L'usage à répétition d'un chiffon humide a dû avoir un effet abrasif sur la dorure. Le surplus d'eau a été capté par les bordures du papier gaufré ayant entraîné la mise en solution des pigments et leur déplacement. Les auréoles du cartel sont certainement liées au ruissellement de l'eau de la vitre jusqu'à sa base où elle est remontée par capillarité (Fig. 137, p. 70).



Fig. 137 : Mouvements et zones touchées

4.4.2 Manipulation et stockage

À l'origine, ce type d'objet était fait pour être posé sur un meuble et non accroché⁹². Le décollement et les déchirures du papier marbré sur le pourtour avant ont pu être causés par les manipulations du diorama lors de l'entretien du meuble.

Les déplacements successifs (transports inconnus puis déménagement de Turin à Riggisberg) ont certainement provoqué la chute et la dispersion des perles et tubes. En comparant les photographies de l'objet datant de 1970, 2013 et 2020 (Fig. 407-Fig. 409, p. 185), nous avons constaté que l'interstice scène/vitre ainsi que l'arrière-scène contient de plus en plus de perles et de tubes. Cela indique que l'objet a été déplacé ou que les vibrations induites par les visites au sein de la Villa ont pu contribuer à la désolidarisation des éléments architectoniques.

Nous ne connaissons pas l'historique de stockage du diorama, mais nous pouvons supposer que la poussière retrouvée dans l'objet correspond à une accumulation de 174 ans de vie. En raison des films collants présents à la surface du verre, cette dernière s'est fortement accrochée. Son action hygroscopique a certainement contribué à la captation de polluant et à la conservation d'un milieu humide favorable à la dégradation des matériaux hygroscopiques.

5 Pronostic et impact sur les valeurs culturelles

Toutes les dégradations observées contribuent à l'aspect désordonné du diorama.

La diminution des propriétés adhésives de la colle protéinique a rendu les montages architectoniques particulièrement sensibles aux vibrations et aux chocs. La remise en place du diorama au sein de la villa pourrait provoquer de nouvelles désolidarisations causées par les vibrations induites par les visites. Ces nouvelles pertes contribueraient à la perte de cohérence esthétique et impacteraient l'harmonie des décors.

Le dépôt poussiéreux en plus de modifier l'aspect de surface, crée des microclimats humides favorables à la lixiviation du verre instable. Les surfaces des figurines étant déjà recouvertes d'un film transpirant, laisser en place ce dépôt entraînera une accélération des dégradations et réduira la capacité de compréhension des figurines en cas de nouvelles pertes.

Une vingtaine de figurines présentes sur la place et dans la tribune n'ont plus de têtes et les fragments retrouvés sur le sol sont très petits. Il sera, dans un grand nombre de cas impossible de réassembler ces fragments pour recréer les têtes. L'impact esthétique est important, les personnages démembrés attirent particulièrement le regard. Il serait nécessaire de réaliser des réintégrations.

⁹² Volka, 1995, p. 73

La fissuration et la rupture de la couche picturale de la *macchina* ont entraîné la chute de la corde du vol de l'ange ce qui impacte la valeur historique en masquant l'ange.

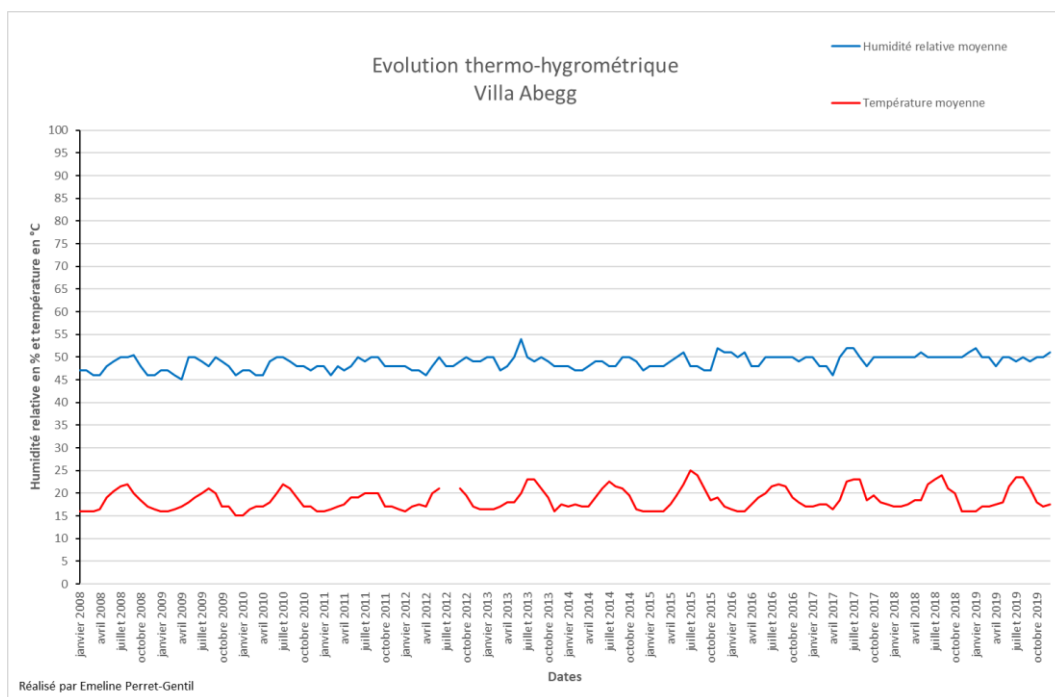
Nous savons que les matériaux constitutifs du diorama réagissent aux variations climatiques et plus particulièrement aux variations hygrométriques. Il est donc indispensable que le diorama soit conservé dans un milieu stable pour éviter de nouvelles dégradations.

Nous avons donc étudié les relevés climatiques papier de la salle sur les dix dernières années. Le climat est stable et présente des variations journalières de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ et $\pm 4\%$ d'HR (Graphique 1, p. 72) ce qui correspond aux recommandations de conservation pour des objets sensibles.

Les températures sont fraîches en hiver (autour de 16°C) et modéré en été (20°C). L'humidité relative est principalement située entre 45 et 50 % d'HR.

Le nettoyage des surfaces, la stabilisation des collages et un climat stable comme celui de la Villa permettront d'assurer la pérennité de l'objet.

Graphique 1 : Climat Villa Abegg 2008-2019



Partie III : Intervention de conservation-restoration

Avant ce projet, des contrôles de l'état de conservation du diorama ont été fait à 3 reprises (2001, 2013 et 2017). Le premier a été réalisé par un restaurateur de l'Institut suisse pour l'étude de l'art (SIK-ISEA) et une fixation du papier marbré qui se séparait de la boîte a été réalisé avec de la colle de poisson. Le diorama n'a pas été ouvert, mais l'intervenant a signalé « *qu'une grande restauration est recommandée* »⁹³.

En accord avec l'institution, il a été décidé que la restauration du diorama ne serait pas réalisée entièrement dans le cadre de ce travail de master. Le nombre important de problématiques, d'éléments à coller et les difficultés d'accès à la partie arrière nécessitent une grande prudence et prolongent considérablement le temps d'intervention.

La restauration du diorama sera normalement poursuivie après le diplôme et les éléments textiles seront traités par Madame Sarah Obrecht, restauratrice en charge des textiles de la Villa Abegg.

Le diorama devant à nouveau être présenté dans la villa, il est nécessaire d'assurer les collages pour éviter de nouvelles pertes liées à son transport et surtout aux vibrations itinérantes à la visite du public. La remise en place des éléments détachés permettra de redonner un aspect homogène aux surfaces et de réduire l'impact visuel des lacunes sur l'appréciation de l'ensemble. En stabilisant la couche picturale de la *macchina* il sera possible de remettre en place la corde du vol de l'ange et d'éviter de nouvelles pertes.

Le retrait du dépôt poussiéreux permettra de stabiliser les éléments en verre et améliorer l'aspect général.

Pour se faire, les interventions suivantes ont été proposées :

- Extraction les éléments détachés (perles, tubes, figurines et fragments de figurines) pour donner un aspect plus ordonné
- Nettoyage des surfaces pour stabiliser, ou du moins ralentir le processus de dégradation du verre, retirer le surplus d'adhésif, le dépôt poussiéreux et d'ainsi s'approcher de la couleur et de la brillance d'origine.
- Stabilisation des figurines en verre filé en traitant les tiges métalliques (dégagement des produits de corrosion et pose d'un revêtement barrière) et en consolidant les verres fracturés

⁹³ Informations tirées du constat d'état établi par le SIK-ISEA lors de l'inventorisation de la collection Abegg conservée dans la villa.

- Refixage les éléments détachés afin de combler les lacunes du sol et des bâtiments, harmoniser les surfaces et retrouver l'emplacement d'origine des figurines déplacées
- Réalisation de têtes pour les figurines peu lacunaires

Nous avons choisi de ne pas faire de comblement dans la fissure du bois pour éviter de nouvelles tensions. Le diorama étant positionné sur un mur vert/bleu, la fissure n'attire pas l'œil.

Durant la période de master, tous les éléments détachés ont été extraits et le nettoyage a été fait sur tout l'objet. Le collage a été réalisé sur toute la moitié dextre. Le traitement des tiges, la consolidation des figurines et une partie de la réintégration ont pu être menés à bien.

À la fin de ce travail de master, les interventions devant encore être menées seront la recherche et la remise en place des fragments de figurines, le collage de la moitié senestre et d'éventuelles nouvelles réintégrations.

1 Ouverture du diorama

La vitre a été retirée à l'aide de 4 ventouses à crochet (Fig. 138, p. 74). Ces dernières ont été placées en deux colonnes de deux à une distance équivalente à une paume de main. Pour s'assurer une bonne prise en main, les tiges métalliques des ventouses inférieures ont été orientées vers le haut et vers le bas pour les deux supérieures (Fig. 139, p. 74).



Fig. 138 : Emplacement des ventouses



Fig. 139 . : Orientation des tiges

Une fois placées, les tiges ont été saisies à deux mains avant d'être légèrement tirées vers le haut. La vitre a ensuite pu être soulevée suffisamment pour être extraite du cadre inférieur puis inclinée vers l'avant pour pouvoir être retirée.

2 Extraction des éléments détachés

Le diorama n'étant pas très grand et les décors en 3 dimensions limitant l'accès à l'arrière de la scène, de petits outils ont été développés (Fig. 140 et Fig. 141, p. 75). Il s'agit de pics en bois de différentes formes (en « L » ou droit) recouverts de ruban adhésif (type scotch de peintre). Il permet, à l'aide d'un miroir télescopique d'atteindre et d'extraire les éléments situés dans les zones peu accessibles (sous la basilique par exemple).

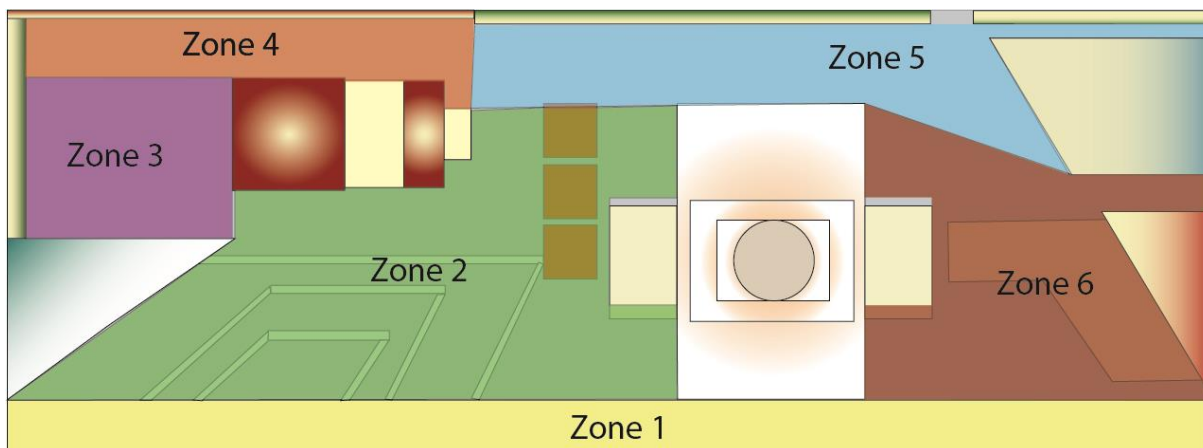


Fig. 140 : Outils d'extraction



Fig. 141 : Extraction des perles derrière la Bibliothèque

Pour les zones moins complexes, les pics anglés étaient tapotés sur la surface pour extraire les perles ou appliqués sur les tubes. Les pièces situées au premier plan ont été extraites avec une pince. Pour conserver la localisation approximative des éléments, nous avons délimité 6 zones (ill. 5, p. 75) et créer des boîtes pour chacune (Annexe 3.5, p. 156-166)⁹⁴. Si les fragments de figurines se trouvaient à proximité immédiats d'un personnage, une petite boîte avec le numéro de la figurine correspondante a été créée.



ill. 5 : Localisation des zones

⁹⁴ Des images en grand format avec une explication des zones se trouvent en annexe 3.5, p. 155-165

Environ 2'600 perles et 250 tubes ont été extraits. Les perles ont été triées par couleur et par zones puis placées dans des sachets minigrips® en attente de leur repositionnement (Tableau 9, en annexes p. 167). À la fin de cette étape, la place est dégagée, les éléments triés et l'aspect du diorama en est amélioré (Fig. 142 et Fig. 143, p. 76)



Fig. 142 : Zone 2 avant extraction



Fig. 143 : Zone 2 après extraction

3 Dépoussiérage

3.1 Éléments architectoniques

L'intérieur du diorama a été dépoussiéré par microaspiration avec le *Vacuum Pump DA7C* de la marque anglaise CLE⁹⁵. Ce dernier, spécialement développé pour la conservation, se compose d'un petit boîtier contenant un filtre circulaire sur lequel vient se fixer un tuyau de PVC flexible. Dans notre cas, nous avons inséré dans le tuyau une pipette en verre préalablement biseautée à la flamme pour pouvoir s'utiliser incliné (Fig. 144, p. 77).



Fig. 144 : Utilisation de l'aspirateur CLE

Cette action a permis d'extraire la poussière mobile (Fig. 145 et Fig. 146, p. 77) et de localiser d'éventuelles perles décollées. Son long tuyau a permis d'accéder même dans les zones les plus étroites.



Fig. 145 : Avant dépoussiérage



Fig. 146 : Après dépoussiérage

⁹⁵ Vacuum pump, [En ligne], 2020

3.2 Ciel

Pour le ciel un nettoyage a été réalisé avec une gomme *Art sponge™* (Fig. 147, p. 78). Cette gomme a été choisie en raison de son élasticité et de sa résistance (elle ne laisse pas de dépôts sur les surfaces). Sa structure alvéolaire permet d'extraire la poussière en l'emprisonnant. Le résultat n'est pas particulièrement visible, mais la coloration de la gomme indique que le dépôt poussiéreux a été retiré.

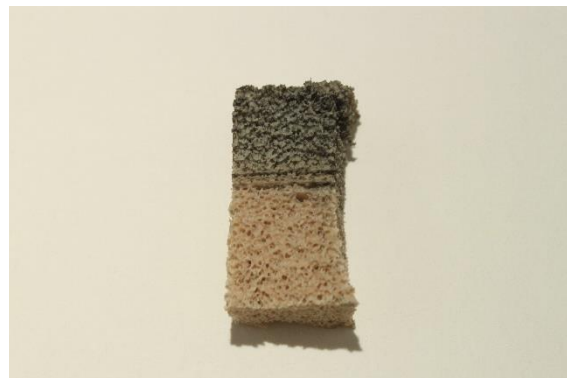


Fig. 147 : *Art sponge™* après nettoyage du ciel

Pour la tribune et la *macchina*, la gomme n'a pas pu être utilisée. Elle nécessitait une pression trop importante et était trop volumineuse. Nous avons donc utilisé des écouvillons en microfibres de polyester (Fig. 148, p. 78). Ils ont permis de retirer le dépôt poussiéreux même dans les zones peu accessibles.

Ici aussi le résultat reste discret, mais la coloration du textile montre son efficacité.



Fig. 148 : Écouvillon avant et après usage

Les traits de crayons sur le cartel ont pu être atténués avec une gomme pour crayon de papier. Bien qu'ils restent légèrement visibles, l'aspect général en est amélioré (Fig. 149 et Fig. 150, p. 78).



Fig. 149 : Avant traitement



Fig. 150 : Après traitement

4 Nettoyage

4.1 Problématique de nettoyage

Les matériaux constitutifs du diorama sont majoritairement hydrophiles et sont recouverts d'un dépôt poussiéreux adhérent qu'un nettoyage à sec ne permet pas de retirer. Un apport de liquide non contrôlé (eau par exemple) sur ce type de surface pourrait provoquer des dégradations (déformations, tâches, solubilisation, éclatement, corrosion).

Le nettoyage a deux objectifs :

1. Stabiliser les éléments en verre
 - a. Retirer le film transpirant qui favorise la captation des polluants du milieu de conservation
 - b. Supprimer les sels pour éviter des tensions induites par la solubilisation/cristallisation lors des variations hygrométriques et éviter que la solution devienne alcaline et attaque le réseau siliceux
 - c. Retirer le surplus d'adhésif et le dépôt poussiéreux adhérent des perles et tubes pour supprimer le substrat collant et hygroscopique pour supprimer les microclimats
2. Améliorer l'esthétisme pour s'approcher de l'aspect d'origine en retrouvant la brillance et la couleur des éléments

Le nettoyage du diorama est complexe, car l'accès est limité et les zones de manipulations sont petites. Les surfaces à traiter sont des montages composites avec des dégradations importantes et le moindre choc ou action mécanique peut provoquer la chute d'éléments.

Nous avons donc choisi de réaliser deux protocoles différents pour répondre au mieux aux contraintes liées aux figurines en verre filé et aux surfaces recouvertes de tubes et de perles.

4.1.1 Le cas des figurines en verre filé

La surface est recouverte d'un dépôt adhérent composé d'un film transpirant, de sels et de poussière.

Les figurines étant très petites et complexes, il est nécessaire de trouver des outils suffisamment fins pour permettre un nettoyage uniforme. La tige étant très fine, flexible et le verre parfois très fragile, une action mécanique trop importante pourrait provoquer de nouvelles fissurations ou lacunes. Il faut donc limiter au maximum les contraintes mécaniques.

Bien que la majorité des figurines ne soient faites que de verre, certaines présentent des décors en polychromie faiblement adhérents et solubles. Pour cela, il faudra donc réaliser un nettoyage ponctuel à sec pour tenter de retirer la poussière sans impacter la peinture.

4.1.2 Les surfaces recouvertes de perles et de tubes

Les perles et les tubes recouvrent des surfaces conséquentes comme la totalité du sol et la majorité des bâtiments. Ils sont recouverts d'une mince couche d'adhésif collant contenant de la poussière et des sels.

Les contraintes sont multiples, la première est liée à la disposition des bâtiments situés à l'avant. Ils limitent l'accès aux parties arrière. Les surfaces sont irrégulières verticales (façades) ou horizontales (sol) et décorés de figurines. Pour finir, la diminution des propriétés adhésives de la colle rend les montages particulièrement sensibles aux actions mécaniques.

4.2 Tests de nettoyage

Dans la littérature, les verres dégradés sont généralement brossés, puis nettoyés à l'eau déminéralisée ou distillée, pour retirer les sels et le film transpirant⁹⁶. Cette méthode est à utiliser avec précaution sur les verres qui présentent un crizzling avancé (craquelures, fragmentations), car les manipulations pourraient engendrer de nouvelles dégradations et l'infiltration d'eau dans les fissures peut provoquer l'éclatement du verre⁹⁷. L'ajout d'éthanol dans l'eau permet quant à lui de diminuer la tension superficielle de l'eau, d'accélérer l'évaporation, faciliter le retrait des solutions salines et des dépôts poussiéreux, mais est plus pénétrant⁹⁸.

D'après le retour d'expérience de restaurateurs, l'usage d'un coton-tige imprégné d'un mélange eau/éthanol 1:1 semble être le plus courant pour le nettoyage des objets en verre⁹⁹. Le *National Museum of the American Indian de Washington* a réalisé des tests de nettoyage sur des perles de verre avec un coton-tige imprégné soit d'eau, d'éthanol ou d'un mélange eau/éthanol 1:1 et que les trois options permettent de retirer les sels de manière satisfaisante¹⁰⁰.

4.2.1 Choix des solvants

Nous avons donc choisi de réaliser des tests de nettoyage avec un coton-tige imprégné d'eau déminéralisée, d'éthanol et d'un mélange 1:1. En réalisant une recherche sur la solubilité théorique des principaux sels présents à la surface des verres dégradés¹⁰¹, nous avons décidé de tester également l'éthylène glycol qui est un solvant polaire, qui présente des caractéristiques proches de l'eau et des capacités de solubilisation théoriques des sels supérieures à celle de l'éthanol.

⁹⁶ Koob, 2006, p. 41 et Davison, 2010, p. 199-200

⁹⁷ Ibidem, p. 128

⁹⁸ Bouyer, 2007, p. 61

⁹⁹ Grabow, 2014 [En ligne] ; Davison, 2010, p. 331 ; échange avec Madame Astrid Van Giffen et Monsieur Scott E. Fulton, avril 2020

¹⁰⁰ O'Hern et McHugh, 2014, p. 223

¹⁰¹ Les résultats sont présentés en Annexes 1, p. 133

4.2.2 Observation et résultat des tests

Les tests ont été réalisés sur deux tiges en verre collées appartenant au diorama. Ces dernières présentaient en surface : des sels, un film d'adhésif et un dépôt adhérent et poussiéreux.

L'eau déminéralisée a permis de retirer très rapidement le dépôt de surface (1 minute) (Fig. 157 et Fig. 158, p. 82). Une mesure de la conductivité du coton avant et après nettoyage confirme le retrait des sels. Avant l'application, le coton présentait une conductivité de $64 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ et une de $643 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ après intervention. En raison de son évaporation lente, elle provoque une mise en solution importante de l'adhésif située entre les deux tubes. Il est donc nécessaire de passer un coton sec pour sécher la surface.

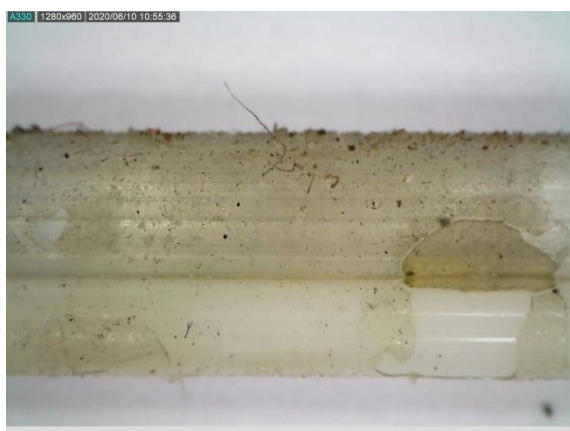


Fig. 151 : Avant nettoyage à l'eau déminéralisée

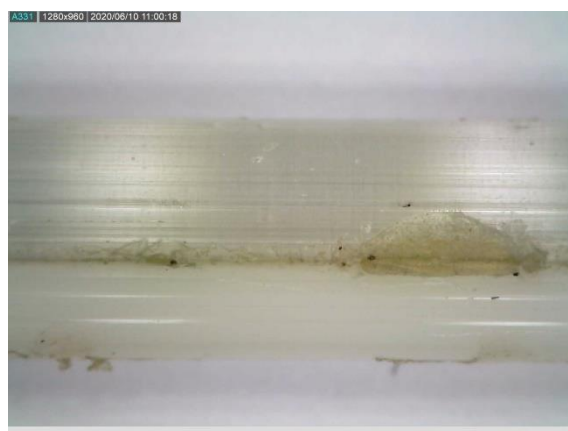


Fig. 152 : Après nettoyage à l'eau déminéralisée

L'éthylène glycol a permis le retrait des dépôts de surface (Fig. 153 et Fig. 154, p. 81), mais a laissé un film huileux durant plus d'une heure. Sa grande viscosité n'est pas adaptée à la complexité du nettoyage et du refixage qui doivent être réalisés en parallèle. Il ne sera donc pas utilisé.



Fig. 153 : Avant nettoyage à l'éthylène glycol



Fig. 154 : Après nettoyage à l'éthylène glycol

L'éthanol seul n'a permis qu'un retrait très partiel du dépôt (Fig. 155 et Fig. 156, p. 82). Il provoque un blanchiment de la surface et s'évapore trop rapidement.



Fig. 155 : Avant nettoyage à l'éthanol



Fig. 156 : Après nettoyage à l'éthanol

Le **mélange eau/éthanol 1:1** obtient un résultat proche de l'eau déminéralisée. Une mesure de la conductivité du coton avant et après nettoyage confirme le retrait des sels. Avant l'application, le coton présentait une conductivité de $64 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ et une de $600 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ après intervention. L'ajout d'éthanol accélère la vitesse d'évaporation, abaisse la tension superficielle et améliore la capacité à mouiller la surface. L'obtention d'un résultat similaire à l'eau déminéralisée prend un peu plus de temps (entre 1 et 2 minutes). La solution s'évapore plus vite et solubilise légèrement moins l'adhésif (Fig. 157 et Fig. 158, p. 82). La solution étant plus pénétrante, il est nécessaire de travailler avec un coton très légèrement imbibé afin d'apporter qu'une petite quantité à la fois.



Fig. 157 : Avant nettoyage au coton-tige imprégné d'eau déminéralisée/éthanol 1:1

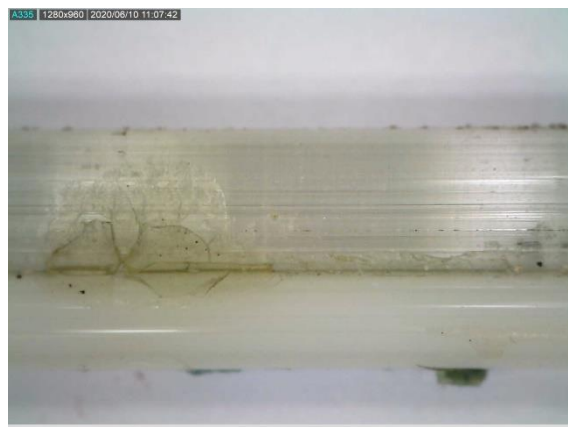


Fig. 158 : Après nettoyage au coton-tige imprégné d'eau déminéralisée/éthanol 1:1

L'eau déminéralisée et le mélange eau/éthanol 1 : 1 sont les plus efficaces pour nettoyer la surface des verres. Rapides et faiblement toxiques, ils permettent la mise en solutions des sels et le retrait du dépôt adhérent. Pour les figurines et les éléments détachés, nous préférons l'usage d'une solution 1 : 1 pour son évaporation plus rapide.

4.2.3 Choix des modes d'application

Nous avons constaté, lors de la sélection des solvants, que l'usage d'un coton-tige est adapté pour le nettoyage d'éléments détachés et des figurines. Il permet d'obtenir rapidement un résultat homogène, mais cette technique est trop lente, nécessite une action mécanique trop importante et est difficile à mettre en œuvre sur les bâtiments et le sol.

Pour le traitement in situ des surfaces recouvertes de perles et de tubes, nous avons donc réalisé des tests d'atelier pour trouver une méthode qui permette de

- retirer le dépôt de surface de manière homogène
- contrôler la diffusion de la solution pour éviter que le dépôt solubilisé ne s'infilte et devienne inaccessible
- limiter le nombre de manipulations et de pressions pour éviter de nouvelles pertes
- humidifier légèrement l'adhésif pour permettre sa réactivation

Pour le nettoyage, nous avons reproduit des surfaces perlées sur un carton recouvert d'une peinture blanche sensible à l'eau (gouache) permettant d'apprécier d'éventuelles infiltrations. Nous avons ensuite collé des perles rocaïles avec une colle de peau sur 1cm² (Fig. 159, p. 83). À défaut de pouvoir reconstituer la nature du dépôt de surface, nous avons appliqué au pinceau un mélange soluble à base de gouache verte, de gomme arabique et de fiel de bœuf (Fig. 160, p. 83). L'objectif étant d'avoir une solubilité rapide et importante à l'eau. Sa couleur permet d'évaluer rapidement la solubilisation, la diffusion et l'homogénéité du nettoyage.

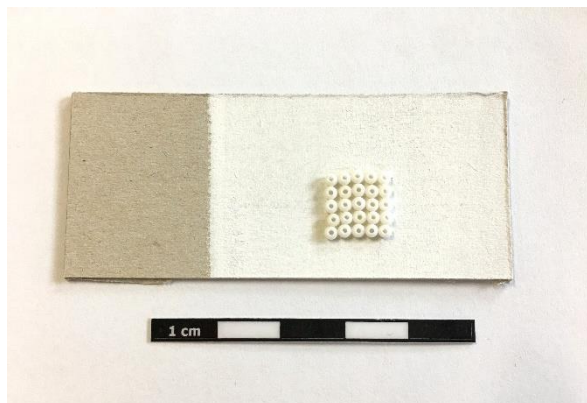


Fig. 159 : Échantillon de base

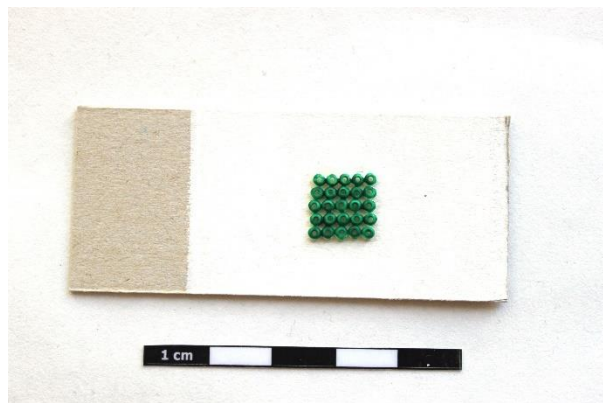


Fig. 160 : Échantillon avec couche adhésive verte

Les méthodes sélectionnées jouent sur la quantité de liquide apportée et sur la contrainte mécanique appliquée. Nous avons travaillé avec de l'eau déminéralisée appliquée avec différents outils :

- **Un pinceau synthétique à poils mous** (Da Vinci, taille 4), pour un apport d'eau libre avec une action mécanique limitée
- **Un coton-tige industriel**, pour un apport d'eau limité couplé à une action mécanique.
- **Des gels aqueux d'AgarArt® de CTS¹⁰² à 3, 4 et 5 %¹⁰³**, pour un apport d'eau contrôlé avec une extraction par capillarité sans action mécanique. Le gel thermoréversible d'Agar est un polysaccharide composé de deux polymères : l'agarose et l'agaropectine. Il s'utilise entre 2-5 % dans de l'eau déminéralisée pour former un gel. Il permet un apport d'eau contrôlé et ne nécessite pas de rinçage. N'adhérant que faiblement à la surface, il peut, s'il épouse les contours de l'objet, avoir une action d'extraction par capillarité lorsqu'il présente une concentration supérieure ou = à 4 %¹⁰⁴.

4.2.1 Observations et résultats des tests

L'apport d'eau induit par **le pinceau** provoque une solubilisation du dépôt sans extraction (Tableau 14 et Tableau 15 en Annexes, p. 186 et 187). Il est nécessaire d'utiliser un mouchoir pour retirer l'eau. La majorité du dépôt s'étale, s'infiltre entre les perles et se dépose sur le carton (Fig. 161 et Fig. 162).

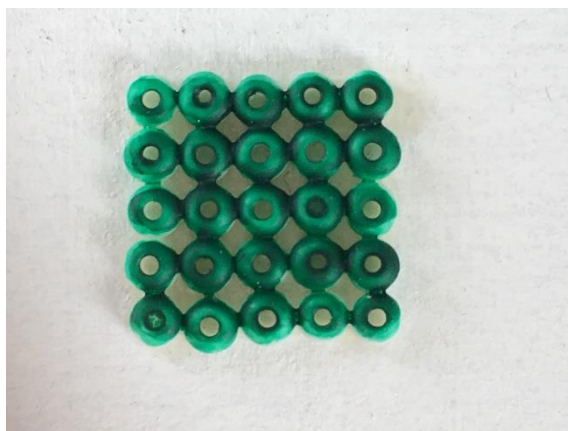


Fig. 161 : Avant nettoyage au pinceau



Fig. 162 : Après nettoyage au pinceau

¹⁰² Fiche technique en annexes, p. 197

¹⁰³ Pour la suite du texte, nous n'utiliserons plus que le terme « gel ».

¹⁰⁴ Cremonesi, 2012, p. 179

Le **coton-tige** permet de solubiliser et d'extraire la majorité du dépôt (Tableau 16 et Tableau 17, en Annexes p. 188-189). Son action présente cependant des limites. Seule la partie supérieure des perles peut être parfaitement nettoyée. L'action mécanique est considérable et ne permet pas de retirer le dépôt situé sur la partie inférieure des perles et dans les trous des rocailles (Fig. 163 et Fig. 164, p. 85).

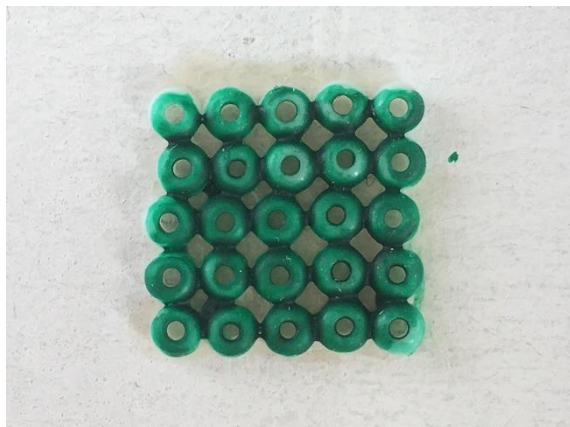


Fig. 163 : Avant nettoyage au coton

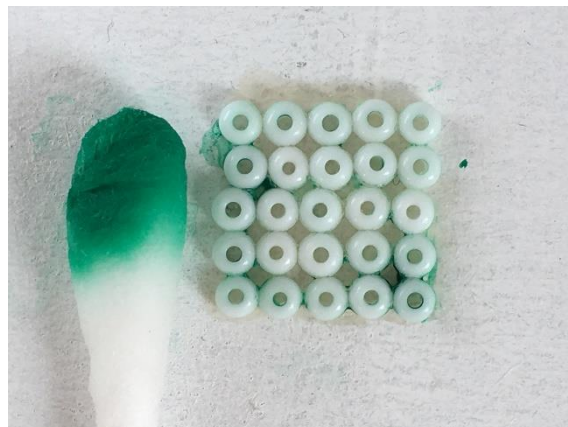


Fig. 164 : Après nettoyage au coton

Les **gels** permettent la solubilisation et l'extraction de la majorité du dépôt. Ils sont appliqués à la seringue avant rigidification à une température d'environ 42 °C +/-2. Ce mode d'application (semi-rigide) permet au gel de pénétrer dans les interstices et extraire, dès le premier pelage, une partie du dépôt.

Des différentes concentrations, le gel à 4 % est le plus efficace. Il permet une application et un retrait plus facile que le gel à 5 % qui est trop rigide et ne relâche pas suffisamment d'eau. À 4 %, il adhère suffisamment à la surface pour être utilisé verticalement ce qui n'est pas le cas du 3 % qui relâche trop d'eau et n'adhère pas suffisamment. (Tableau 3, p. 85).

Tableau 3 : Observations sur les gels à 3 et 5 %

	Agar Art® 3 %	Agar Art® à 5 %
	Plus facile à étaler que les deux autres gels, car plus liquide	Plus complexe à étaler, car se solidifie plus vite et est plus épais
	Pénètre un peu plus profondément entre les perles	Adhère plus à la surface
	Relâche plus d'eau	Est plus cassant que le gel à 4 %
	Solubilise l'adhésif et provoque des pertes de perles	Retire moins le dépôt vert que le gel à 4 %
Explication du code couleur	Avantages	Inconvénients

À 4 %, l'apport en eau est suffisant pour permettre la solubilisation du dépôt après 2 minutes d'application (Tableau 18 et Tableau 19, en Annexes p. 190 à 192). Passé ce temps, nous avons constaté que le gel est saturé et que la prolongation de l'application n'améliore pas le retrait. Nous avons réalisé un test pour déterminer le nombre d'applications « théoriques » nécessaires à l'obtention d'une surface jugée propre et homogène. Nous constatons qu'après la 5^e application sur les 10 effectuées, il ne reste qu'un faible dépôt entre les perles et dans les trous (Fig. 165).

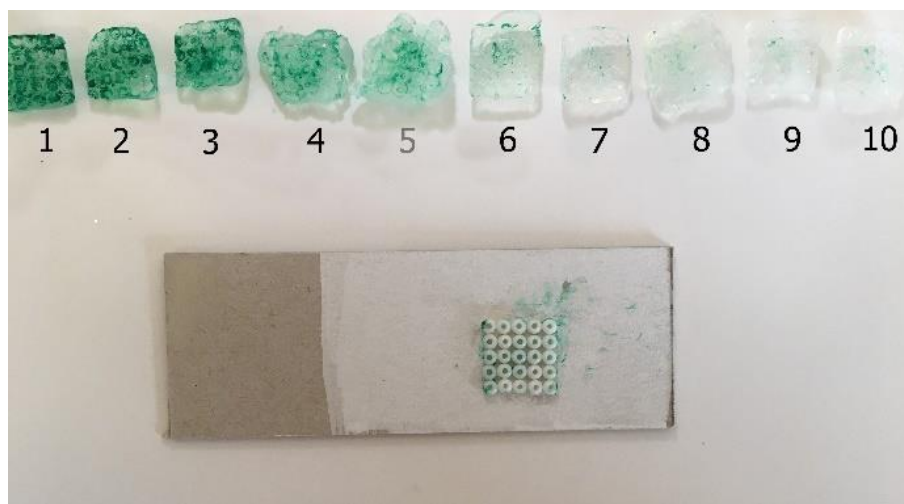


Fig. 165 : Aspect des 10 gels d'Agar à 4 % et aspect de surface

Le coton-tige et le gel sont les modes d'application qui permettent d'obtenir un résultat homogène. Le couplage de ces deux méthodes permettrait-il de diminuer le nombre de manipulations ?

La combinaison des deux techniques permet effectivement une diminution du nombre d'applications (Tableau 20 et Tableau 21 en Annexes p. 193 à 195). Après plusieurs essais, le protocole regroupant deux applications de 2 minutes d'un gel à 4 % entrecoupées de nettoyages mécaniques avec des **cotons-tiges** s'est avéré le plus probant (Fig. 166 et Fig. 167, p. 87). Au-delà de ce nombre, le gel ne permet plus de nouvelles extractions et le coton ne présente qu'une très légère coloration après 1 minute d'application (Fig. 168, p. 87). Nous avons remplacé les cotons-tiges industriels par des cotons « fais maison ». Cela permet d'adapter la taille du manche et du coton tout en réduisant la production de déchet.

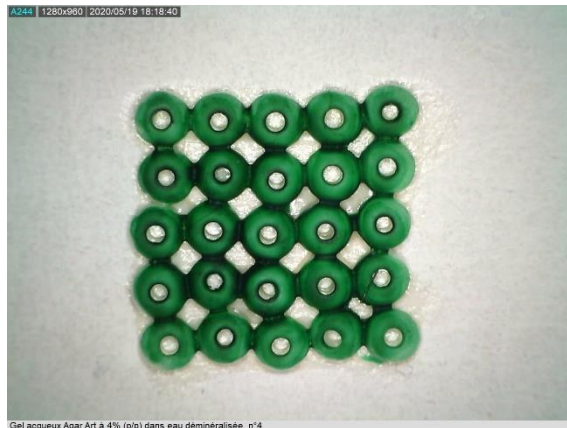


Fig. 166 : Avant nettoyage au gel et au coton

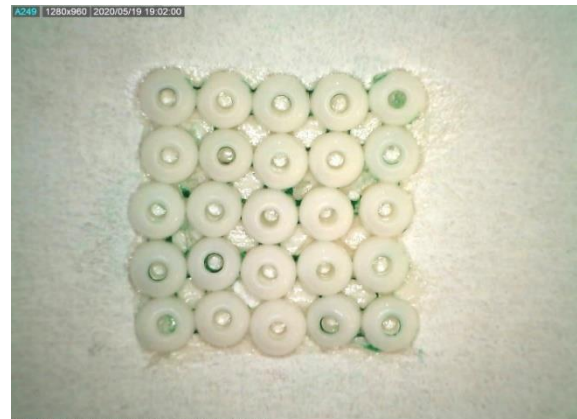


Fig. 167 : Après deux nettoyages au gel et au coton

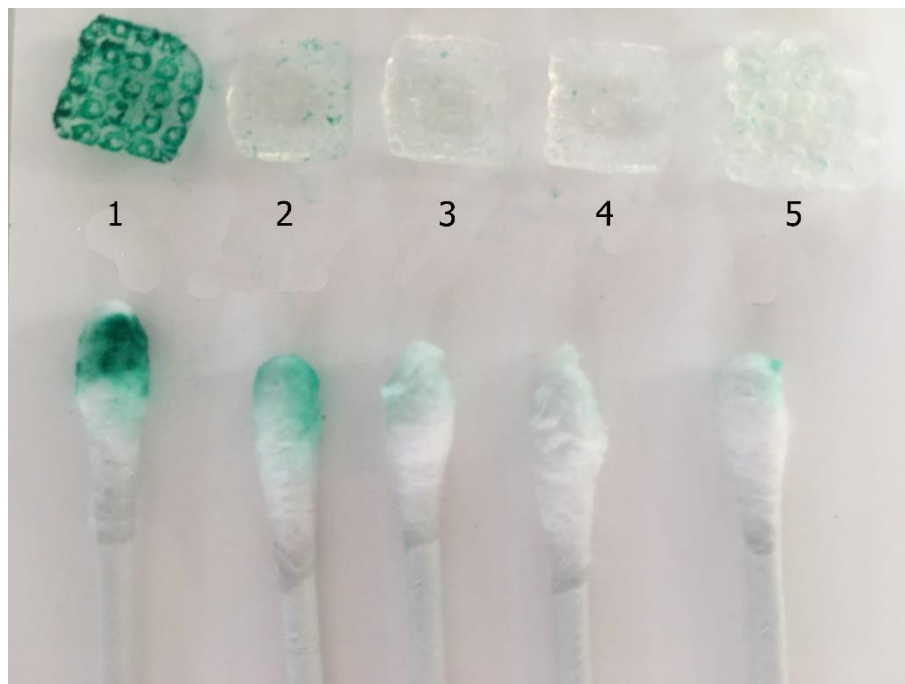


Fig. 168 : Aspect des 5 gels et coton après nettoyage

Pour les surfaces recouvertes de perles et de tubes, coupler l'action de solubilisation et d'extraction du gel à celle mécanique du coton-tige présente le meilleur compromis homogénéité/risque/temps /matériel. Le gel permet de solubiliser et d'extraire une partie du dépôt par capillarité tout en limitant sa diffusion. Le coton-tige permet d'intervenir de manière ciblée et d'extraire le reste du dépôt.

Pour toutes les surfaces, l'utilisation d'un mélange eau/éthanol 1:1 pour imbiber les cotons-tiges semble être le meilleur compromis efficacité/risque/toxicité.

4.2.2 Test sur l'objet

Le protocole élaboré a été testé sur le sol du diorama. Après 3 minutes d'application, le gel a été pelé. Le premier présentait une coloration grisâtre (poussière) alors que le second est resté transparent (Fig. 169 et Fig. 170, p. 88). Le coton a retiré le dépôt solubilisé (en étant simplement roulé sur la surface) et la surface blanche des tiges et violacée des perles a pu être retrouvée (Fig. 171 et Fig. 172, p. 88).



Fig. 169 : Application du gel



Fig. 170 : Gel après la 1^{ère} et seconde application



Fig. 171 : Avant intervention



Fig. 172 : Après intervention

4.3 Réalisation du nettoyage

4.3.1 Surfaces recouvertes de perles et de tubes

Le sol et les bâtiments ont été nettoyés avec le gel et les cotons.

Le gel a été chauffé deux fois au micro-ondes (30s à pleine puissance) pour améliorer son pouvoir de rétention et limiter la diffusion de l'eau sur les surfaces¹⁰⁵.

Le gel était conditionné encore chaud dans des seringues de diverses tailles (3,5 ; 5 et 10 ml) et conservé dans de l'eau à 70°C pour le garder liquide.

Pour les zones arrière, la seringue n'était pas suffisamment longue et il était trop risqué ou impossible de place sa main dans l'objet. Pour parer ce problème, nous avons créé une prolongation de seringue en impression 3D au Fablab de Neuchâtel.

Cette dernière se compose de deux pièces identiques creuses composées d'ailettes et d'une rigole permettant de bloquer la seringue (Fig. 173, p. 89). La prolongation du piston a été faite en ajoutant une seconde pièce du même diamètre maintenue en place par un morceau de plastiline (Fig. 174, p. 89). Le tout est maintenu par du ruban adhésif pour permettre un retrait facile lorsque la seringue est vide.

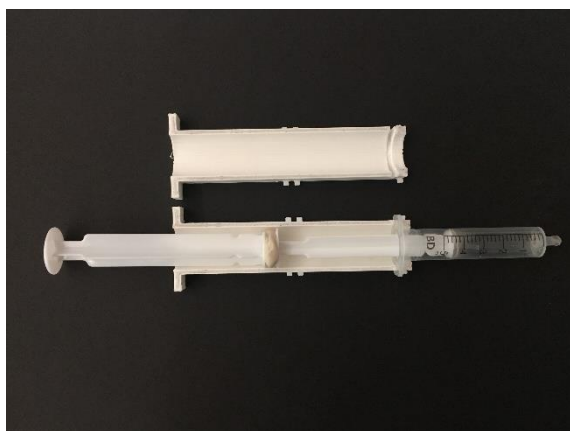


Fig. 173 : Montage de la prolongation

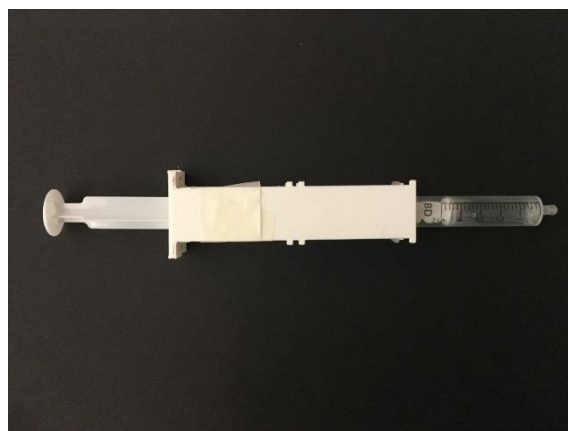


Fig. 174 : Montage avant utilisation

Avec cet outil, il a été possible d'appliquer le gel sur les bâtiments du fond et de poursuivre le nettoyage avec un coton appliqué sur un long pic de bois.

¹⁰⁵ Cremonesi et Casoli, 2017, p. 20

Le nettoyage de la Bibliothèque Marciana (Fig. 175 et Fig. 176, p. 90) est sans doute le plus impressionnant. Même l'adhésif très oxydé a pu être totalement retiré.

Après l'application du gel, le reste de dépôt poussiéreux et collant a pu être nettoyé avec les cotons et a permis de retrouver une surface lisse, plus claire et brillante.



Fig. 175 : Bibliothèque avant nettoyage

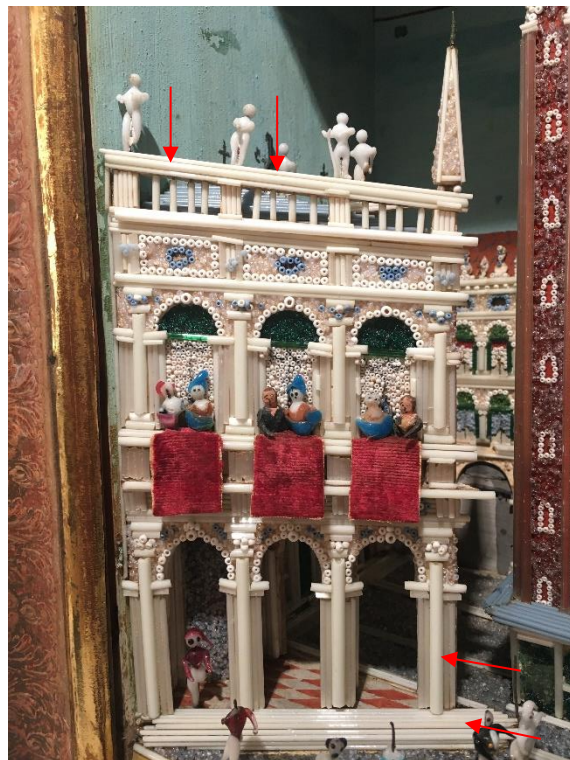


Fig. 176 : Bibliothèque après nettoyage et collage

La légère solubilisation de l'adhésif a permis de réactiver ses propriétés et ainsi assurer le collage de certaines perles qui menaçaient de tomber.

Lors du nettoyage, des éléments se sont tout de même décrochés (une centaine de perles et une dizaine de tubes). Dans ce cas, ils ont été placés dans une boîte en attendant un refixage qui était réalisé soit quelques heures plus tard ou le jour d'après. Ce laps de temps permettait à l'ensemble des éléments de sécher.

Nous avons réalisé quelques mesures de conductivité pour nous assurer que les sels étaient bien extraits. Le premier gel retiré présente une conductivité située entre $950 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ et $2,02 \text{ mS}/\text{cm}^{-1}$ alors que la moyenne du second gel est de $450 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, soit proche de la conductivité initiale du gel qui est de $340 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$.

4.3.2 Éléments détachés

Les nombres de perles détachées étant supérieurs à 2600, il était nécessaire de trouver une technique efficace qui permette de traiter plusieurs perles à la fois. Nous avons effectué des bains d'eau/éthanol 1:1 durant 3 minutes¹⁰⁶. Les perles étaient placées par zone et couleur dans une compresse médicale puis plongée dans le bain (Fig. 177, p. 91). Ce dernier était légèrement agité favoriser le retrait des dépôts. Après 3 minutes, les perles étaient déposées sur un papier blanc et nettoyées au pinceau pour supprimer les dépôts tenaces. (Fig. 178 et Fig. 179, p. 91).



Fig. 177 : Bain pour le nettoyage des perles



Fig. 178 : Perles avant nettoyage



Fig. 179 : Perles après nettoyage

Les tubes ont quant à eux été nettoyés en parallèle au collage. Ce choix a été fait en raison des dépôts de peinture ou d'adhésif en contact qui offraient la possibilité de retrouver l'emplacement initial de ces éléments.

4.3.3 Figurines en verre

Les figurines en verre ont été nettoyées avec la solution d'eau/éthanol 1:1. Ce nettoyage a permis de retirer les sels, le dépôt et de redonner de la brillance (Fig. 180 et Fig. 181, p. 92).

La conductivité des premiers cotons était située entre $1695 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ et $2.05 \text{ mS}/\text{cm}^{-1}$. À la fin du nettoyage, cette dernière se situait entre 259 et $314 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ alors que le coton seul était à $64 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$

¹⁰⁶ Chaque contenu de sachet Minigrip™ a été nettoyé séparément pour conserver la localisation

Certaines figurines présentaient des décors réalisés avec une peinture très sensible à l'abrasion, car très peu adhésive avec le verre. Ces zones ont été uniquement brossées avec une brosse de dentiste pour éviter une perte de matière (Fig. 182 et Fig. 183, p. 92)



Fig. 180 : avant nettoyage



Fig. 181 : après nettoyage



Fig. 182 : avant nettoyage



Fig. 183 : après nettoyage

4.3.4 Figurines en bois

Le nettoyage des figurines en bois était plus simple. Elles ne présentent pas de dégradations de surface autre qu'un dépôt poussiéreux mobile. Elles ont été dépoussiérées avec un pinceau synthétique sous micro aspiration (Fig. 185 et Fig. 186, p. 92). Pour les zones peu accessibles, des écouvillons ont été utilisés (Fig. 187 et Fig. 188, p.92).

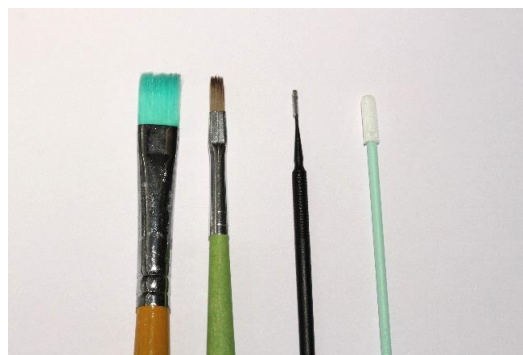


Fig. 184 : outils pour le nettoyage



Fig. 185 : avant nettoyage



Fig. 186 : après nettoyage



Fig. 187 : avant nettoyage



Fig. 188 : après nettoyage

5 Collage

Le collage a été en partie réalisé en parallèle du nettoyage afin de repositionner les éléments nouvellement détachés.

5.1 Choix de l'adhésif

Pour le collage, nous avons souhaité travailler avec un adhésif pouvant s'appliquer à tous les matériaux du diorama afin de faciliter l'intervention.

Tous les décors sont assemblés avec de la colle protéinique. Pour la restauration, nous n'avons pas souhaité poursuivre avec cet adhésif. Étant à base d'eau, son temps de séchage et de prise est lent et nous ne souhaitons pas risquer une réactivation de la corrosion des tiges en fer ou mise en solution des peintures. Nous remarquons également que l'oxydation du film a provoqué une diminution des propriétés adhésives, mais également une rigidification et une coloration du film qui devient alors visible sur les éléments blancs.

Les colles protéiniques ont également tendance à s'acidifier. Lors de la mise en œuvre, elles présentent un pH légèrement alcalin qui s'acidifie avec le temps ce qui n'est pas souhaitable en contact du verre qui est sensible aux milieux acide et basique¹⁰⁷.

Nous avons donc cherché un adhésif ne contenant pas d'eau, stable dans le temps, compatible avec des matériaux organiques et inorganiques, présentant une force de collage importante et un pH neutre.

En raison du nombre important d'éléments à repositionner, nous devons avoir un adhésif pouvant être étalé facilement avec un effet tack rapide. L'objectif étant de pouvoir positionner les éléments sans devoir installer un système de maintien.

Nous avons choisi d'utiliser une colle acrylique en solution, plus précisément du Paraloid™ B72. Cet adhésif a fait l'objet de nombreuses études dans le domaine de la conservation et est couramment utilisé en restauration¹⁰⁸. Il est recommandé dans la littérature pour la restauration du verre en raison de sa stabilité dans le temps, son indice de réfraction proche des verres sodiques, sa retraitabilité, sa facilité de mise en œuvre, son pH neutre, sa force d'adhésion et sa solubilité dans une large gamme de solvants¹⁰⁹.

¹⁰⁷ Schellmann, 2007, p. 60

¹⁰⁸ Down, 2015, p. 98

¹⁰⁹ Koob, 2010, p. 130 ; Koob, 2006, p. 47-54 ; Bouyer, 2007, p. 63, Davison, 2010, p. 285

Il est utilisé pour réaliser des collages, des consolidations, mais également comme revêtement de protection du fer¹¹⁰. Cet adhésif a également été utilisé pour restaurer des objets proches du diorama comme une crèche et des figurines en verre filé de Nevers¹¹¹.

Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques du Paraloid B72¹¹²


Paraloid B72 ¹¹²		
Composition	70 % acrylate de méthyle 30 % méthacrylate d'éthyle (Fig. 189, ci-contre)	 <p>R=alkyle (méthyle, éthyle, butyle, etc.) Acrylate Méthacrylate</p>
Masse molaire	105'000	
Tg (°C)	40	
Dureté du film	11-12	
Module d'élasticité	1246 mPA	
Solubilité	Esters, cétones, diacétone alcool, xylène, toluène	

Fig. 189 : acrylate et méthacrylate

5.2 Remise en place des éléments détachés

La localisation initiale des perles est impossible à retrouver. Nous avons considéré que ces dernières étaient interchangeables et non porteuses d'une valeur spécifiquement liée à leur localisation, mais que leur objectif premier était d'apporter une surface homogène teintée. Elles ont donc été remplacées selon leur couleur dans les zones lacunaires. Pour les tubes, il a généralement été possible de retrouver leur emplacement d'origine.

5.2.1 Choix du solvant

Pour le collage des éléments détachés nous avons besoin d'un adhésif fluide qui puisse pénétrer dans les trous des perles avec un temps de prise court (effet tack) pour qu'une fois mis sur le verre, il puisse être directement placé sur la surface et adhérer.

¹¹⁰ Scott et Eggert, 2009, p. 146-147

¹¹¹ Restauration réalisée par Caroline Mottais, contactée en mars 2020

¹¹² Cameo, 2013, [En ligne] ; Down, 2015, p. 98 ; Fiche technique, en annexe p. 199

Nous avons utilisé un Paraloid B72 à 40 % dans l'acétone avec 0,1 de silice micronisée¹¹³. L'acétone étant un solvant à évaporation rapide, l'ajout de silice micronisée permet de réduire la dimension des bulles induite par la vitesse d'évaporation de l'acétone.¹¹⁴ Pour limiter l'évaporation et maîtriser le dosage, le Paraloid™ a été conditionné dans des tubes métalliques munis d'une buse en plastique (Fig. 190, p. 95).



Fig. 190 : Tube de conditionnement

5.2.2 Collage des perles et des tubes

Pour appliquer l'adhésif et assurer les collages, nous avons utilisé les pinceaux en silicone pointus et plats de la marque Royal Sovereign Ltd™ (Fig. 191, p. 95).

Pour la place, l'adhésif a été étalé au pinceau directement sur le carton puis les perles ont été saupoudrées¹¹⁵. Le pinceau a été utilisé pour repositionner certaines perles et assurer le collage. Une fois l'adhésif sec, le surplus de perles était retiré avec un pic recouvert de ruban adhésif (Fig. 192 et Fig. 193, p. 95).



Fig. 191 : Pinceaux en silicone



Fig. 192 : Avant remise en place des perles



Fig. 193 : Après remise en place des perles

¹¹³ Koob, 2006, p. 47-54

¹¹⁴ Lien pour la fiche toxicologique en annexe, p. 196

¹¹⁵ Nous avons choisi d'utiliser les perles retrouvées dans la zone correspondante ici les perles de la zone 2 ont été utilisées pour recouvrir les lacunes du sol de la même zone.

Pour les perles localisées sur les bâtiments, nous avons travaillé avec une pince. Une goutte d'adhésif était posée sur une plaquette de verre, le dos de la perle était rapidement trempé avant d'être rapporté sur le carton.

En raison de la formation très rapide d'un film à collant à la surface de l'adhésif, la perle adhérait tout de suite. Une fois positionné, le pinceau était appuyé sur la perle pour assurer le collage et permettre le retrait de la pince (Fig. 194, p. 96). Ce travail a permis de compléter les décors des façades (Fig. 195 et Fig. 196, p. 96)



Fig. 194 : Mise en place d'une perle



Fig. 195 : Façade des Procuraties avant intervention



Fig. 196 : Façade des Procuraties après intervention

Les tubes ont été repositionnés à leur emplacement d'origine. A contrario des perles qui sont toutes identiques au sein d'une même couleur, les tubes eux ont des tailles spécifiques qui ne correspondent généralement qu'à un bâtiment et un emplacement.

Pour les localiser, nous avons pris en compte :

- la taille
- le taux d'empoussièrement (les pièces très empoussiérées se trouvent généralement sur le haut des bâtiments),
- les traces d'adhésif
- d'éventuels morceaux de peinture.

Une fois identifiées, les pièces étaient nettoyées au coton puis l'adhésif était appliqué sur le tube avant d'être apporté avec une pince sur la zone correspondante. Le tube était légèrement pressé avec le pinceau pour assurer le collage. Après intervention, tous les tubes ont pu être remplacés (Fig. 197, p. 97)



Fig. 197 : Haut senestre de la Tour avant intervention

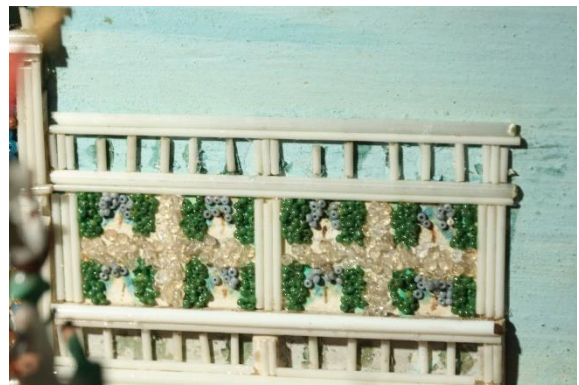


Fig. 198 : Haut senestre après intervention

5.2.3 Remise en place des figurines détachées

À la fin de ce travail, seules deux figurines ont été remplacées. Il s'agit de la figurine n°* 106 que nous avons pu relocaliser grâce à une contre forme d'adhésif sur la place qui correspondait à la base de la robe.



Fig. 199 : Avant remise en place



Fig. 200 : Remise en place de la figurine * 106

Et la seconde est la n°* 103 qui a été remplacée dans l'angle arrière de la Bibliothèque Marciana. La couleur et l'emplacement des traces d'adhésif correspondaient à ceux trouvés sur la colonne. De plus, la figurine a été retrouvée toute proche de cette zone, collée aux perles de la place (Fig. 201, p. 98).



Fig. 201 : Avant/après positionnement de la figurine n°* 106

Des recherches seront encore réalisées par la suite afin de tenter de localiser les autres figurines.

5.3 Traitement des figurines en verre filé

5.3.1 Choix de l'adhésif et du solvant pour la consolidation

Pour la consolidation, nous avons fait des tests d'atelier avec les Paraloid™ 48 N, B72 et B67 à 10 et 15 % dans un mélange de solvants (80 % acétate d'éthyle¹¹⁶ et 20 % lactate d'éthyle¹¹⁷). Ce mélange présente un bon compromis vitesse d'évaporation/toxicité. Le lactate d'éthyle est utilisé en remplacement du diacétone alcool qui est plus toxique. Il permet de ralentir la vitesse d'évaporation et d'ainsi améliorer la pénétration. L'objectif de ces tests était de déterminer l'adhésif qui présentait le meilleur rapport pénétration/force de collage.

Afin d'évaluer la capacité de pénétration et d'adhésion du mélange, nous avons conçu des tests d'atelier. Chaque adhésif a été infiltré à la seringue entre un porte-lame et un carré de verre maintenu par un ruban adhésif. Après séchage, l'infiltration a été observée sur fond noir puis un test de résistance au clivage a été fait. Une lame de scalpel a été glissée entre les deux pièces de verre dans l'angle inférieur senestre avant d'être légèrement soulevée.

Nous avons sélectionné le Paraloid™ B72 à 10 % pour réaliser les consolidations (Tableau 5, p. 99). Le 48 N en raison de son haut poids moléculaire (grosses molécules) était trop visqueux. Il ne s'infiltrait que très peu et ne permettait donc pas un collage suffisant. Le B67, en raison de son faible poids moléculaire était très fluide et s'infiltrait bien, mais son pouvoir adhésif était moins fort que le B72.

¹¹⁶ Lien pour la fiche toxicologie en p.196

¹¹⁷ Ibidem

Tableau 5 : Résultat des tests d'infiltration et de traction

Nom du Paraloid™	48N ¹¹⁸		B72 ¹¹⁹		B67 ¹²⁰	
Masse molaire	250000		105000		60000	
T° de transition vitreuse	50°C		40°C		50°C	
Pourcentage	10 %	15 %	10 %	15 %	10 %	15 %
Infiltration	Faible	Faible	Forte	Moyenne	Forte	Forte
Force d'adhésion	Faible	Faible	Forte	Forte	Moyenne	Moyenne

5.3.2 Consolidation

L'infiltration a été réalisée avec une seringue jusqu'à saturation sur six figurines (Fig. 202, p. 99). Il s'agit des n° 4, 13, 14, 18, 26 et 37. Ces figurines ont été sélectionnées, car elles présentaient un réseau de fissures très important, visible à l'œil nu.

Après intervention, il était possible de nettoyer la surface sans risque d'infiltration ou de perte de matière (Fig. 203 et Fig. 204, p.99)



Fig. 202 : Consolidation à la seringue



Fig. 203 : Figurine n° 4 avant traitement

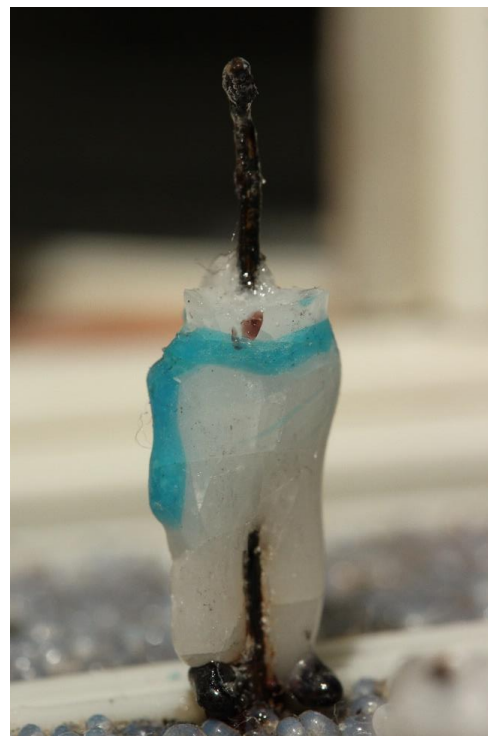


Fig. 204 : Figurine n° 4 après traitement

¹¹⁸ Cameo, 2015, [En ligne]

¹¹⁹ Ibidem

¹²⁰ Ibidem

Nous avons également collé les figurines 23, 34, 46, 48, 50 et 52 avec un Paraloid B72 à 20 % dans l'acétone. Ces figurines présentaient des cassures partielles.

Nous avons donc infiltré le Paraloid™ B72 à 20 % dans les cassures avant d'utiliser une spatule en silicone pour replacer les fragments les uns contre les autres (Fig. 205 et Fig. 206, p. 100).



Fig. 205 : Figurine n° 46 avant traitement



Fig. 206 : Figurine n° 46 après traitement

5.4 Traitement des tiges métalliques

5.4.1 Intervention mécanique

Les tiges de fer ne peuvent pas être extraites du diorama. Elles sont très petites (1mm de diamètre pour 3 cm de hauteur), flexibles et recouvertes de verre parfois peu cohésif très sensible aux tensions.

Il fallait donc trouver une technique permettant de broser ces produits en minimisant les contraintes mécaniques (pour ne pas déformer la tige ou arracher des morceaux de verre) et cela sans abraser le verre.

Pour répondre à toutes ces contraintes, nous avons jugé que le pinceau en fibre de verre était le plus adapté. Des papiers de verre ont également été testés, mais se sont avérés inadéquats. Trop rigides, ils ne permettaient pas d'obtenir un résultat homogène et la pression nécessaire était trop importante.

Nous avons donc travaillé avec un pinceau en fibres de verre en réalisant des mouvements verticaux en tenant la figurine en cas de besoin. Un traitement ponctuel avec un scalpel a été fait pour les corrosions plus résistantes. La zone a ensuite été aspirée et les tiges dépoussiérées avec un écouvillon (Fig. 207 à Fig. 210, p. 11).

Ce traitement a permis de retirer les produits volumineux même dans les zones faiblement accessibles et cela sans abraser ni fracturer le verre.



Fig. 207 : avant retrait



Fig. 208 : après retrait



Fig. 209 : avant retrait

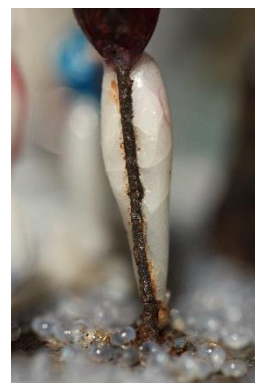


Fig. 210 : après retrait

5.4.2 Application d'un revêtement protecteur

Les tiges de fer ont été recouvertes au pinceau d'un film de Paraloid™ B72 à 40 % dans l'acétone. Nous avons choisi de poursuivre avec cet adhésif, car il peut au besoin être réactivé ou retiré si des fragments de figurines sont retrouvés. Il permet d'isoler le fer et limiter l'accès de l'humidité et donc le développement de produits de corrosion.

5.4.3 Réintégration de têtes

En accord avec la conservatrice, il a été choisi de réintégrer uniquement les têtes aux figurines présentant encore le reste de leur corps (haut et bas que faiblement lacunaire).

Au total 12 têtes ont été modelées avec de la Milliput®. Il s'agit d'une pâte epoxy utilisée en restauration pour réaliser des comblements céramiques et reproduire des zones lacunaires. Elle est facilement modelable et sèche en 4h.

Les têtes ont ensuite été mises en teinte avec de la peinture acrylique Golden™ fluids et recouvertes d'un vernis brillant (le *Porcelain restoration glaze (Gloss)*) de la marque Golden™. Pour permettre de différencier facilement ses ajouts, nous avons fait le choix de ne pas reproduire de visages (Fig. 211- Fig. 214, p. 102)¹²¹.



Fig. 211 : Figurine n°2 avant réintégration



Fig. 212 : Figurine n°2 après réintégration



Fig. 213 : Figurine n°46 avant réintégration



Fig. 214 : Figurine n°46 après réintégration

5.5 Fixation du papier marbré

Les soulèvements du papier marbré sur le pourtour avant de la boîte ont été fixés avec du Paraloid™ B72 à 20 % dans l'acétone. Comme le traitement réalisé en 2011 avec de la colle de poisson n'a pas permis de conserver le papier collé, nous avons préféré utiliser un adhésif moins sensible à l'humidité. L'adhésif a été infiltré à la seringue entre le papier et le bois. À l'aide d'une mousse flexible, le papier a ensuite été pressé contre le bois permettant ainsi d'épouser les irrégularités (Fig. 215 et Fig. 216, p. 102).



Fig. 215 : Avant collage



Fig. 216 : Après collage

¹²¹ Des photographies générales se trouvent en dans les annexes 3.7, p. 168

5.6 Stabilisation de la peinture de la macchina

La couche de gesso recouvrant la macchina est très cassante et peu adhérente. Chaque pression entraîne de nouvelles pertes et les zones sont peu accessibles et très petites.

Le gesso étant réactif à l'eau, nous avons choisi d'utiliser une Klucel H à 1.5 % dans un mélange d'éthanol-eau (95/5%) pour légèrement l'humidifier.

De l'adhésif a été placé sous ou en bordure de fragments puis, à l'aide d'un brumisateuse (Fig. 217, p. 103), la zone était légèrement humidifiée pour permettre la remise en forme du gesso¹²². Les fragments déjà tombés étaient trop petits, cassants et déformés pour être repositionnés (Fig. 218 et Fig. 219, p. 103).



Fig. 217 : Brumisateuse

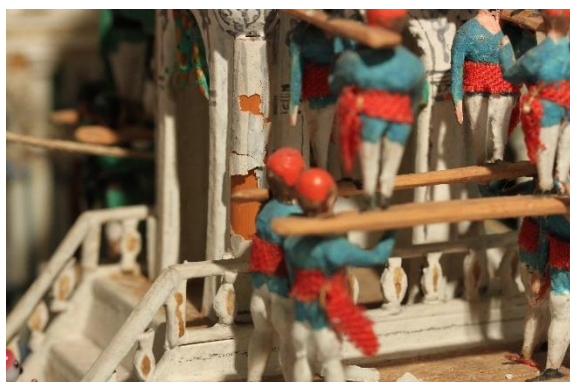


Fig. 218 : Avant stabilisation



Fig. 219 : Après stabilisation

¹²² Recommandations de traitements données par Madame Camille Alembik, août 2020

6 Bilan des interventions

Au terme de la phase pratique de ce travail de diplôme, nous avons pu réaliser l'ensemble des interventions prévues dans le temps imparti.

L'aspect de la boîte a été amélioré par la remise en place par collage des bordures du papier marbré.

L'extraction des éléments détachés a permis de retrouver l'ordre initial, de déterminer les zones sensibles et de localiser les dégradations.

Les interventions de nettoyage ont permis de retirer le film transpirant et les sels et ainsi ralentir la dégradation du verre et éviter la solubilisation/cristallisation des sels et de nouvelles tensions. Le nettoyage a également permis de retrouver la surface brillante et la teinte initiale des verres en retirant le dépôt poussiéreux adhérent et le surplus d'adhésif.

Après les interventions de consolidation et de collage, les zones lacunaires ont pu être comblées grâce aux perles et tubes précédemment extraits. Les figurines en verre filé ont pu être stabilisées et parfois complétées grâce aux fragments détachés relocalisés ou à la création de têtes en Milliput® et ainsi limiter l'impact visuel des figurines partiellement lacunaires.

Le gesso de la *macchina* a pu être stabilisé bien qu'en raison de sa grande fragilité les éléments détachés n'aient pas pu être refixés.

Ces interventions ont permis d'améliorer la stabilité des collages, de s'approcher de l'aspect initial de l'objet en améliorant l'aspect de l'ensemble et cela en utilisant des techniques nécessitant un nombre de manipulations et d'actions mécaniques limitées (Fig. 220, p. 105).

Au total, environ 35 jours de travail ont été effectués sur l'objet (Tableau 6, p. 104). Le nettoyage et le collage ont été les interventions les plus importantes en raison de la complexité des zones à traiter (accès réduit, faible dégagement).

À la suite de ce travail, une centaine d'heures seront encore nécessaires pour réaliser le collage des perles et tubes sur la moitié senestre (Palais des Doges, Basilique et immeuble) (Fig. 221-Fig. 224, p. 106), ainsi que la remise en place des fragments de figurines (Fig. 225, p.107).

Tableau 6 : Temps d'interventions

Tâches	Nombre d'heures
Extraction éléments détachés	45
Tri et organisation	35
Dépoussiérage	32
Nettoyage	85
Collage	58
Traitement tiges figurines	10
Réintégration têtes	14
Total	279 heures soit environ 35 jours de travail



Fig. 220 : Diorama après traitement



Fig. 221 : Zone senestre où les éléments architectoniques (perles et tubes) doivent encore être remplacés.



Fig. 222 : Palais des Doges



Fig. 223 : Basilique Saint-Marc

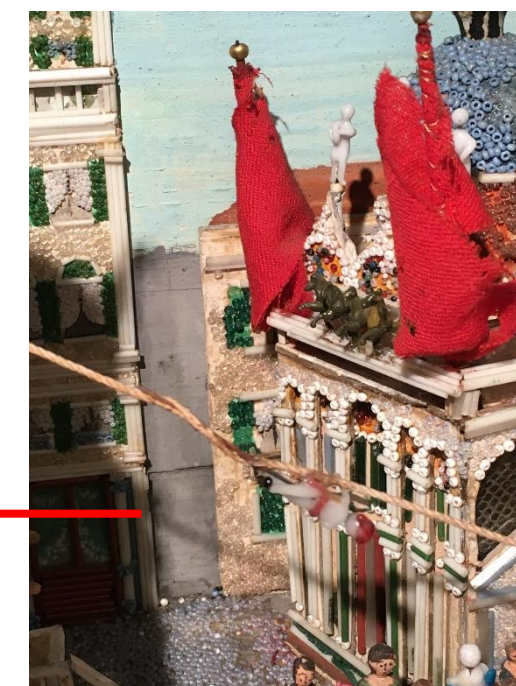
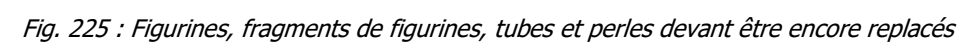


Fig. 224 : Immeuble



7 Recommandations de conservation préventive

7.1 Manipulation

Les objets présentés dans la villa ne sont généralement pas amenés à être déplacés. Dans le cas inverse, nous recommandons de porter des gants en nitrile et de porter le diorama à deux en plaçant les mains en haut à l'arrière et sur la base à l'avant (Schéma 11, p. 108).

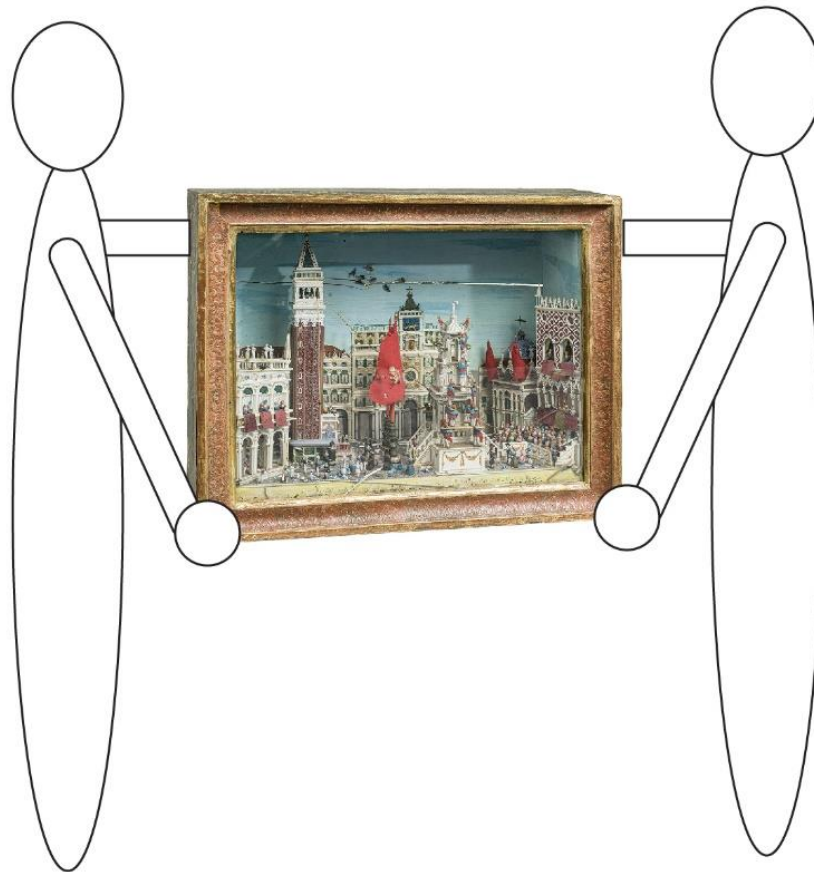


Schéma 11 : Conseil de manipulation

En cas d'utilisation d'un chariot ou autre moyen de déplacement, il est nécessaire de caler le diorama dans des mousses pour limiter les vibrations.

7.2 Conditions climatiques, contrôle et entretien

Le diorama étant un objet composite, il est difficile d'établir des recommandations qui soient favorables à tous les matériaux. Pour assurer la stabilité du verre, qui est le matériau le plus susceptible de se dégrader, les dernières études recommandent une humidité relative très stable comprise entre 35-45 % d'HR, pour éviter l'hydratation et la déshydratation du verre¹²³. Une humidité relative entre 40 et 45% correspond aux recommandations données pour les matériaux organiques. Elle semble donc adaptée à l'objet et correspond aux valeurs mesurées les 10 dernières années au sein de la villa.

Pour assurer la bonne conservation, nous recommandons un contrôle annuel de l'état de surface. En cas de réapparition d'un film transpirant ou de sels sur le verre, il est préférable de contacter un restaurateur pour qu'un nouveau nettoyage soit réalisé afin d'éviter de nouvelles dégradations et la dépose de poussière sur le film adhérent.

Pour l'entretien, il est vivement recommandé de ne pas utiliser de chiffon humide pour nettoyer la vitre, mais un chiffon microfibre sec.

7.3 Mode d'exposition

Jusqu'ici le diorama était exposé accroché au mur. À la suite des informations trouvées sur les dioramas miniatures, l'emplacement des papiers marbrés et la réalisation en 1970 de trous pour permettre la fixation des portes-cadres, il serait historiquement plus cohérent de poser le diorama sur un meuble.

¹²³ Bouyer, 2007, p. 46

Conclusion

L'étude historique et technique du diorama a permis de déterminer qu'il s'agissait d'une oeuvre vénitienne réalisée en 1846 par un artiste nommé Paolo P. Il représente la fête du Jeudi gras telle qu'elle était célébrée au XVIII^e siècle. Les techniques utilisées correspondent à celles employées à cette époque et le niveau de détail indique une volonté de rappeler l'importance de la Sérénissime avant la chute de l'empire vénitien en mai 1797.

Le diorama reste cependant très mystérieux. Outre le nom et la date de l'artiste écrit sur un bout de papier et caché dans la boîte, aucune production similaire ou attribuable à Paolo P. n'a pu être trouvée. Une recherche dans les archives de la ville de Venise permettrait peut-être de découvrir qui était cet homme et améliorerait les connaissances sur le contexte de création de l'objet.

Nous savons que dans le cas des dioramas en verre filé de Nevers ces derniers étaient souvent réalisés dans un cadre religieux. Il serait donc possible que cela soit également le cas pour cet objet.

Les interventions de conservation-restauration ont permis de stabiliser le diorama, réintégrer les éléments détachés et ainsi améliorer la compréhension de la scène.

Ce travail a permis de démontrer qu'il était possible d'utiliser un gel d'Agar semi-rigide pour nettoyer des surfaces complexes en verre. Appliqué à la seringue, il était possible de suivre de manière précise les contours des éléments architectoniques et de réaliser un nettoyage par zone et ainsi limiter les contraintes mécaniques. Grâce à sa légère fluidité, le gel s'insérait dans les reliefs permettant la solubilisation homogène du dépôt adhérent et son extraction par capillarité. L'apport de liquide étant léger, il a permis de réactiver l'adhésif protéinique sans le dissoudre.

Cette technique est déjà largement utilisée pour retirer des dépôts de surfaces sur d'autres médiums, mais pourrait être un axe d'étude intéressant pour le nettoyage d'autres dioramas et objets composites contenant du verre.

Concernant le reste du traitement, les interventions réalisées ont permis, dans le temps imparti, de stabiliser les éléments architectoniques, de remettre en place les éléments détachés sur la moitié dextre et de consolider et réintégrer des têtes sur les figurines en verre filé.

En prenant en compte le nombre important de perles, tubes et fragments à coller, la fragilité extrême de certaines parties, les traitements ont été jugés comme adaptés aux contraintes et objectifs fixés par ce travail.

Le traitement a également atteint des limites de réalisation. La réactivité des matériaux hydrophiles n'a par exemple pas permis la remise en forme et la réintégration des fragments de gesso de la *macchina* et certains fragments de figurines sont trop petits pour être relocalisés et remplacés. Malgré l'accès limité à certaines zones, toutes les parties visibles ont pu être traitées.

Bibliographie référencée

Archives du commerce, 1836 : « *Archives du Commerce, ou Guide des commerçans [sic], recueil de tous les documens [sic] officiels, renseignements [sic], faits et avis, pouvant intéresser les négocians [sic]* ». In Bayerisches Staats Bibliothek [En ligne]. Vol. Tome 13. Paris, 1836 [consulté le 13 février] <https://opacplus.bsb-muenchen.de/Vta2/bsb10290372/bsb:4325522?page=573>.

Bailly, 1946 : Bailly, Auguste. *La Sérénissime République de Venise*. 14e éd. Librairie Arthème Fayard, Paris, 1946

Bellanger, 1988 : Bellanger, Jacqueline. *Verre d'usage et de prestige : France 1500-1800*. Les éditions de l'amateur, Paris, 1988

Bellanger, 2004 : Bellanger, Jacqueline. « Figurines de verre et d'émaux de Nevers ». *Revue Verre* 10, n° 6, 2004, p. 49-55.

Barrelet, 1950 : Barrelet, James. « Le verre filé à propos d'une crèche ». In *Cahiers de la céramique du verre et des arts du feu*. Société des amis du Musée national de Sèvres, Sèvres, 1940, n°20

Berducou, 1990 : Berducou, Marie-Claude. *La conservation en archéologie : méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*. Masson, Paris, 1990.

Bettoni, 2017 : Bettoni, Barbara. *Perle di vetro e gioie false. Produzioni e cultura del gioiello non prezioso nell'Italia moderna*. Marsilio, Venezia, 2017.

Bouyer, 2007 : Bouyer, Xavier, éd. *Conservation, restauration du verre : actualité et problématiques muséales : actes du colloque, Atelier-musée du verre, Trélon, 28 septembre 2007*. Fourmies Pl. Maria-Blondeau: écomusée de l'Avesnois, [s.l.], 2007.

Cameo, 2013, [En ligne] : « Paraloid ». In *Cameo* [En ligne], 2013 [consulté le 14 août 2020] <http://cameo.mfa.org/wiki/Paraloid>

Carroll et Allen, 2004 : Carroll, B. Harvey Jr., et Jamey D Allen. « Bead Making at Murano and Venice ». *BEADS: Journal of the Society of Bead Researchers*, n° 16, 2004, p. 17-37.

Colmars, 2011 : Colmars, Julien. « Hygromécanique du matériau bois appliquée à la conservation du patrimoine culturel ». Université Montpellier 2, 2011.

Conticelli, Mercante et Speranza, 2016 : Conticelli, Valentina, Mattia Mercante, et Laura Speranza.
« Un fragile capolavoro. Nuove ipotesi dal restauro di un reliquario mediceo in etro a lume ».
In *OPD Restauro*, n° 29, p. 2016, p.40-78.

Corning Museum, 2001, [En ligne] : « A Trip Up a Goat Path Unearths Blaschka-Era Lampworking Table ». In *Corning Museum* [En ligne]. 2011 [consulté le 31 juillet 2020]
<https://www.cmog.org/article/trip-goat-path-unearths-blaschka-era-lampworking-table>

Cremonesi et Casoli, 2017 : Cremonesi, Paolo, et Antonella Casoli. « Thermo-reversible rigid agar hydrogels : their properties and action in cleaning », In Lora V. Angelova (ed.). *Gels in the conservation of art*. Archetype Publications Ltd., London, 2017, p. 19-28

Cremonesi, 2012 : Cremonesi, Paolo. « Rigid gels and enzyme cleaning ». *Smithsonian contributions to museum conservation*, n° 3, 2012, p. 179-83.

Database Chemister, [s.d.], [En ligne] : « Database Physico-chemical properties of substances ». In *Chemister* [En ligne]. [s.d.]. [consulté le 04 mai 2020] <http://chemister.ru/Database/search-en.php>

Davin, 1912 : Davin. « Le campanile de Venise ». *Revue des Deux Mondes (1829-1971)*, Vol. 8, no No. 1 (1er mars 1912), 1912, p. 130-49

Davison, 2010 : Davison, Sandra. *Conservation and restoration of glass*. 2nd ed. Routledge, New York, 2010.

Dohm, 2017 : Dohm, Katharina ... [et al.]. *Dioramas*. Flammarion ; Palais de Tokyo, Paris, 2017

Doizy et Ipert, 1985 : Doizy, Marie-Ange, et Stéphane Ipert. *Le papier marbré : son histoire et sa fabrication*. Editions Technorama, [Paris], 1985.

Down, 2015 : Down, Jane L. *Compendium des adhésifs pour la conservation*. Institut canadien de conservation, Ottawa, 2015.

Dubin, 1998 : Dubin, Lois Sherr. *Histoire des perles : de la Préhistoire à nos jours*. Nathan, Paris, 1998.

Erhart, 2018, [En ligne] : Ehrhart, Liliane. « Microcosme et immersion : Les teatrini de Gaetano Giulio Zumbo ». In *Culture & Musées* [En ligne], n°32, 2018 [consulté le 15 mars 2020]
<https://doi.org/10.4000/culturemusees.2297>.

Etienne et Radwan, 2018, [En ligne] : Etienne, Noémie, et Nadia Radwan. « L'art du diorama (1700-2000) ». In *Culture & Musées* [En ligne], n° 32, 2018 [consulté le 15 mars 2020]
<http://journals.openedition.org/culturemusees/2229>.

Faudouas, 1991 : Faudouas, Jean-Claude. *Dictionnaire de la reliure-dorure manuelle*. Eyrolles, Paris, 1991.

Fillitz, 2003 : Fillitz, Hermann. *Die Anfänge der Sammlung Werner Abegg = les débuts de la Collection Werner Abegg = The beginnings of the Werner Abegg Collection*. Abegg Stiftung, Riggisberg, 2003.

Fontaine-Hodiamont, 2017 : Fontaine-Hodlamont, Chantal. *Le verre ancien, principes de conservation, d'exposition et d'entretien : Vade-mecum pour la protection et l'entretien du patrimoine artistique*. Institut royal du Patrimoine artistique (IRPA), Bruxelles, 2017.

Fournié, 2020, [En ligne] : Fournié, Christian. « Verre à vitre en 1920 ». In *Verrerie mousseline* [En ligne], 2020 [consulté le 15 mai 2020] <https://verrerie-mousseline.org/verre-a-vitre-en-1920/>

Francis, 1998 : Francis, Peter. « The venetian bead story : part 1 : history ». *The Margaretologist : the journal of the Center for Bead research* 11, n° 22, 1998, p. 3-12.

Goy, 2002 : Goy, Richard. *Venise : la ville et son architecture*. Phaidon, Paris, 2002

Grabow, 2014, [En ligne] : Grabow, Nicole. « What you need for cleaning glass beads ». In *The sustainable heritage network* [En ligne], 2014, [consulté le 30 juin 2020]
<https://www.sustainableheritagenetwork.org/digital-heritage/what-you-need-cleaning-glass-beads-tutorial>.

Herda-Mousseaux, 2017 : Herda-Mousseaux, Rose-Marie (éd.). *Sérénissime ! Venise en fête de Tiepolo à Guardi*. Musée Cognacq-Jay, Paris, 2017.

Jolly, 2020 : Jolly, Anna. « Eine Villa für die Kunst : Der Wohnsitz von Margaret und Werner Abegg in Riggisberg ». *Kunst und architektur*, n° 1, 2020, p. 12-20

Koob, 2006 : Koob, Stephen P. *Conservation and care of glass objects*. Archetype Publications Ltd., London, 2006.

Koob, 2010 : Koob, Stephen P. « An Experimental Treatment for Severely Crizzled Glasses ». In *Glass and Ceramics Conservation 2010: Interim Meeting of the ICOM-CC Working Group*. Corning, 2010., p. 128-132

Koob, 2018 : Koob, Stephen P. ... [et al.]. « Caring for Glass Collections: The Importance of Maintaining Environmental Controls ». In *Studies in conservation*, 63, n° sup. 1, 2018, p. 146-50.

Koob, Fulton et Rossi- Willcox, 2008 : Koob, Stephen P., Scott E. Fulton, et Susan M. Rossi-Wilcox. « Botanical wonders . the conservation and exhibition of the Harvard Glass flowers ». In *Studies in Conservation* 53, n° sup1, 2008, p. 44-49.
<https://doi.org/10.1179/sic.2008.53.Supplement-1.44>.

Lanmon et Whitehouse, 1993 : Lanmon, Dwight P., et David B Whitehouse. *Glass in the Robert Lehman Collection : XI Glass*. The Metropolitan Museum of Art in association with Princeton University Press, New York, Princeton, 1993.

Lovell, 2006 : Lovell, Adam. « Glass bead deterioration of ethnographic objects : identification, prevention, and treatment ». Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for Master of Arts in Museum Studies in the School of Education and Liberal Arts, John F. Kennedy University, 2006.

Maitte, 2009 : Maitte, Corine. *Les Chemins de verre : les migrations des verriers d'Altare et de Venise (XVIe-XIXe siècles)*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, 2009

Mazzini, 2017 : Mazzini, Virginia. « Specific-ion effects in non-aqueous solutions ». Australian National University, 2017.

Mouilleseaux, 2020, [En ligne] : Mouilleseaux, Jean-Pierre. « Diorama ». In *Encyclopædia Universalis* [En ligne], 2020, [consulté le 15 juin 2020] <http://www.universalis.fr/encyclopedie/diorama/>

Noll, 2004 : Noll, Terrie. *Assemblages en bois*. Groupe Eyrolles, Paris, 2004.

O'Hern et McHugh, 2014 : O'Hern, Robin, et Kelly McHugh. « Red, blue, and wound all over : evaluating condition change and cleaning of glass disease on beads ». In *Objects specialty group postprints* 21, 2014, p. 205-28.

Ohern et McHugh, 2013 : Ohern, Robin, et Kelly McHugh. « Deterioration and conservation of unstable glass beads on native american objects ». In *The bead forum : Newsletter of the Society of bead researchers*, n° 63, 2013.

Pedrocco, 2010 : Pedrocco, Filippo. *Peintres de Venise : la Sérénissime*. Citadelles & Mazenod, Paris, 2010.

Pèlerin de Saint-Jacques, 2020, [En ligne] : « Pèlerin de Saint-Jacques ». In *Base de données Joconde* [En ligne], 2020 [consulté le 21 mars 2020]

<https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/joconde/01550015269>

Peter, 2008 : Francis, Peter. « The venitian bead story ». In *Journal of the Society of Bead Researcher*, 2008

Reato, 2001 : Reato, Danilo. *Histoire du Carnaval de Venise*. Oréa. Bordeaux, 2001.

Retable petite crucifixion , 2020, [En ligne] : « Retable petite crucifixion ». In *Base de données Joconde* [En ligne], 2020 [consulté le 21 mars 2020]

<https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/joconde/01550015258>

Reyssat, 2008, [En ligne] : Reyssat, Sophie. « Polychromie à l'italienne ». In *La gazette Drouot* [En ligne]. 2008 [consulté le 31 juillet 2020] <https://www.gazette-drouot.com/article/polychromie-a-l-italienne/6385>

Rijksmuseum, 2020, [En ligne] : Rijksmuseum. « Gerrit Schouten : Diorama of the Waterfront of Paramaribo, Gerrit Schouten, 1820 ». In *Rijksmuseum* [En ligne], 2020, [consulté le 21 mars 2020] <https://www.rijksmuseum.nl/en/rijksstudio/artists/gerrit-schouten/objects#/NG-2007-50,2>

RKD – Netherlands Institute for Art History, [En ligne], 2020 : RKD – Netherlands Institute for Art History. « Luca Carlevaris ». In *RDK* [En ligne], 2020 [consulté le 01 mai 2020]
<https://rkd.nl/en/explore/artists/15370>

Rossi-Wilcox, Reiling et Bisaga, 2003 : Rossi-Wilcox, Susan M., Henri Reiling, et Philip Bisaga. « The Blaschkas' Lampworking tables ». In *Journal of glass studies* 45, 2003, p. 167-176.

Schellmann, 2007 : Schellmann, Nanke C. « Animal glues : a review of their key properties relevant to conservation ». In *Studies in conservation*, n° 8, 2007, p. 55-66.

Scott et Eggert, 2009 : Scott, David A. et Gerhard Eggert. *Iron and steel in art : corrosion, colorants, conservation*. Archetype Publications Ltd., London, 2009

Selwyn, 2004 : Selwyn, Lyndsie. *Métaux et corrosion : un manuel pour le professionnel de la conservation*. Institut canadien de conservation, Ottawa, 2004

Torraca, 2005 : Torraca, Giorgio. *Solubility and solvents for conservation problems*. 4 ed. ICCROM technical notes 6. ICCROM, Rome, 2005.

Van Giffen ... [et al.], 2010 : Giffen Van, Astrid, et... [et al.]. « Deterioration and preservation of Blaschka Glasses ». In *Glass and Ceramics Conservation 2010* Interim Meeting of the ICOM-CC Working Group, 2010, p. 53-62.

Van Giffen et Eremin, 2015 : Van Giffen, N. Astrid R, Katherine Eremin, et Tracy Owen Drier. « Imitating Nature: The materials and preservation needs of the Blaschka glass models ». In *Corning Museum of Glass : Journal of Glass Studies* 57, 2015, p. 213-24.

Verhaar, 2018 : Verhaar, Guus. *Glass sickness detection and prevention : investigating unstable glass in museum collections*. Non édité, 2018.

Zamperini, 2014 : Zamperini, Alessandra. *Le Palais des Doges : mythe et pouvoir*. Seuil, Paris, 2014

Zecchin, 2005 : Zecchin, Paolo. « La nascita delle conterie veneziane », In *Journal of Glass Studies*, n° 47, 2005

Bibliographie des ouvrages consultés

Angelova, Lora V. ... [et al.], éd. *Gels in the Conservation of Art*. Archetype Publications Ltd., London, 2017

Appelbaum, 2010 : Appelbaum, Barbara. *Conservation treatment methodology*. [CreateSpace Amazon], [Lexington], 2010

Baumgartner et Lang, 2015 : Baumgartner, Erwin, et Peter Lang. *Reflets de Venise : verres des XVI^e et XVII^e siècles de collections suisses*. Vitro centre Romont, Romont, 2015

Bianconi, 1995 : Bianconi, Lorenzo. *Histoire de l'opéra italien : Theories et techniques, images et fantasmes*. Mardaga, Liège, 1995

Brandi, 2015 : Brandi, Cesare. *Théorie de la restauration*. Ed. Allia, Paris, 2015

Brierley, 2009 : Brierley, Liesa. « Art Forms in Nature : Examination and conservation of a blaschka glass model of the protozoan aulosphaera elegantissima ». In *Studies in conservation*, n° 54, 2009, p. 255-67.

Burgess et Dussubieux, [s.d] : Burgess, Laurie E, et Laure Dussubieux. « Chemical Composition of Late 18th- and 19th-Century Glass Beads from Western North America: Clues to Sourcing Beads », s. d.

Chapman et Mason, 2003 : Chapman, Sasha, et David Mason. « Literature review: the use of Paraloid B-72 as a surface consolidant for stained glass ». JAIC, 2003.

Cheng, 2017 : Cheng, Corinne. « Sur la trace des miniatures au temps des pastorales, Étude et conservation-restauration du manuscrit *le jeu de Robin et Marion d'Adam de la Halle* (XIV^e siècle ; Aix-en-Provence, Bibliothèque Méjanes : recherche d'un adhésif et d'un mode d'application adapté à la consolidation des couches picturales mates sur parchemin ». Mémoire de fin d'études, Institut national du patrimoine - spécialité Arts graphiques et Livre, 2017.

Corning Museum of Glass, 2020, [En ligne] : Corning Museum of Glass. *Glass Conservation: The Blaschka Marine Invertebrate Glass Models*. In *Youtube* [En ligne], [s.d], [consulté le 22 mars 2020]. <https://www.youtube.com/watch?v=nwjRGfEd3jg>.

Davin, 1992 : Davin. « Le campanile de Venise ». In *Revue des Deux Mondes (1829-1971)* Vol. 8, n° No. 1, 1912, p. 130-49.

Davison, 1984 : Davison, Sandra. « A Review of Adhesives and Consolidants Used on Glass Antiquities ». *Studies in Conservation* 29, n° sup1, 1984, p. 191-94.
<https://doi.org/10.1179/sic.1984.29.Supplement-1.191>.

Dreier, 1989 : Dreier, Franz Adrian, et Kunstgewerbemuseum Berlin. *Venezianische Gläser und, « Façon de Venise »*. Felgentreff & Goebel, Berlin, 1989.

Eggert, 2006 : Eggert, Gerhard. « To Whom the Cracks Tell : a closer look at craquelure in glass and glaze ». In *Studies in Conservation*, Studies in conservation, 51, n° 1, 2006, p. 69-75.

Erret, Lynn et Brill, 1984 : Errett, Raymond F., Merrill Lynn, et Robert H. Brill. « The Use of Silanes in Glass Conservation ». In *Studies in Conservation* 29, n° sup1, 1984, p. 185-90.

Fischer, 2016 : Fischer, Andrea. « Glasinduzierte Metallkorrosion an Museums-Exponaten ». Erlangung des Grades Doktorin der Philosophie, Staatlichen Akademie der Bildenden Künste, 2016.

Frenkel, 2005 : Frenkel, Natacha. « Du tesson archéologique au gobelet islamique. Conservation-restauration d'un ensemble de tessons de verres émaillés et dorés, conservés au musée du Louvre. Etude de trois résines employées pour la consolidation de verres altérés ». Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de restaurateur du patrimoine dans la spécialité Arts du Feu. Institut National du Patrimoine, Paris, 2005.

Horie, [s.d] : Horie, Charles Velson. *Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*, s. d.

Howard ... [et al.], 2014 : Howard, Deborah, [...et al.]. *The image of Venice : fialetti's view and Sir Henry Wotton*. Paul Holberton, London, 2014.

Hynes et Jonson, 1997 : Hynes, Michael J., et Bo Jonson. « Lead, glass and the environment ». In *Chemical Society Reviews*, n° 2, 1997, p. 133-46.

Kidd, 1979 : Kidd, Kenneth E. *Glass bead-making from the Middle Ages to the Early 19th century*. Centre d'édition du gouvernement du Canada, Quebec, 1979.

Koob, 2000 : Koob, Stephen P. « New Techniques for the Repair and Restoration of Ancient Glass ». In *Studies in Conservation* 45, n° sup1, 2000, p. 92-95.

Loisel, 2018 : Loisel, Catherine, éd. *Eblouissante Venise : Venise, les arts et l'Europe au XVIIIe siècle*. Réunion des musées nationaux, Paris, 2018.

Mapes, 1997, [En ligne] : Mapes, Phillipa. « Historic Wallpaper Conservation ». In *Building conservation* [En ligne], 1997. [consulté le 14 mars 2020]
<https://www.buildingconservation.com/articles/wallpap/wallpap.htm>.

Melcher, Wiesinger, Schreiner, 2010 : Melcher, Michael, Rita Wiesinger, et Manfred Schreiner. « Degradation of glass artifacts : application of modern surface analytical techniques ». In *Accounts of chemical research* vo. 43, n° 6, 2010, p. 916-26.

Monnier, [s.d] : Monnier, Philippe. *Venise au XVIIIème siècle : couronné par l'académie française*. Editions Complexe, Bruxelles, [s.d].

Nancy ... [et al.], 2014 : Ash, Nancy ... [et al.]. *Descriptive terminology for works of art on paper : Supported by an IMLS 21st Century museum professionals grants*. Philadelphia museum of Art, Philadelphia, 2014.

Ongaro, 1923 : Ongaro, Max. *Palais des doges de Venise : guide historique artistique avec illustrations*. Borin, Dal Poz et Cie, Venise, 1923.

Pantano, Rossi-Wilcox et Lange, 1998 : Pantano, Carlo G., Susan Rossi-Wilcox, et David Lange. « The Glass Flowers ». In *The Prehistory & History of Glassmaking technology*, édité par Patrick McCray, Vol. VIII:[non paginé]. Ceramics and Civilization. [Westerville, Ohio]: American Ceramic Society, 1998.

Pedrocco, 2010 : Pedrocco, Filippo. *Peintres de Venise : la Sérénissime*. Citadelles & Mazenod, Paris, 2010.

Romanelli, 1997 : Romanelli, Giandomenica. *L'art de Venise*. Vol. 2 vol. Ed. Mengès, Paris, 1997.

Römich, [s.d.] : Römich, Hannelore. « Cleaning : a balancing act », s. d.

Römich, Pilz et Fuchs, 1994 : Römich, Hannelore, Monika Pilz, et Dieter R. Fuchs. « A new material for glass conservation : perspectives for ceramics heritage ». In *The Ceramics cultural heritage*, édité par P Vincenzini. Monographs in Materials and Society, 2. Techna, Faenza, 1994.

Stephe, 1963 : Stephen, H. ...[et al.], éd. *Solubilities of inorganic and organic compounds*. Vol. 1 Binary systèmes part 1. Pergamon Press, Oxford [etc.], 1963.

Tennent et Townsend, 1984 : Tennent, Norman H., et Joyce H. Townsend. « The Significance of the Refractive Index of Adhesives for Glass Repair ». In *Studies in Conservation* 29, n° sup1, janvier 1984, p. 205-12.

Victoria & Albert Museum , [En ligne], 2020 : Victoria & Albert Museum. « Flock wallpaper ». In *Victoria & Albert Museum* [En ligne]. [consulté le 7 avril 2020].
<https://www.vam.ac.uk/articles/flock-wallpaper>.

Vio, 2001 : Vio, Ettore, éd. *La basilique Saint-Marc de Venise*. Citadelles & Mazenod, Paris, 2001.

Weintraub et Greenland, 1984 : Weintraub, Steven, et Melville Greenland. « Field Application of Stained Glass Conservation Techniques ». In *Studies in Conservation* 29, n° sup1, 1984, p. 199-201.

Willemien, 2010 : Anaf, Willemien. « Study on the formation of heterogeneous structures in leached layers during the corrosion process of glass ». In *CeROArt. Conservation, exposition, Restauration d'Objets d'Art*, n° EGG 1, 2010

Wilton-Ely et The Metropolitan Museum of Art, 1979 : The Metropolitan Museum of Art, et John and Velerie Wilton-Ely. *The Horse of San Marco Venice*, Olivetti, Milan ; New York, 1979.

Liste des figures

Fig. 1 : Diorama face avant © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	11
Fig. 2 : Diorama face arrière © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020.....	11
Fig. 3 : Texte en italien écrit à l'encre	12
Fig. 4 : Nom des bâtiments © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	14
Fig. 5 : Éléments emblématiques du Jeudi gras ©Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	15
Fig. 6 : Représentation de la pyramide des Castellani.....	16
Fig. 7 : Représentation de la pyramide des Nicoletti.....	16
Fig. 8 : Vol de l'Ange.....	17
Fig. 9 : Figurines de la moitié droite.....	17
Fig. 10 : Figurines dans la moitié gauche.....	17
Fig. 11 : Figurine en bois et en verre	18
Fig. 12 : Figurines en tenue de carnaval. La figurine de gauche est vêtue de la Bauta*, tenue phare du carnaval.....	18
Fig. 13 : Statues de la macchina et de la basilique	18
Fig. 14 : Chiens	18
Fig. 15 : Pigeons.....	18
Fig. 16 : Signature et datation manuscrites à l'arrière de la bibliothèque Marciana	19
Fig. 17 : Emplacement de l'Eglise.	20
Fig. 18 : Eglise San Geminiano extraite d'une gravure du dessinateur vénitien Dioniso Moretti (1790-1834).....	20
Fig. 19 : Francesco Guardi, Le doge de Venise assiste aux fêtes du Jeudi Gras sur la Piazzetta, XVIIIe	21
Fig. 20 : Musée et atelier au 1 ^{er} étage avec réaménagements fait entre 2008-2011	22
Fig. 21 : Villa Abegg.....	22
Fig. 22 : Vue de la Villa depuis les jardins © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020.....	23
Fig. 23 : Salle des figurines © Abegg Stiftung, Riggisberg, 2020	23
Fig. 24 : Objets entourant le diorama	24
Fig. 25 : Alessandro Longhi, Portrait de Filippo Jesso, 2 ^{ème} moitié du XVIIIe siècle © Abegg Stiftung, Riggisberg, 2020	24
Fig. 26 : Hall d'entrée de la villa © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	24
Fig. 27 : Régate © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020.....	25
Fig. 28 : Mariage du doge avec la mer © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	25
Fig. 29 : Verre vénitien © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	26
Fig. 30 : Salla Veneziana © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	26
Fig. 31 : Diorama années 1970.....	26
Fig. 32 : Exemple d'un catalogue de perles de 1899 ©Beadmuseum	28
Fig. 33 : Grande perle blanche © Neode, 2020.....	30
Fig. 34 : Petite perle rouge © Neode, 2020.....	30
Fig. 35 : table de travail à la lampe du XIXe siècle © Corning Museum	31
Fig. 36 : Systèmes de buses en métal avec sortie du soufflet pour aviver la flamme © Corning Museum	31
Fig. 37 : Figurine rompue avec fragments au sol	31
Fig. 38 : Figurines avec fracturation du verre	31
Fig. 39 : Anonyme, Retable représentant une petite crucifixion, vers 1700, Nevers © Musée du Louvre	32

Fig. 40 : Localisation des éléments d'accroche	34
Fig. 41 : Vitre	34
Fig. 42 : Papier doré	35
Fig. 43 : papier gaufré	35
Fig. 44 : papier marbré	35
Fig. 45 : Lion situé sur le premier drapeau	35
Fig. 46 : Localisation du papier doré	35
Fig. 47 : Localisation du papier gaufré	36
Fig. 48 : Fleurs d'acanthes et liseré d'ovales	36
Fig. 49 : Papier marbré du diorama	36
Fig. 50 : Peinture du ciel sur le fond de la boîte	37
Fig. 51 : Arcades des Procuraties et Tour de l'Horloge	37
Fig. 52 : Zone grise à côté de la Tour de l'Horloge	37
Fig. 53 : Tribune et macchina	38
Fig. 54 : Bâtiments perlés	38
Fig. 55 : Emplacement des peintures colorées © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	39
Fig. 56 : Bois orangé	39
Fig. 57 : Détail du bois	39
Fig. 58 : Tubes blancs sur la bibliothèque Marciana	40
Fig. 59 : Tubes colorés sur la Basilique	40
Fig. 60 : Tubes transparents peints sur le Campanile	40
Fig. 61 : Façade du Palais des Doges	40
Fig. 62 : Drapeaux des étendards	41
Fig. 63 : Drapeaux Basilique	41
Fig. 64 : Ceintures acrobates	41
Fig. 65 : Tentures de la Bibliothèque Marciana	42
Fig. 66 : Tentures Palais des Doges	42
Fig. 67 : Voiles noirs	42
Fig. 68 : Ceintures noires	42
Fig. 69 : Verre bleu	43
Fig. 70 : Verre bordeaux	43
Fig. 71 : Verre noir	43
Fig. 72 : Verre rose	44
Fig. 73 : Verre vert	44
Fig. 74 : Pigeon	44
Fig. 75 : Yeux et bouches	44
Fig. 76 : Boutons orange	44
Fig. 77 : Décor rose	44
Fig. 78 : Peinture orange	44
Fig. 79 : Peinture bleu foncé	44
Fig. 80 : Peinture blanche	44
Fig. 81 : Visage en peinture noire	44
Fig. 82 : Figurine avec cheveux brun clair	46
Fig. 83 : Col plongeant beige et cheveux brun foncé	46
Fig. 84 : Doge	47
Fig. 85 : Morceau de papier doré	47
Fig. 86 : Figurine n° 3'	47
Fig. 87 : Figurine n° 4'	47

Fig. 88 : Figurine n° 6'	47
Fig. 89 : Figurine n° 8'	47
Fig. 90 : Vue de face, fissure horizontale	50
Fig. 91 : Vue du dos ; fissure horizontale	50
Fig. 92 : Localisation des trous d'envols	51
Fig. 93 : Déchirure bord senestre	51
Fig. 94 : Déchirure bord dextre	51
Fig. 95 : Localisation des soulèvements	52
Fig. 96 : Soulèvement et déchirures bordure dextre	52
Fig. 97 : Zones abrasées sur la bande horizontale	52
Fig. 98 : Auréole sur la bordure senestre	52
Fig. 99 : Auréole sur le cartel	52
Fig. 100 : Traits gris	53
Fig. 101 : Dégradations couche picturale du ciel	53
Fig. 102 : Fissures, soulèvements et lacunes sur la macchina	53
Fig. 103 : Trous d'infestation sur l'étendard	54
Fig. 104 : Trous sur les drapeaux de la Basilique	54
Fig. 105 : Fragments de textile rouge	54
Fig. 106 : Fragments rouges à la base des étendards	54
Fig. 107 : Lion du premier étendard	54
Fig. 108 : Lion du second étendard	54
Fig. 109 : Poussière sur la base de la macchina	55
Fig. 110 : Dépôts sur le fond de la boîte	55
Fig. 111 : Partie sommitale de la Bibliothèque	55
Fig. 112 : Base arrière de bibliothèque	55
Fig. 113 : Éléments détachés obstruant la place	56
Fig. 114 : Cartographie des détachements	57
Fig. 115 : Sels	58
Fig. 116 : Surface transpirante avec dépôt poussiéreux adhérent	58
Fig. 117 : Adhésif oxydé	58
Fig. 118 : Corrosion à l'interface métal/verre	59
Fig. 119 : Corrosion sur partie lacunaire	59
Fig. 120 : Tige nue	59
Fig. 121 : Fragments entourant les figurines sur la partie dextre du diorama	59
Fig. 122 : Figurine n° 55	60
Fig. 123 : Figurine n° 8	60
Fig. 124 : Figurine n° 18	61
Fig. 125 : Figurine n° 20	61
Fig. 126 : Figurine n°4	63
Fig. 127 : Figurine n°13	63
Fig. 128 : Figurine n°22	63
Fig. 129 : Figurine n°23	63
Fig. 130 : Tige métallique non corrodée	65
Fig. 131 : Dépouilles trouvées sur le Palais des Doges	65
Fig. 132 : Déformation du bois en fonction de leur angle de coupe ©Colmars, 2011, p. 17	66
Fig. 133 : Fissure avec direction des tensions	66
Fig. 134 : Dégradation de la couche picturale	66
Fig. 135 : Poussière dans le film adhésif	67

Fig. 136 : Poussière adhérente	67
Fig. 137 : Mouvements et zones touchées	70
Fig. 138 : Emplacement des ventouses	74
Fig. 139 . : Orientation des tiges.....	74
Fig. 140 : Outils d'extraction.....	75
Fig. 141 : Extraction des perles derrière la Bibliothèque	75
Fig. 142 : Zone 2 avant extraction	76
Fig. 143 : Zone 2 après extraction	76
Fig. 144 : Utilisation de l'aspirateur CLE	77
Fig. 145 : Avant dépoussiérage	77
Fig. 146 : Après dépoussiérage.....	77
Fig. 147 : Art sponge™ après nettoyage du ciel.....	78
Fig. 148 : Écouvillon avant et après usage	78
Fig. 149 : Avant traitement	78
Fig. 150 : Après traitement	78
Fig. 151 : Avant nettoyage à l'eau déminéralisée	81
Fig. 152 : Après nettoyage à l'eau déminéralisée	81
Fig. 153 : Avant nettoyage à l'éthylène glycol.....	81
Fig. 154 : Après nettoyage à l'éthylène glycol.....	81
Fig. 155 : Avant nettoyage à l'éthanol.....	82
Fig. 156 : Après nettoyage à l'éthanol.....	82
Fig. 157 : Avant nettoyage au coton-tige imprégné d'eau déminéralisée/éthanol 1:1	82
Fig. 158 : Après nettoyage au coton-tige imprégné d'eau déminéralisée/éthanol 1:1	82
Fig. 159 : Échantillon de base.....	83
Fig. 160 : Échantillon avec couche adhésive verte.....	83
Fig. 161 : Avant nettoyage au pinceau	84
Fig. 162 : Après nettoyage au pinceau	84
Fig. 163 : Avant nettoyage au coton	85
Fig. 164 : Après nettoyage au coton	85
Fig. 165 : Aspect des 10 gels d'Agar à 4 % et aspect de surface.....	86
Fig. 166 : Avant nettoyage au gel et au coton	87
Fig. 167 : Après deux nettoyages au gel et au coton.....	87
Fig. 168 : Aspect des 5 gels et coton après nettoyage.....	87
Fig. 169 : Application du gel.....	88
Fig. 170 : Gel après la 1 ^{ère} et seconde application	88
Fig. 171 : Avant intervention	88
Fig. 172 : Après intervention	88
Fig. 173 : Montage de la prolongation.....	89
Fig. 174 : Montage avant utilisation	89
Fig. 175 : Bibliothèque avant nettoyage	90
Fig. 176 : Bibliothèque après nettoyage et collage	90
Fig. 177 : Bain pour le nettoyage des perles.....	91
Fig. 178 : Perles avant nettoyage	91
Fig. 179 : Perles après nettoyage	91
Fig. 180 : avant nettoyage	92
Fig. 181 : après nettoyage	92
Fig. 182 : avant nettoyage	92
Fig. 183 : après nettoyage	92

Fig. 184 : outils pour le nettoyage	92
Fig. 185 : avant nettoyage	92
Fig. 186 : après nettoyage	92
Fig. 187 : avant nettoyage	92
Fig. 188 : après nettoyage	92
Fig. 189 : acrylate et méthacrylate	94
Fig. 190 : Tube de conditionnement	95
Fig. 191 : Pinceaux en silicone.....	95
Fig. 192 : Avant remise en place des perles.....	95
Fig. 193 : Après remise en place des perles.....	95
Fig. 194 : Mise en place d'une perle.....	96
Fig. 195 : Façade des Procuraties avant intervention	96
Fig. 196 : Façade des Procuraties après intervention.....	96
Fig. 197 : Haut senestre de la Tour avant intervention.....	97
Fig. 198 : Haut senestre après intervention	97
Fig. 199 : Avant remise en place.....	97
Fig. 200 : Remise en place de la figurine * 106	97
Fig. 201 : Avant/après positionnement de la figurine n°* 106.....	98
Fig. 202 : Consolidation à la seringue	99
Fig. 203 : Figurine n° 4 avant traitement	99
Fig. 204 : Figurine n° 4 après traitement.....	99
Fig. 205 : Figurine n° 46 avant traitement.....	100
Fig. 206 : Figurine n° 46 après traitement.....	100
Fig. 207 : avant retrait	101
Fig. 208 : après retrait	101
Fig. 209 : avant retrait	101
Fig. 210 : après retrait	101
Fig. 211 : Figurine n°2 avant réintégration	102
Fig. 212 : Figurine n°2 après réintégration	102
Fig. 213 : Figurine n°46 avant réintégration	102
Fig. 214 : Figurine n°46 après réintégration	102
Fig. 215 : Avant collage	102
Fig. 216 : Après collage	102
Fig. 217 : Brumisateurs	103
Fig. 218 : Avant stabilisation	103
Fig. 219 : Après stabilisation	103
Fig. 220 : Diorama après traitement	105
Fig. 221 : Zone senestre où les éléments architectoniques (perles et tubes) doivent encore être remplacés.	106
Fig. 222 : Palais des Doges	106
Fig. 223 : Basilique Saint-Marc	106
Fig. 224 : Immeuble	106
Fig. 225 : Figurines, fragments de figurines, tubes et perles devant être encore remplacés.....	107
Fig. 226 : Localisation des solvants sur le triangle de Teas	133
Fig. 227 : Figurine n°* 112	135
Fig. 228 : Fragment blanc	136
Fig. 229 : Fragment bleu.....	136
Fig. 230 : Tubes 1 et 2.....	137

Fig. 231 : Perle blanche	138
Fig. 232 : Perle bleue.....	138
Fig. 233 : Vue avant du diorama © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)	141
Fig. 234 : Vue plongeante de l'intérieur © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)	142
Fig. 235 : Dos du diorama © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg).....	143
Fig. 236 : Perle transparente° 1.....	144
Fig. 237 : Perle violette n° 2.....	144
Fig. 238 : Perle nacré n° 3	144
Fig. 239: Perle nacrée opaque n° 4.....	144
Fig. 240: Petite perle blanche n° 5.....	144
Fig. 241 : Grande blanche n° 6.....	144
Fig. 242 : bleue translucide n° 7.....	144
Fig. 243 : Perle bleu clair n° 8	144
Fig. 244: Perle bleu n° 9	144
Fig. 245: Petite perle verte n° 10.....	144
Fig. 246: Grande perle verte n° 11	144
Fig. 247 :Petite verte opaque n°12	144
Fig. 248 : Perle rouge n° 13	145
Fig. 249 : Perle bordeaux n° 14.....	145
Fig. 250 : perle doré n° 15.....	145
Fig. 251 : Perle noir n° 16.....	145
Fig. 252: Figurine n° 1	145
Fig. 253: Figurine n° 2	145
Fig. 254: Figurine n° 3	145
Fig. 255: Figurine n° 4.....	145
Fig. 256: Figurine n° 5	145
Fig. 257: Figurine n° 6	145
Fig. 258: Figurine n° 7	145
Fig. 259: Figurine n° 8.....	145
Fig. 260: Figurine n° 9.....	146
Fig. 261: Figurine n° 10	146
Fig. 262: Figurine n° 11	146
Fig. 263: Figurine n° 12	146
Fig. 264: Figurine n° 13	146
Fig. 265: Figurine n° 14	146
Fig. 266: Figurine n° 15	146
Fig. 267: Figurine n° 16	146
Fig. 268: Figurine n° 17	146
Fig. 269: Figurine n° 18	146
Fig. 270: Figurine n° 19	146
Fig. 271: Figurine n° 20	146
Fig. 272: Figurine n° 21	146
Fig. 273: Figurine n° 22	146
Fig. 274: Figurine n° 23	146
Fig. 275: Figurine n° 24	146
Fig. 276: Figurine n° 25	147
Fig. 277: Figurine n° 26	147

Fig. 278: Figurine n° 27	147
Fig. 279: Figurine n° 28	147
Fig. 280: Figurine n° 29	147
Fig. 281: Figurine n° 30	147
Fig. 282: Figurine n° 31	147
Fig. 283: Figurine n° 32	147
Fig. 284: Figurine n° 33	147
Fig. 285: Figurine n° 34	147
Fig. 286: Figurine n° 35	147
Fig. 287: Figurine n° 36	147
Fig. 288: Figurine n° 37	147
Fig. 289: Figurine n° 38	147
Fig. 290: Figurine n° 39	147
Fig. 291: Figurine n° 40	147
Fig. 292: Figurine n° 41	148
Fig. 293: Figurine n° 42	148
Fig. 294: Figurine n° 43	148
Fig. 295: Figurine n° 44	148
Fig. 296: Figurine n° 45	148
Fig. 297: Figurine n° 46	148
Fig. 298: Figurine n° 47	148
Fig. 299: Figurine n° 48	148
Fig. 300: Figurine n° 49	148
Fig. 301: Figurine n° 50	148
Fig. 302: Figurine n° 51	148
Fig. 303: Figurine n° 52	148
Fig. 304: Figurine n° 53	148
Fig. 305 : Figurine n° 54	148
Fig. 306: Figurine n° 55	148
Fig. 307: Figurine n° 56	148
Fig. 308: Figurine n° 57	149
Fig. 309: Figurine n° 58	149
Fig. 310: Figurine n° 59	149
Fig. 311: Figurine n° 60	149
Fig. 312: Figurine n° 61	149
Fig. 313: Figurine n° 62	149
Fig. 314: Figurine n° 63	149
Fig. 315: Figurine n° 64	149
Fig. 316: Figurine n° 65	149
Fig. 317: Figurine n° 66	149
Fig. 318: Figurine n° 67	149
Fig. 319: Figurine n° 68	149
Fig. 320 : Figurine n° 69	149
Fig. 321: Figurine n° 70	149
Fig. 322: Figurine n° 71	149
Fig. 323: Figurine n° 72	149
Fig. 324: Figurine n° 73	150
Fig. 325 : Figurines n°74, 75, 76, 77	150

Fig. 326 : Figurine n° 78	150
Fig. 327: Figurine n° 79	150
Fig. 328 : Figurine n° 80	150
Fig. 329: Figurine n° 81	150
Fig. 330: Figurine n° 82	150
Fig. 331: Figurine n° 83	150
Fig. 332 : Figurine n° 84	150
Fig. 333 : Figurine n° 85	150
Fig. 334: Figurine n° 86	150
Fig. 335 : Figurines n° 87, 88, 89, 90.....	150
Fig. 336: Figurine n° 91	150
Fig. 337: Figurine n° 92	150
Fig. 338: Figurine n° 93	151
Fig. 339: Figurine n° 94	151
Fig. 340 : Figurines n°95, 96, 97, 98 ,99, 100,101	151
Fig. 341 : Figurine n°* 102	151
Fig. 342 : Figurine n°* 103	151
Fig. 343: Figurine n°* 104.....	151
Fig. 344: Figurine n°* 105.....	151
Fig. 345: Figurine n°* 106.....	151
Fig. 346: Figurine n°* 107.....	151
Fig. 347: Figurine n°* 108.....	151
Fig. 348: Figurine n°* 109.....	151
Fig. 349: Figurine n°* 110.....	151
Fig. 350: Figurine n°* 111.....	151
Fig. 351 : Figurine n°* 112	151
Fig. 352 : Figurine n°1'	152
Fig. 353: Figurine n°2'	152
Fig. 354: Figurine n°3'	152
Fig. 355: Figurine n°4'	152
Fig. 356: Figurine n°5'	152
Fig. 357: Figurine n°6'	152
Fig. 358: Figurine n°7'	152
Fig. 359: Figurine n°8'	152
Fig. 360: Figurine n°9'	152
Fig. 361: Figurine n°10'	152
Fig. 362: Figurine n°11'	152
Fig. 363: Figurine n°12'	152
Fig. 364: Figurine n°13'	152
Fig. 365: Figurine n°14'	152
Fig. 366: Figurine n°15'	152
Fig. 367: Figurine n°16'	152
Fig. 368 : Figurine n°17'	153
Fig. 369: Figurine n°18'	153
Fig. 370: Figurine n°19'	153
Fig. 371: Figurine n°20'	153
Fig. 372 : Figurine n°21'	153
Fig. 373 : Figurine n°22'	153

Fig. 374 : Figurine n°23'	153
Fig. 375 : Figurines n°24',25',26',27',28',29',30',31',32',33',34',35'	153
Fig. 376 : Figurines n°36', 37', 38', 39', 40', 41'	154
Fig. 377 : Figurines n°42', 43', 44', 45'	154
Fig. 378 : Figurine n°46'	154
Fig. 379 : Figurine n°47'	154
Fig. 380 : Figurine n°48'	154
Fig. 381 : Figurine n°49'	154
Fig. 382 : Figurine n°50'	154
Fig. 383 : Figurine n°51'	154
Fig. 384 : Figurine n°52'	154
Fig. 385 : Figurine n°53'	154
Fig. 386 : Localisation des auréoles	155
Fig. 386 : Pigeon et fragments de verre et de papier	156
Fig. 387 : Perles détachées	156
Fig. 388 : Tubes détachés	157
Fig. 389 : Tube de la bordure supérieur du cartel	157
Fig. 390 : Fragments extraits lors du retrait de la vitre	158
Fig. 391 : Figurine, perles et tubes	159
Fig. 392 : Fragments de figurines	160
Fig. 393 : Tubes et pigeon appartenant à la Bibliothèque Marciana.	160
Fig. 394 : Perles et tubes	161
Fig. 395 : Tubes et perles	162
Fig. 396 : Tubes, perles et fragments de personnages retrouvés devant la tour de l'Horloge.	163
Fig. 397 : Figurines retrouvées sur la macchina et devant la Tour de l'Horloge	164
Fig. 398 : Tubes	164
Fig. 399 : Tous les éléments retrouvés sous la Basilique	165
Fig. 400 : Éléments trouvés entre la Basilique et le Palais des Doges (couloir d'environ 2.5 cm de large)	165
Fig. 401 : Fragments de figurines trouvés dans zone située devant la tribune entre le Palais de Doges et la macchina.	166
Fig. 402 : Place côté dextre avant intervention	168
Fig. 403 : Place côté dextre après intervention	168
Fig. 404 : Place senestre avant réintégration	169
Fig. 405 : Place senestre après réintégration	169
Fig. 407 : Etat de conservation 1970 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020.....	183
Fig. 407 : Etat de conservation en 2013 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	184
Fig. 409 : Etat de conservation en 2020 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020	185
Fig. 409 : pinceau, avant	186
Fig. 410 : pinceau, après 1 min	186
Fig. 411 : pinceau, avant	186
Fig. 412 : pinceau, après 2 min.	186
Fig. 413 : pinceau, avant	186
Fig. 414 : pinceau, après 3 min.	186
Fig. 415 : coton-tige, avant	188
Fig. 416 : coton-tige, après 1 min.	188
Fig. 417 : coton-tige, avant	188
Fig. 418 : coton-tige, après 2 min.	188

Fig. 419 : coton-tige, avant	188
Fig. 420 : coton-tige, après 3 min. 30	188
Fig. 421 : Agar 4 %, avant.....	190
Fig. 422 : Agar 4 %, après 2 min.....	190
Fig. 423 : Agar 4 %, avec gel	190
Fig. 424 : Agar 4 %, avant.....	190
Fig. 425 : Agar 4 %, après 3 min.....	190
Fig. 426 : Agar 4 %, avec gel	190
Fig. 427 : Agar 4 %, avant.....	191
Fig. 428 : Agar 4 %, après 10 applications	191
Fig. 429 : Agar 4 %, avec gels	191
Fig. 430 : Agar 4 % + coton, avant	193
Fig. 431 : Agar 4 % + coton, après 1 application.....	193
Fig. 432 : Agar 4 % + coton., avant	193
Fig. 433 : Agar 4 % + coton., après 2 applications	193
Fig. 434 : Agar 4 % + coton, avant	193
Fig. 435 : Agar 4 % + coton, après 3 applications	193
Fig. 436 : Agar 4 % + coton, avant	194
Fig. 437 : Agar 4 % + coton, après 4 applications	194
Fig. 438 : Agar 4 % + coton, avant	194
Fig. 439 : Agar 4 % + coton, après 5 applications	194
Fig. 440 : N° 5 Agar 4 % + eau dem., gels et cotons-tiges après utilisation	194

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des figurines en fonction de leur état de conservation.....	60
Tableau 2 : Résultat des analyses en % molaire	64
Tableau 3 : Observations sur les gels à 3 et 5 %	85
Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques du Paraloid B72	94
Tableau 5 : Résultat des tests d'infiltration et de traction	99
Tableau 6 : Temps d'interventions	104
Tableau 7 : Caractéristiques des solvants	133
Tableau 8 : Solubilité des sels dans les solvants sélectionnés	134
Tableau 9 : Nombre et répartition des perles par zones	167
Tableau 10 : Exemple d'une transformation de pourcentage d'oxydes en pourcentage molaire.....	171
Tableau 11 : Récapitulatif de la répartition des couleurs de verre et autres matériaux sur les figurines en verre filé.....	172
Tableau 12 : Répartition des couleurs et matériaux sur les figurines en bois.....	173
Tableau 13 : État de conversation de tous les verres des figurines en verre filé	175
Tableau 14 : Test de nettoyage avec un pinceau et de l'eau déminéralisée	186
Tableau 15 : Observations des tests de nettoyage au pinceau	187
Tableau 16 : Test de nettoyage avec un coton-tige imbibé d'eau déminéralisée	188
Tableau 17 : Observations des tests de nettoyage au coton-tige.....	189
Tableau 18 : Test de nettoyage avec un gel aqueux d'Agar Art® à 4 % (p/p) dans de l'eau déminéralisée appliqué à chaud	190
Tableau 19 : Observations des tests de nettoyage au gel d'Agar Art à 4 %	192
Tableau 20 : Test de nettoyage avec un gel aqueux d'Agar Art à 4 % (p/p) dans de l'eau dém. appliqué à chaud à la seringue puis passage d'un coton-tige imprégné d'eau dém.	193
Tableau 21 : Observations des tests de nettoyage avec un gel d'Agar Art à 4 % et coton-tige.....	195

Liste des illustrations

ill. 1 : Dimensions du châssis externe.....	33
ill. 2 : Dimensions et emboîtement du châssis interne	33
ill. 3. Emplacement de la vitre	33
ill. 4 : Bordures incurvées et liseré arrondi.....	33
ill. 5 : Localisation des zones	75

Liste des schémas

Schéma 1 : Échelle de temps pour la construction des bâtiments de la Place Saint-Marc avec en rouge les dates importantes.....	20
Schéma 2 : Timeline des années d'apparition des événements du Jeudi gras avec en rouge la date importante	20
Schéma 3 : Fabrication de tubes de verre © Caroll et Allen, 2004, p. 31	28
Schéma 4 : Installation pour le polissage des perles © Caroll et Allen, 2004, p. 32	29
Schéma 5 : Technique du manchon © Davison, 2010, p. 127.....	34
Schéma 6 : Emplacement des bâtiments	38
Schéma 7 : Emplacement des figurines en verre.....	45
Schéma 8 : Emplacement des figurines en bois	48
Schéma 9 : État de conservation des figurines en verre filé	62
Schéma 10 : Réseau vitreux après l'ajout des fondants et des stabilisants ©Verhaar, 2018, p.26	68
Schéma 11 : Conseil de manipulation.....	108

Liste des spectres

Spectre 1 : Analyse de la tige d'un pigeon. La présence d'Al est due à l'isolation de la figurine par un papier d'aluminium © Neode, 2020	135
Spectre 2 : Composition du fragment blanc	136
Spectre 3 : Composition du fragment bleu	136
Spectre 4 : Résultat de l'analyse de la tube n° 1	137
Spectre 5 : Résultat de l'analyse de la tube n° 2.....	137
Spectre 6 : Composition de la perle blanche	138
Spectre 7 : Composition de la perle bleue	138
Spectre 8 : Composition de la peinture du ciel ©He-arc, Édith Joseph, 2020	139
Spectre 9 : En rouge spectre de l'échantillon d'adhésif et en violet spectre de référence d'un adhésif à base de collagène.....	140
Spectre 10 : En vert et violet, adhésifs analysés et en rouge spectre de référence de la cire d'abeille	140

Glossaire

Sérénissime : La République de Venise, aussi nommée la Dominante¹²⁴.

Period room : pièce regroupant du mobilier, œuvres et éléments architecturaux ayant une unité stylistique¹²⁵.

Lacca povera : technique cherchant à imiter la laque. Il s'agit de gravures colorées collées sur une fine toile préalablement placée sur le meuble pour atténuer les irrégularités du support. Le tout est recouvert d'une quinzaine de couches de vernis fait à base de sandaraque¹²⁶.

Doge : plus haute charge de l'état vénitien¹²⁷.

Bauta : châle de dentelle encadrant le visage et retombant sur les épaules. Il s'agit d'un masque typique du XVIIIe siècle à Venise. Il se compose d'un châle, d'un masque aux formes anguleuses et un tricorne.¹²⁸

Commedia dell'arte : jeu de théâtre comique créé au XVIe siècle. Il s'agit d'un théâtre d'improvisation dont les personnages principaux sont toujours les mêmes tel qu'Arlequin, Brighella, Pantalon...¹²⁹

¹²⁴ Pedrocco, 2010, p. 13

¹²⁵ Jolly, 2020, p. 12

¹²⁶ Reyssat, 2008, [En ligne]

¹²⁷ Bertrand, 2017, p. 399

¹²⁸ Ibidem

¹²⁹ Bertrand, 2017, p. 400

Annexes

1 Recherche sur la solubilité des sels dans des solvants polaires

Nous savons que l'eau, si elle est appliquée en contact prolongé et de manière non contrôlée peut dégrader le verre¹³⁰. Cependant c'est elle qui présente les meilleures capacités de dissolution de la majorité des sels. Sa haute constante diélectrique (80) indique un fort pouvoir dissociant. Ses liaisons covalentes permettent de dissoudre les sels en rompant les liaisons ioniques¹³¹¹³².

Nous avons comparé les capacités de solubilisation de l'eau avec d'autres solvants polaires : le glycérol, l'éthylène glycol, le méthanol et l'éthanol (Tableau 7, p. 133). Pour déterminer s'il était possible de réaliser un nettoyage avec d'autres solvants que l'eau ou l'éthanol.

Tableau 7 : Caractéristiques des solvants

Solvants	Paramètre		
	Fd	Fp	Fh
Eau	18	28	54
Glycérol	26	22	52
Ethylène-glycol	32	17	51
Méthanol	30	22	48
Éthanol	36	18	46

Placés en fonction de leurs valeurs des forces de dispersion (Fd), polarité (Fp), ponts hydrogène (Fh) dans le triangle de Teas (Fig. 226, p. 133). Bien que polaires, ils présentent tous une polarité inférieure à l'eau.

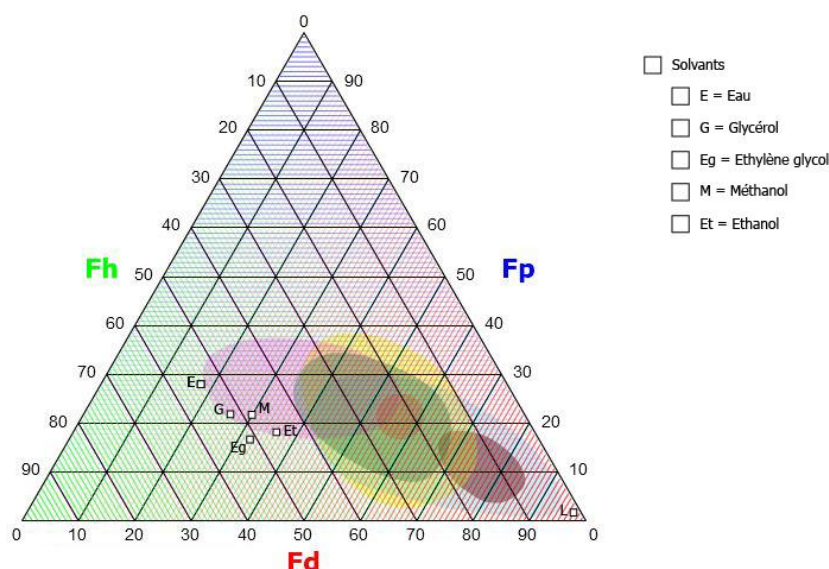


Fig. 226 : Localisation des solvants sur le triangle de Teas

¹³⁰ Bouyer, 2007, p. 61

¹³¹ Torraca, 2005, p. 13

¹³² Échange avec Monsieur Francisco Mederos-Henry, scientifique en conservation, Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Bruxelles, le 11 mai 2020

Le Tableau 8¹³³ (p. 134) présente la solubilité théorique¹³⁴ des sels les plus couramment trouvés à la surface des verres dégradés dans les solvants sélectionnés.

Nous constatons sans surprise que l'eau est la plus efficace. Le glycérol (constante diélectrique de 47) est, des quatre solvants sélectionnés, le plus efficace. Il n'est cependant pas utilisable dans le cadre de ce nettoyage en raison de sa viscosité qui le rend difficilement retirable de la surface. Les autres solvants présentent un plus faible pouvoir de solubilisation. L'éthylène glycol est cependant le plus efficace des trois, il sera donc testé. En raison de sa toxicité, le méthanol ne sera pas retenu. Il peut provoquer des irritations oculaires pouvant entraîner la cécité¹³⁵.

Tableau 8 : Solubilité des sels dans les solvants sélectionnés

Nom	Solvants				
	Eau	Glycérol	Éthylène glycol	Méthanol	Éthanol
Constante diélectrique	80	47	37	32.7	24.5
Viscosité	1,002 × 10 ⁻³ Pa·s	1,49 Pa·s	16 × 10 ⁻³ Pa·s	0,5513 mPa s	1,20 × 10 ⁻³ Pa·s
Formiate de sodium (NaHCOO)	97.2 g/100g (20°C)			3.52 g/100g (15°C)	soluble
Acétate de sodium (NaCH ₃ COO)	123.5g/100g (20°C)		29.03g/100g (25°C)	16g/100g (15°C)	5.3 g/100mL (25°C)
Chlorure de sodium (NaCl)	35.9 g/100g (20°C)	8.2g/100g (25°C)	7.15 g/100g (25°C)	1.39g/100g (25°C)	0.174 g/100g (15°C)
Nitrate de sodium (NaNO ₃)	91.6 g/100g (25°C)			0.41 g/100g (25°C)	0.036 % massique (25 °C)
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	29.4 g/100g (25°C)	98.3g/100g (15°C)	3.46g/100g (20°C)	0.604g/100g (25°C)	0.03 g/ 100g (30°C)
Sulfate de sodium (Na ₂ SO ₄)	27.9g/100g (25°C)	soluble		0.017g/100g (20°C)	0.44 g/100g (20°C)
Formiate de potassium (CHKO ₂)	331g/100g (18°C)	52%massique (20°C)			insoluble
Acétate de potassium (CH ₃ CO ₂ K)	269.4g/100g (25°C)	77.4g/100g (20°C)		24.24 g/100g (15°C)	16.3 g/100 g à 25°C
Chlorure de potassium (KCl)	35.85 g/100g (25°C)	6.7 g/100g (25°C)	5.18 g/100g (25°C)	0.55 g/100g (25°C)	0.048g/100g (25°C)
Nitrate de potassium (KNO ₃)	37.9 g/100g(25°C)	soluble	soluble	0.3795 g/100g (25°C)	0.3 g/100g (20°C)
Carbonate de potassium (K ₂ CO ₃)	112.3g /100g (25°C)	39.4 g/100g (20°C)	34.4 g/100g (25°C)	6g/100g (25°C)	insoluble
Sulfate de potassium (K ₂ SO ₄)	12g /100g (25°C)	1.317g/100g (20°C)	insoluble	0.0596g/100g (25°C)	insoluble
	Les cases noires indiquent les informations les données qui n'ont pas pu être trouvées				

¹³³ Mazzini, 2017, p. 191-200 et Database Chemister, [s.d.], [En ligne]

¹³⁴ Il est important de signaler que les données de solubilité obtenues sont théoriques. Les ions et cations en surface des verres peuvent se lier et former d'autres sels complexes présentant une solubilité différente.

¹³⁵ Fiche toxicologique méthanol, p. 5 ;Davison, 2010, p. 204

2 Résultats des analyses

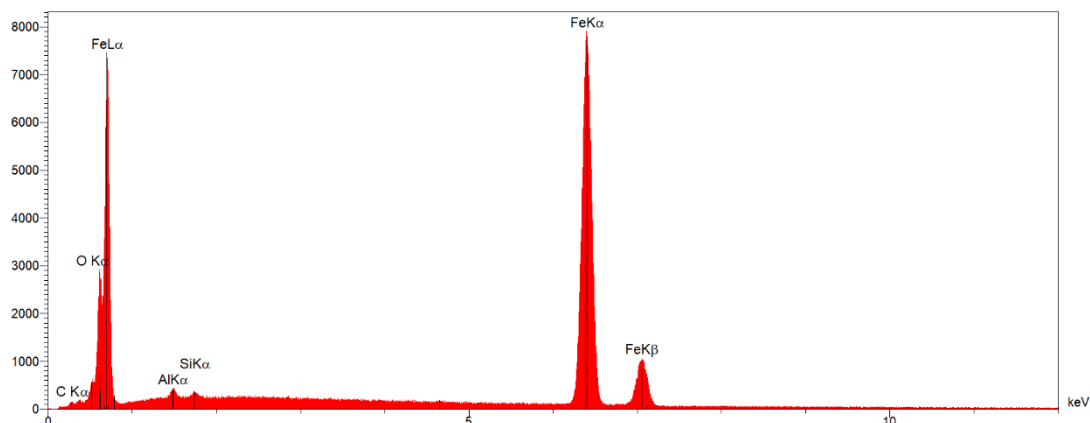
2.1 Microscope électronique à balayage couplé avec un spectromètre en dispersion d'énergie (MEB-SDE)

Les analyses ont été réalisées par Monsieur Stephan Ramseyer avec le MEB-SDE Jeol JSM-6400 device à Neode à La Chaux-de-Fonds.

2.1.1 Tige en fer pur



Fig. 227 : Figurine n°* 112



Spectre 1 : Analyse de la tige d'un pigeon. La présence d'Al est due à l'isolation de la figurine par un papier d'aluminium © Neode, 2020

2.1.1 Fragments de figurines

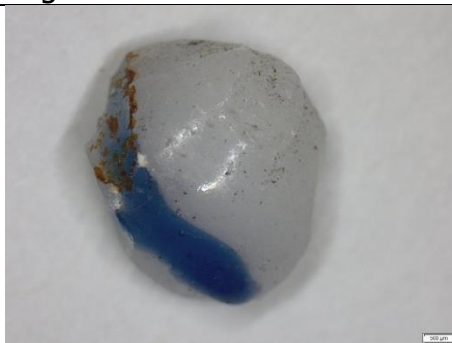
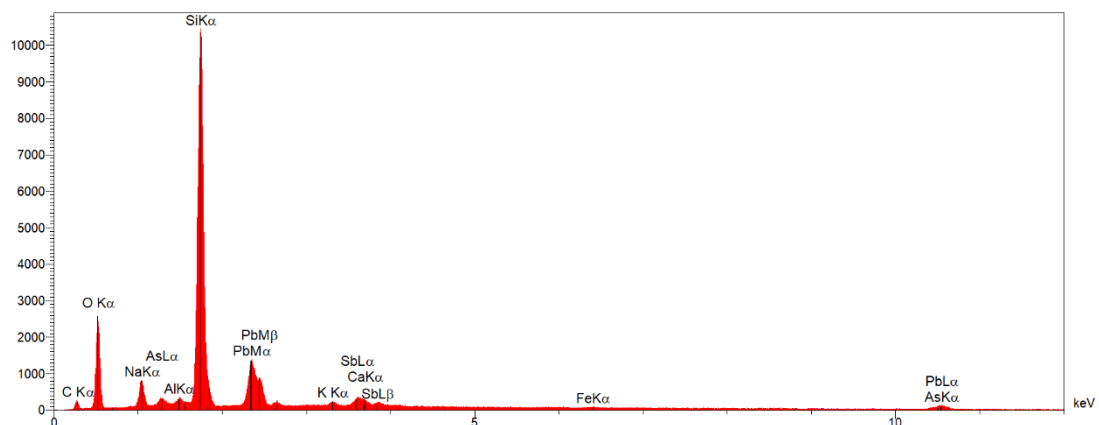


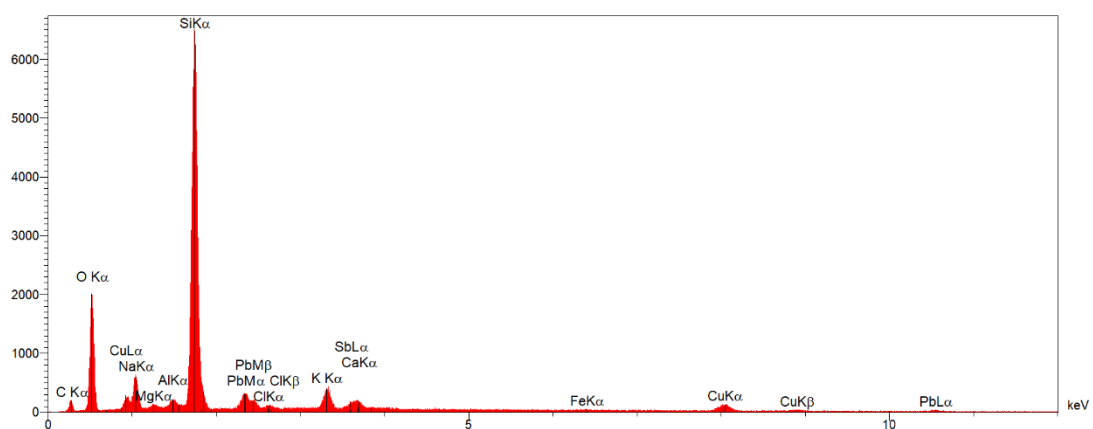
Fig. 228 : Fragment blanc



Spectre 2 : Composition du fragment blanc

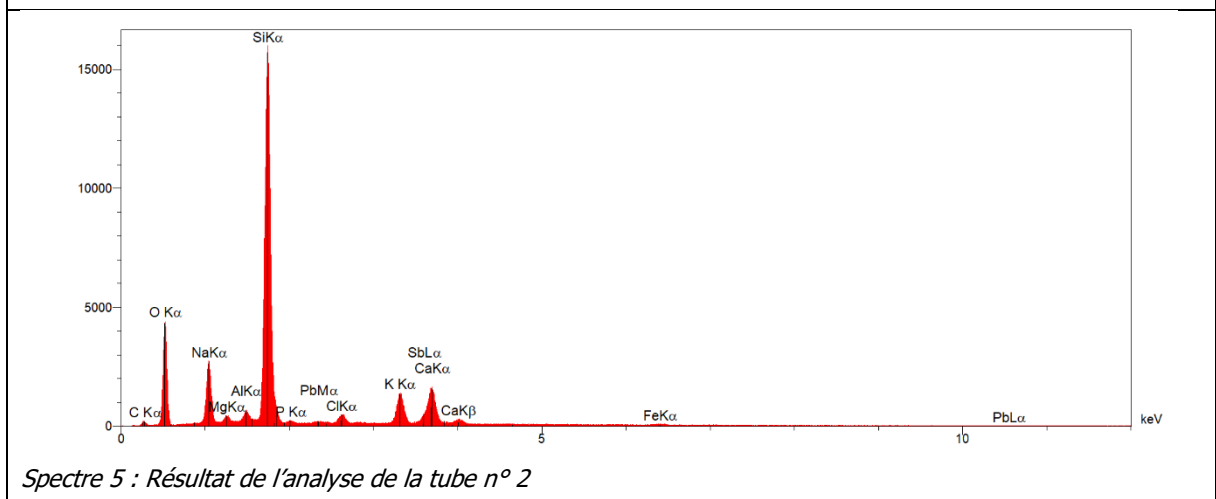
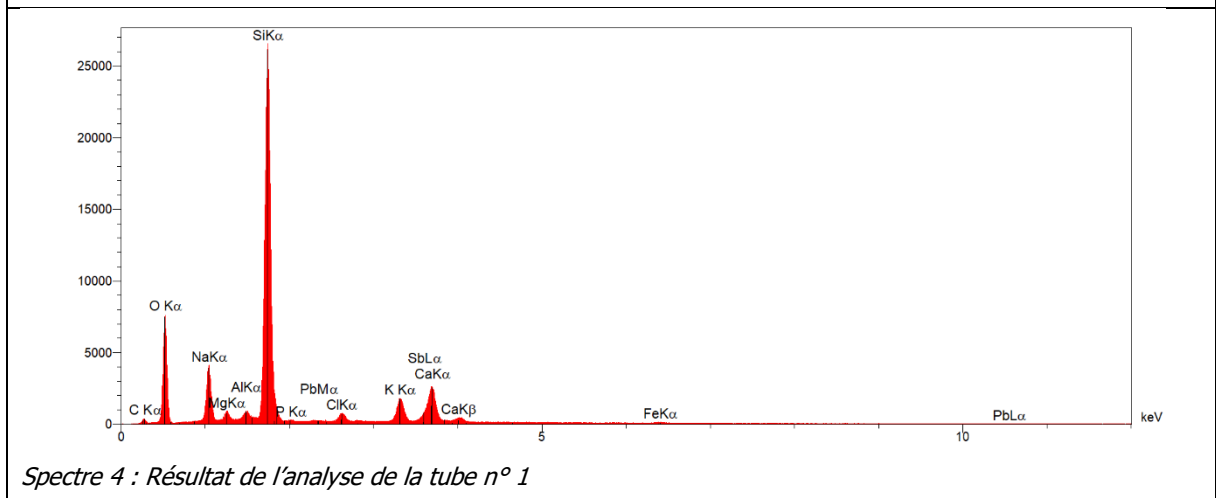
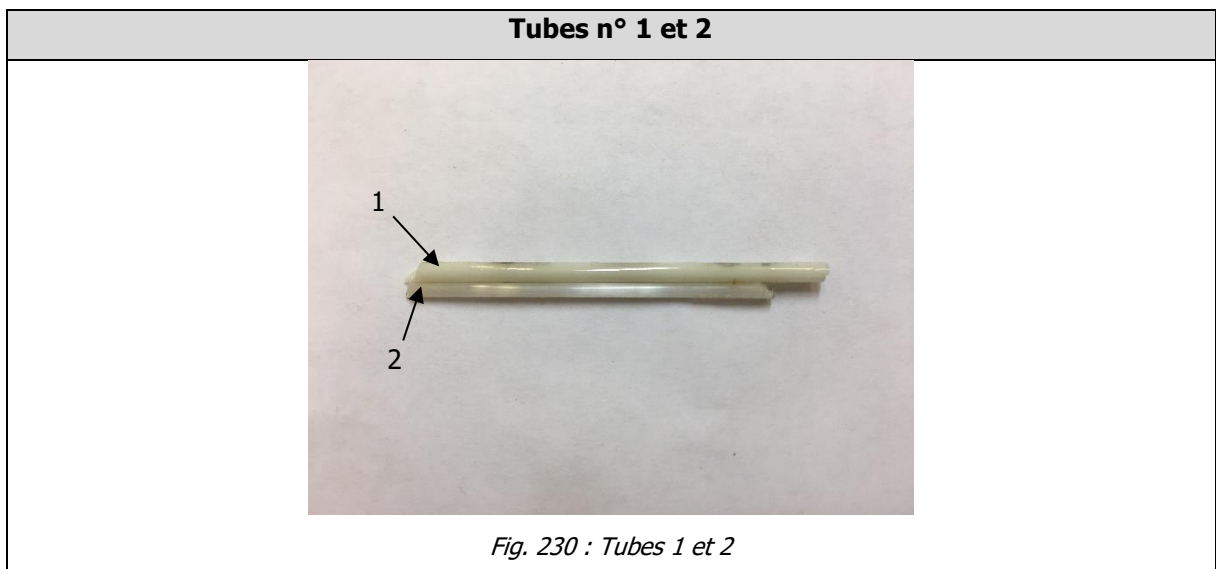


Fig. 229 : Fragment bleu

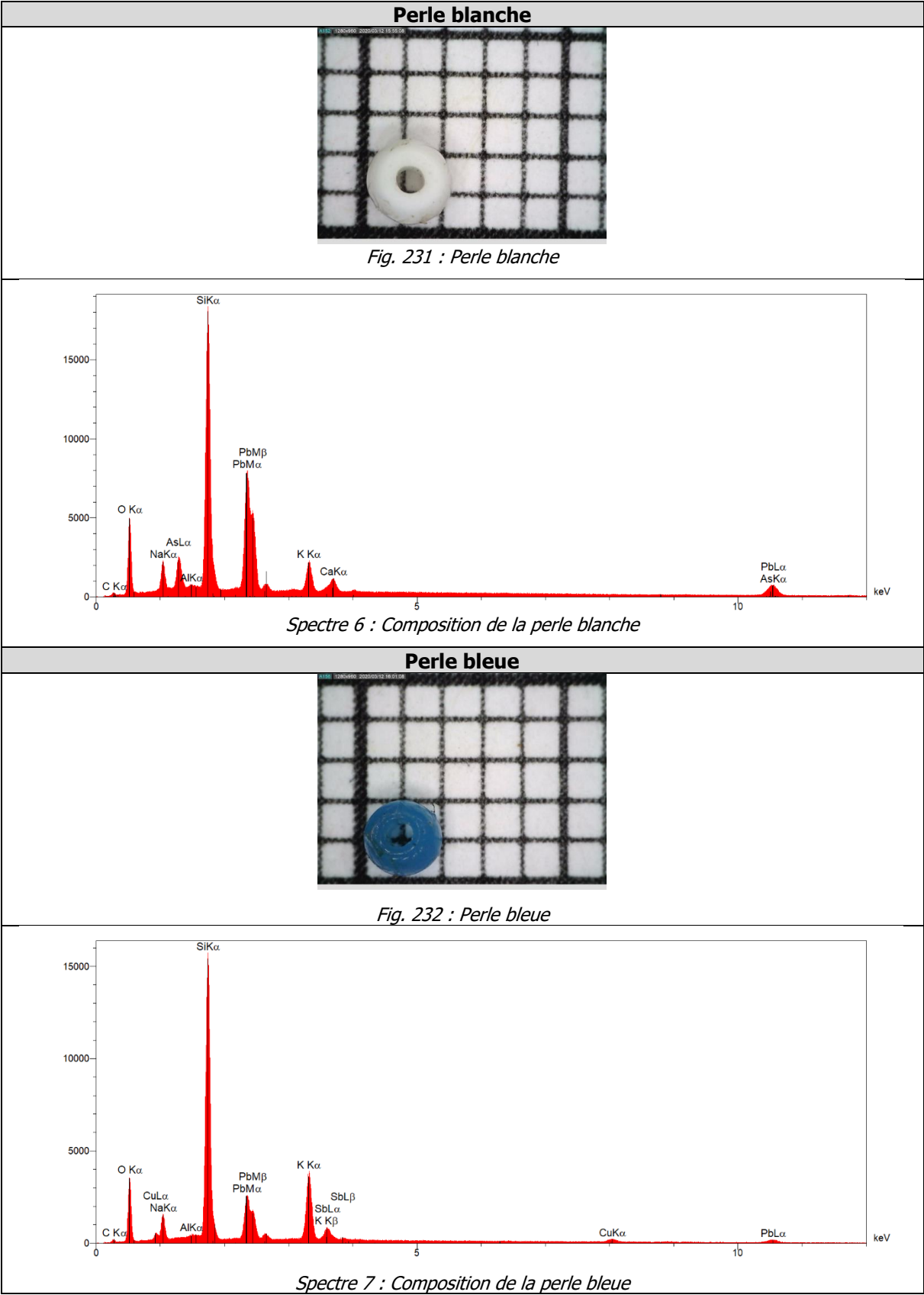


Spectre 3 : Composition du fragment bleu

2.1.2 Tubes de verre



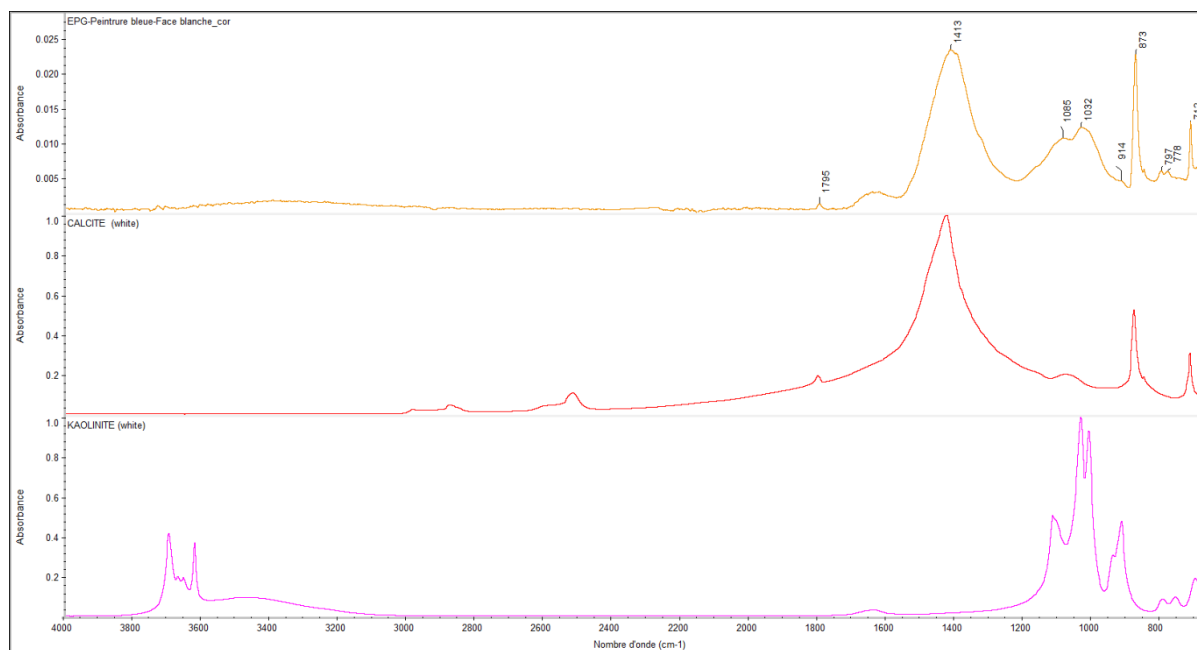
2.1.3 Perles



2.2 Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)

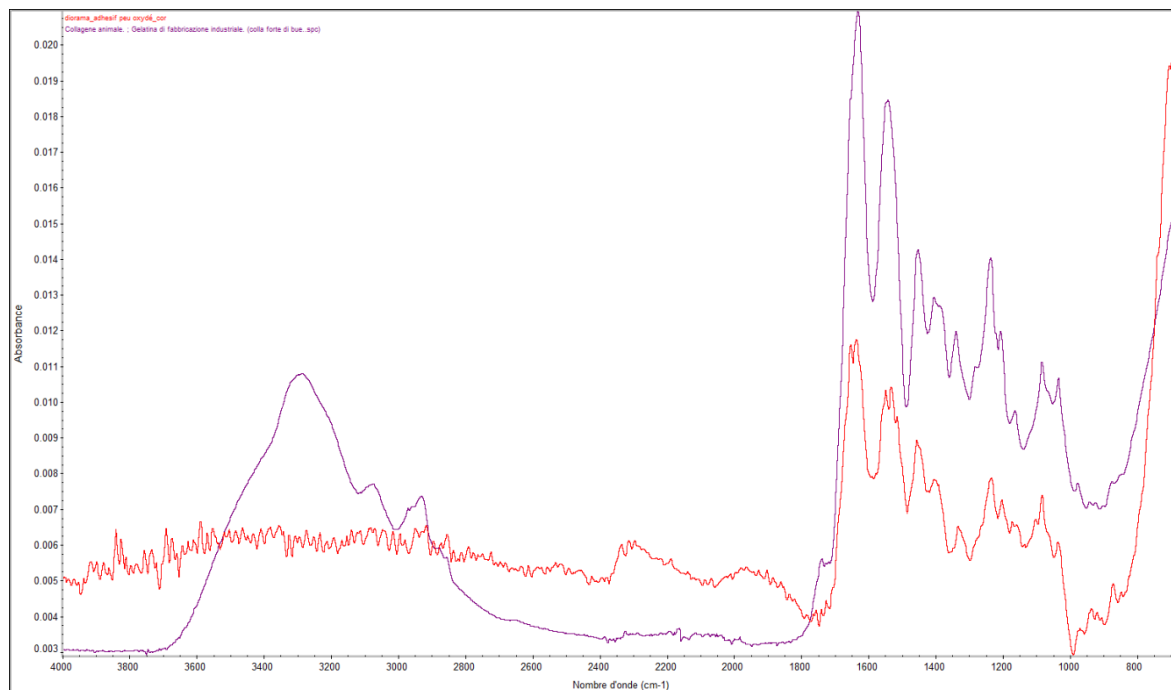
Les analyses ont été réalisées par Madame Dr Édith Joseph avec l'appareil FTIR : Thermo Scientific Nicolet iS5 de la Haute école ARC conservation-restauration.

2.2.1 Gesso du ciel



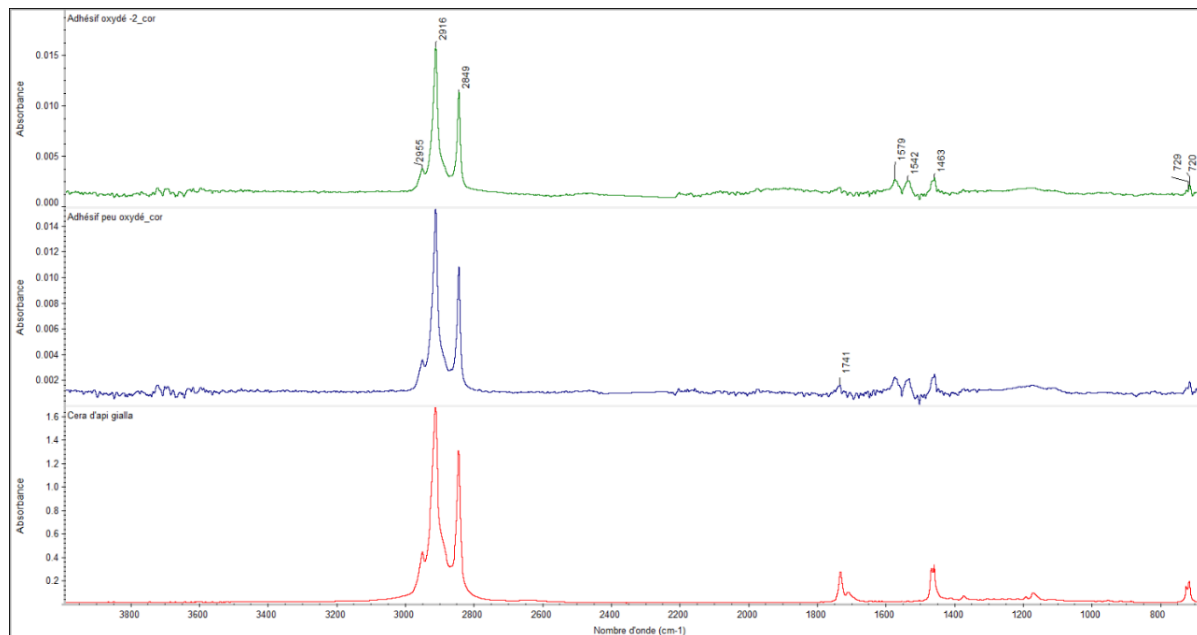
Spectre 8 : Composition de la peinture du ciel ©He-arc, Édith Joseph, 2020

2.2.2 Adhésif protéinique



Spectre 9 : En rouge spectre de l'échantillon d'adhésif et en violet spectre de référence d'un adhésif à base de collagène

2.2.3 Cire d'abeille



Spectre 10 : En vert et violet, adhésifs analysés et en rouge spectre de référence de la cire d'abeille

3 Figures

3.1 Vues du diorama



Fig. 233 : Vue avant du diorama © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)



Fig. 234 . Vue plongeante de l'intérieur © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)



Fig. 235 : Dos du diorama © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020 (photo : Christoph von Viràg)

3.2 Photographies des typologies de perles

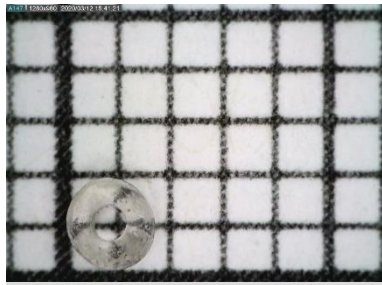


Fig. 236 : Perle transparente n° 1

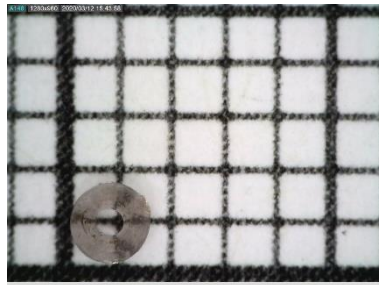


Fig. 237 : Perle violette n° 2

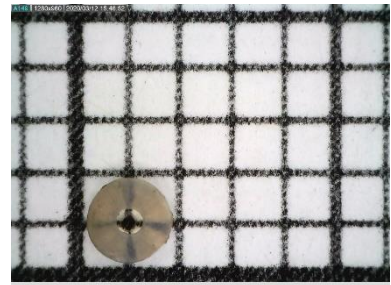


Fig. 238 : Perle nacré n° 3



Fig. 239 : Perle nacrée opaque n° 4



Fig. 240 : Petite perle blanche n° 5

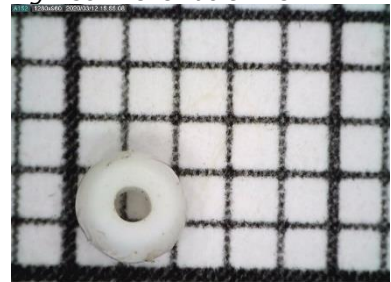


Fig. 241 : Grande blanche n° 6

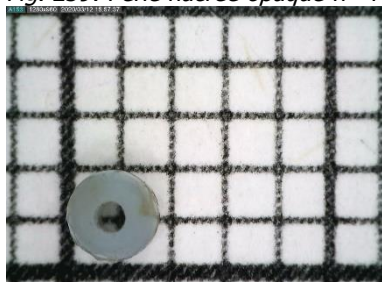


Fig. 242 : bleue translucide n° 7

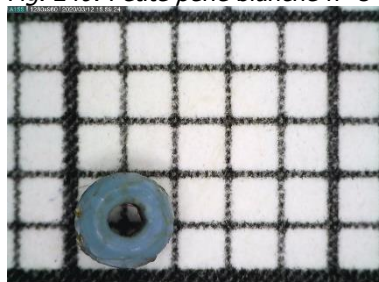


Fig. 243 : Perle bleu clair n° 8

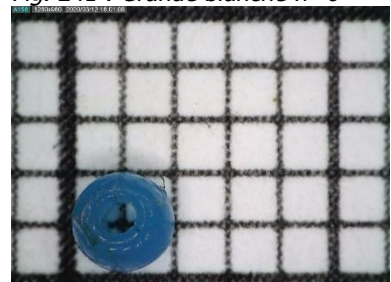


Fig. 244 : Perle bleu n° 9

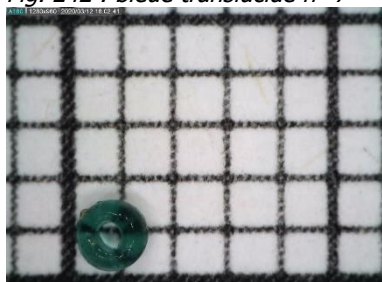


Fig. 245 : Petite perle verte n° 10



Fig. 246 : Grande perle verte n° 11



Fig. 247 : Petite verte opaque n° 12

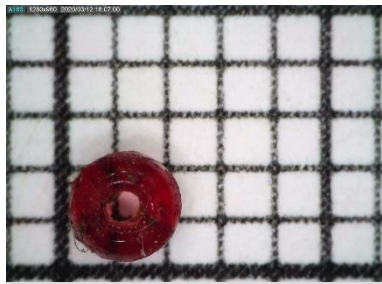


Fig. 248 : Perle rouge n° 13

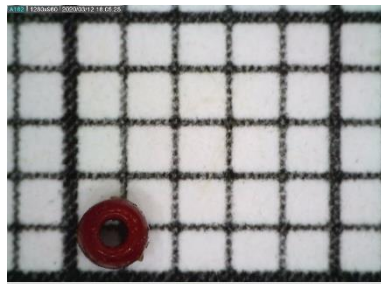


Fig. 249 : Perle bordeaux n° 14

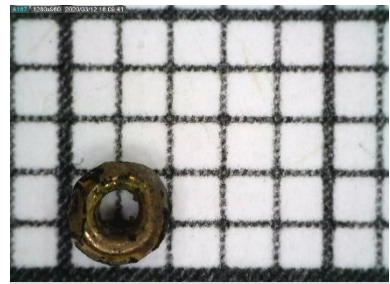


Fig. 250 : perle doré n° 15

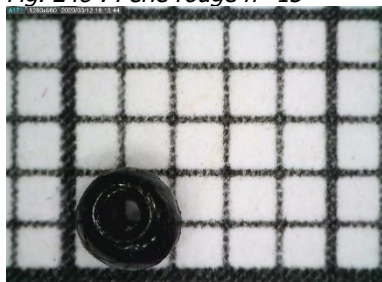


Fig. 251 : Perle noir n° 16

3.3 Photographie des typologies des figurines en verre filé



Fig. 252: Figurine n° 1



Fig. 253: Figurine n° 2



Fig. 254: Figurine n° 3



Fig. 255: Figurine n° 4



Fig. 256: Figurine n° 5



Fig. 257: Figurine n° 6

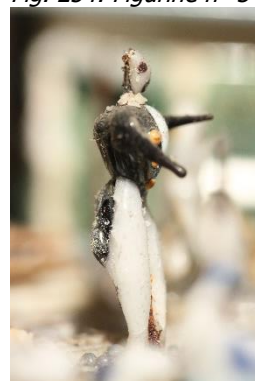


Fig. 258: Figurine n° 7



Fig. 259: Figurine n° 8



Fig. 260: Figurine n° 9

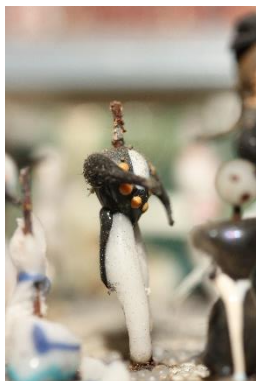


Fig. 261: Figurine n° 10



Fig. 262: Figurine n° 11



Fig. 263: Figurine n° 12



Fig. 264: Figurine n° 13



Fig. 265: Figurine n° 14



Fig. 266: Figurine n° 15



Fig. 267: Figurine n° 16



Fig. 268: Figurine n° 17



Fig. 269: Figurine n° 18



Fig. 270: Figurine n° 19



Fig. 271: Figurine n° 20



Fig. 272: Figurine n° 21



Fig. 273: Figurine n° 22



Fig. 274: Figurine n° 23



Fig. 275: Figurine n° 24



Fig. 276: Figurine n° 25



Fig. 277: Figurine n° 26



Fig. 278: Figurine n° 27



Fig. 279: Figurine n° 28



Fig. 280: Figurine n° 29



Fig. 281: Figurine n° 30



Fig. 282: Figurine n° 31



Fig. 283: Figurine n° 32



Fig. 284: Figurine n° 33



Fig. 285: Figurine n° 34



Fig. 286: Figurine n° 35



Fig. 287: Figurine n° 36



Fig. 288: Figurine n° 37



Fig. 289: Figurine n° 38



Fig. 290: Figurine n° 39



Fig. 291: Figurine n° 40



Fig. 292: Figurine n° 41



Fig. 293: Figurine n° 42



Fig. 294: Figurine n° 43



Fig. 295: Figurine n° 44



Fig. 296: Figurine n° 45



Fig. 297: Figurine n° 46



Fig. 298: Figurine n° 47



Fig. 299: Figurine n° 48



Fig. 300: Figurine n° 49



Fig. 301: Figurine n° 50



Fig. 302: Figurine n° 51

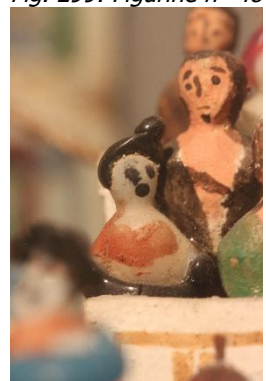


Fig. 303: Figurine n° 52



Fig. 304: Figurine n° 53



Fig. 305 : Figurine n° 54



Fig. 306: Figurine n° 55



Fig. 307: Figurine n° 56



Fig. 308: Figurine n° 57



Fig. 309: Figurine n° 58



Fig. 310: Figurine n° 59

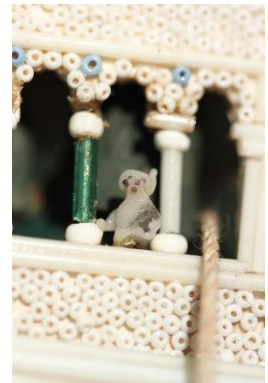


Fig. 311: Figurine n° 60



Fig. 312: Figurine n° 61



Fig. 313: Figurine n° 62



Fig. 314: Figurine n° 63

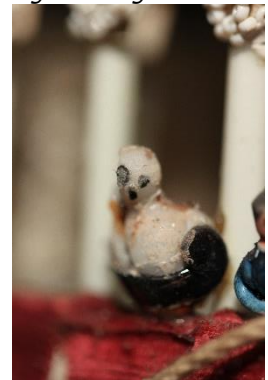


Fig. 315: Figurine n° 64



Fig. 316: Figurine n° 65



Fig. 317: Figurine n° 66



Fig. 318: Figurine n° 67



Fig. 319: Figurine n° 68



Fig. 320 : Figurine n° 69



Fig. 321: Figurine n° 70

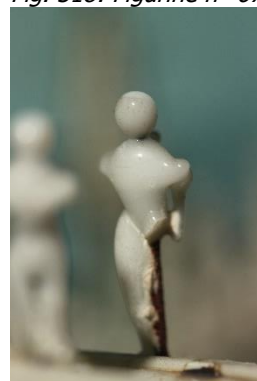


Fig. 322: Figurine n° 71



Fig. 323: Figurine n° 72



Fig. 324: Figurine n° 73



Fig. 325 : Figurines n°74, 75, 76, 77



Fig. 326 : Figurine n° 78



Fig. 327: Figurine n° 79



Fig. 328 : Figurine n° 80



Fig. 329: Figurine n° 81



Fig. 330: Figurine n° 82



Fig. 331: Figurine n° 83



Fig. 332 : Figurine n° 84



Fig. 333 : Figurine n° 85



Fig. 334: Figurine n° 86



Fig. 335 : Figurines n° 87, 88, 89, 90



Fig. 336: Figurine n° 91



Fig. 337: Figurine n° 92



Fig. 338: Figurine n° 93



Fig. 339: Figurine n° 94

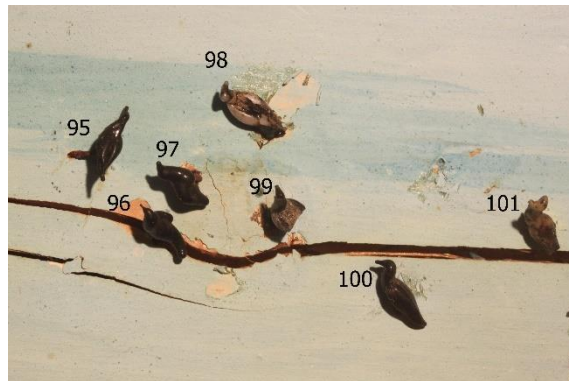


Fig. 340 : Figurines n°95, 96, 97, 98, 99, 100, 101



Fig. 341 : Figurine n°* 102



Fig. 342 : Figurine n°* 103



Fig. 343: Figurine n°* 104



Fig. 344: Figurine n°* 105



Fig. 345: Figurine n°* 106



Fig. 346: Figurine n°* 107

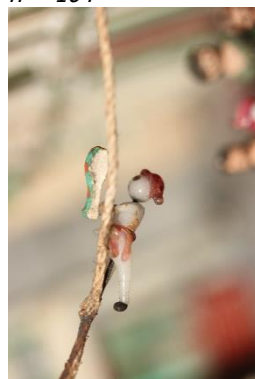


Fig. 347: Figurine n°* 108



Fig. 348: Figurine n°* 109



Fig. 349: Figurine n°* 110



Fig. 350: Figurine n°* 111



Fig. 351 : Figurine n°* 112

3.4 Photographies des typologies des figurines en bois



Fig. 352 : Figurine n°1'



Fig. 353: Figurine n°2'

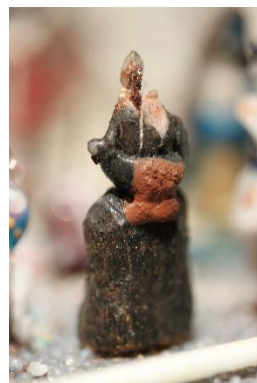


Fig. 354: Figurine n°3'



Fig. 355: Figurine n°4'



Fig. 356: Figurine n°5'



Fig. 357: Figurine n°6'



Fig. 358: Figurine n°7'



Fig. 359: Figurine n°8'



Fig. 360: Figurine n°9'



Fig. 361: Figurine n°10'

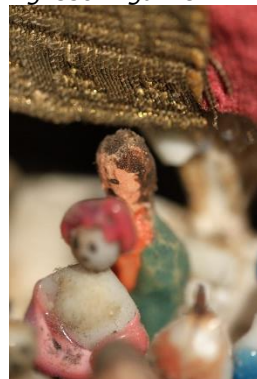


Fig. 362: Figurine n°11'



Fig. 363: Figurine n°12'



Fig. 364: Figurine n°13'



Fig. 365: Figurine n°14'

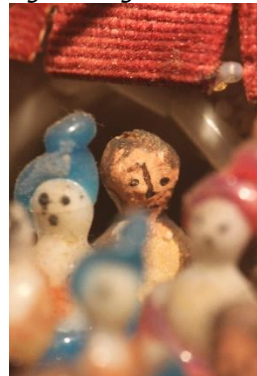


Fig. 366: Figurine n°15'



Fig. 367: Figurine n°16'



Fig. 368 : Figurine n°17'



Fig. 369: Figurine n°18'



Fig. 370: Figurine n°19'



Fig. 371: Figurine n°20'



Fig. 372 : Figurine n°21'



Fig. 373 : Figurine n°22'



Fig. 374 : Figurine n°23'



Fig. 375 : Figurines n°24',25',26',27',28',29',30',31',32',33',34',35'



Fig. 376 . Figurines n°36', 37', 38', 39', 40', 41'



Fig. 377 : Figurines n°42', 43', 44', 45'



Fig. 378 : Figurine n°46'



Fig. 379: Figurine n°47'



Fig. 380 : Figurine n°48'



Fig. 381 : Figurine n°49'



Fig. 382 : Figurine n°50'



Fig. 383 : Figurine n°51'



Fig. 384 : Figurine n°52'



Fig. 385 : Figurine n°53'

3.5 Localisation des auréoles



Fig. 386 : Localisation des auréoles

3.6 Contenus des éléments extraits par zones

3.6.1 Zone 1

Tous les éléments de la zone 1 ont été extraits de l'espace situé entre le cartel et la vitre

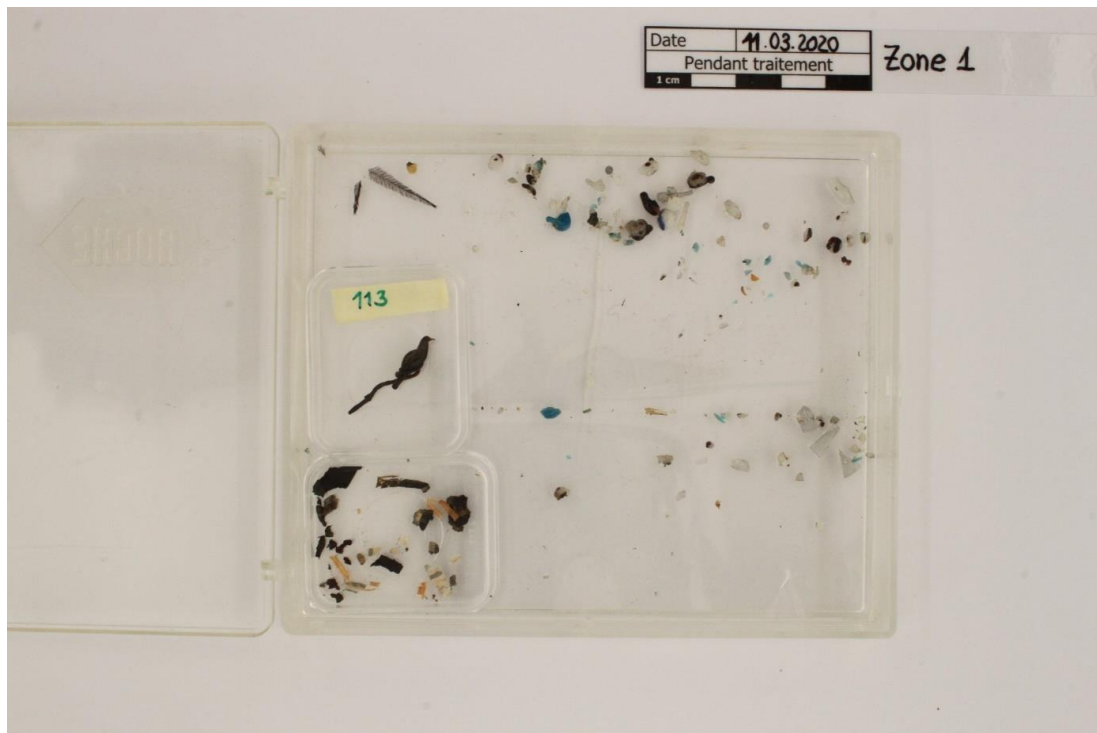


Fig. 387 : Pigeon et fragments de verre et de papier



Fig. 388 : Perles détachées



Fig. 389 : Tubes détachés



Fig. 390 : Tube de la bordure supérieur du cartel



Fig. 391 : Fragments extraits lors du retrait de la vitre

3.6.2 Zone 2

Les fragments de la zone 2 correspondent à la place située entre la bibliothèque Marciana, le Campanile, l'arrière des étendards et le côté dextre de la *macchina*. Cette zone contenait un nombre important de fragments de figurines. Lorsqu'ils se trouvaient à proximité directs d'une figurine, ils ont été conservés ensemble et numérotés avec le même numéro que la figurine encore présente dans le diorama. Si durant le retrait, la localisation de certains éléments pouvait être faite, une boîte séparée était constituée.

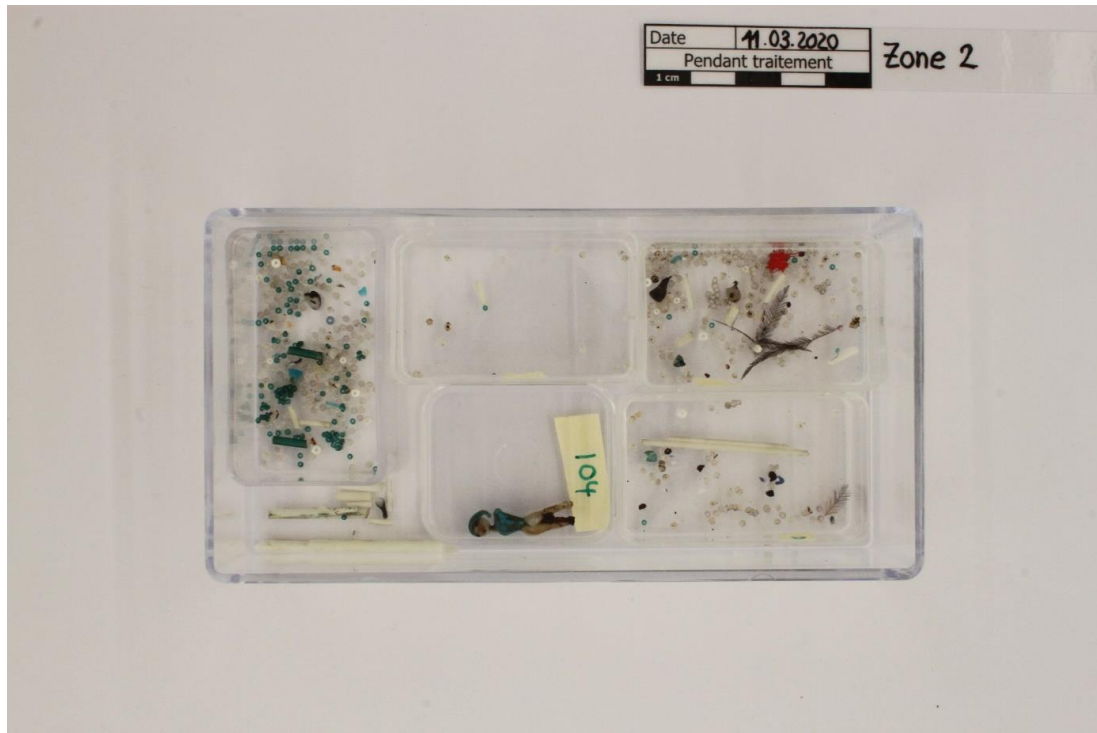


Fig. 392 : Figurine, perles et tubes



Fig. 393 : Fragments de figurines



Fig. 394 : Tubes et pigeon appartenant à la Bibliothèque Marciana.

3.6.3 Zone 3

Les fragments de la zone 3 correspondent à la place située derrière la Bibliothèque Marciana, entre le Campanile et l'église San Geminiano. Peu d'éléments étaient détachés dans cette zone. Elle est également la zone la moins accessible. Le seul accès possible se fait par-dessus la bibliothèque Marciana et mesure 7.5 cm de large pour environ 15 cm de hauteur.

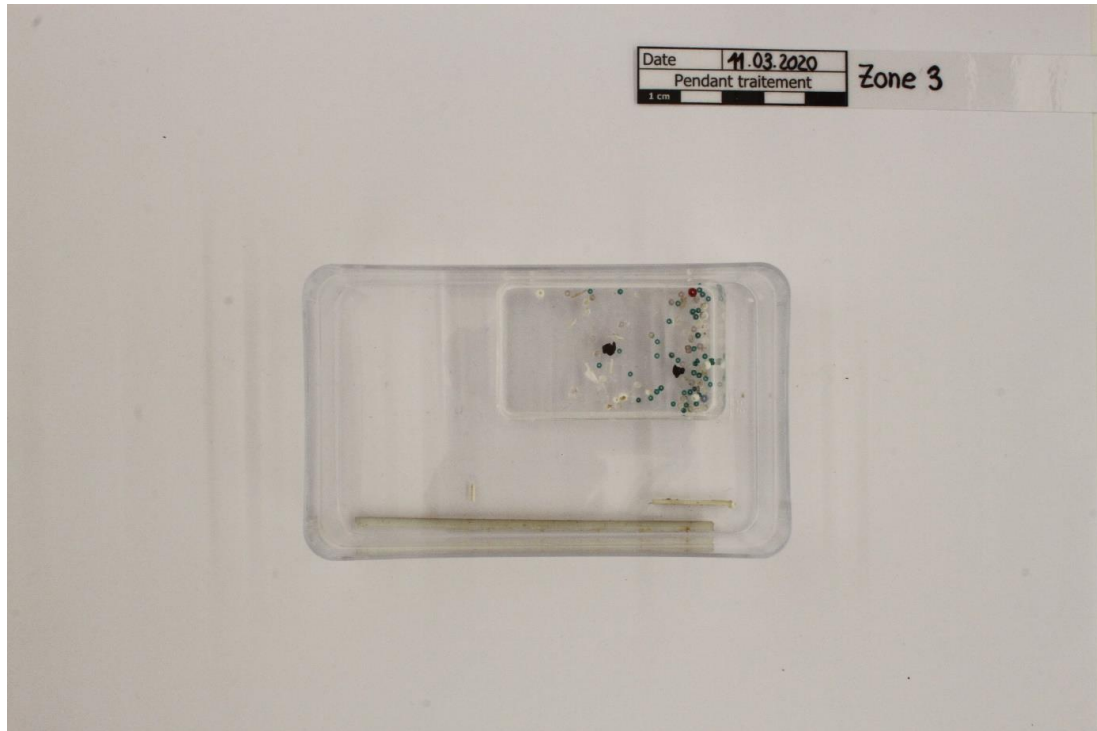


Fig. 395 : Perles et tubes

3.6.4 Zone 4

Les fragments de la zone 4 correspondent à la place située devant les anciennes procuraties. Cette zone est également peu accessible. Elle peut se réaliser par-dessus la Bibliothèque Marciana comme pour la zone 3 ou dans l'espace situé entre le Campanile et les étendards. La visibilité étant faible, l'usage d'un petit miroir de dentiste télescopique permettait de localiser les éléments avec d'y insérer les bâtons collants.



Fig. 396 : Tubes et perles

3.6.5 Zone 5

Les fragments de la zone 5 correspondent à la place située devant la Tour de l'Horloge et de la Basilique. Lors de l'extraction de cette zone, nous avons constaté que la Basilique était creuse et que beaucoup d'éléments étaient venus s'y loger dont des pigeons et des tubes de plus de 5 cm. Là aussi le recours au petit miroir a permis de localiser les fragments situés entre l'immeuble et l'arrière de la Basilique (moins de 2 cm de largeur).



Fig. 397 : Tubes, perles et fragments de personnages retrouvés devant la tour de l'Horloge.



Fig. 398 : Figurines retrouvées sur la macchina et devant la Tour de l'Horloge



Fig. 399 : Tubes



Fig. 400 : Tous les éléments retrouvés sous la Basilique

3.6.6 Zone 6

Les fragments de la zone 6 correspondent à la place située entre le côté senestre de la *macchina* et le Palais des Doges. Peu d'éléments détachés se trouvaient dans cette zone.










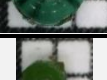



Fig. 401 : Éléments trouvés entre la Basilique et le Palais des Doges (couloir d'environ 2.5 cm de large)



Fig. 402 : Fragments de figurines trouvés dans zone située devant la tribune entre le Palais de Doges et la macchina.

3.6.7 Répartition des perles désolidarisées par zones

Tableau 9 : Nombre et répartition des perles par zones

N° perles		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Total
1		28	10	3	48	82		171
2		63	16	12	54	60	2	207
3		112	354	22	98	201	53	840
4		6			1	11	1	19
5		27	16	6	9	7	6	71
6		56	8	5	41	57	8	175
7		2	10					14
8		18	1		10	123	8	161
9		2				3		5
10		105	139	39	90	62	1	436
11		4			1	56	1	62
12			3			1		4
13		7		1	1		1	10
14		15			1	3	1	20
15					1	3		4
16						1		1
Total								2200
Marge d'erreur								1.2
Total après correction								2640

3.7 Réintégration des têtes avant et après traitement



Fig. 403 : Place côté dextre avant intervention



Fig. 404 : Place côté dextre après intervention



Fig. 405 : Place senestre avant réintégration



Fig. 406 : Place senestre après réintégration

4 Tableaux

4.1 Conversion des pourcentages en poids d'oxydes en pourcentage molaire

Les analyses MEB-SDE fournissent la composition des verres en pourcentage d'oxydes. Ces dernières ont été transformées en pourcentage molaire selon la méthode présentée par Sandra Davison. Cette modification permet de transformer une quantité de molécules en un poids moléculaire. Cette modification permet ainsi des comparaisons avec les résultats présentés dans la littérature.

La différence de résultat n'est pas marquante lorsque les oxydes sont de poids proche. Il l'est cependant lorsque les oxydes sont de poids très différent comme le K_2O qui est 52 % plus lourd que le Na_2O ou le PbO qui est 550 % plus lourd que le MgO ¹³⁶.

Pour obtenir ce pourcentage molaire, nous avons dans un premier temps retranscrit **le pourcentage d'oxydes** (% oxydes) obtenu lors de l'analyse.

Ces pourcentages ont été divisés par les **facteurs** correspondants. Dans l'exemple encadré en rouge, nous avons donc fait : $70.7/0.601 = 117.6$.

Ce calcul nous a permis d'obtenir la **proportion molaire**. L'ensemble des résultats a été additionné pour former **la somme molaire** dans l'exemple **159.3** (encadré bleu).

La somme molaire a ensuite été divisée par 100 pour obtenir un pourcentage par lequel devra être divisée la proportion molaire dans l'exemple : $159.3/100 = 1.59$.

Les proportions molaires ont ensuite été divisées par cette somme (1.59) pour obtenir le pourcentage molaire : $117.6/1.59 = 73.9 \%$

Dans le Tableau 10 p. 171, les différents oxydes ont été triés selon leur rôle au sein du verre (agents formateurs, fondants, stabilisant) selon le modèle établi par Sandra Davison également.

En additionnant tous les oxydes de la même « famille » il est alors possible de déterminer si la composition du verre est « stable »¹³⁷

¹³⁶ Davison, 2010, p. 180-182

¹³⁷ Minimum 70 % de silice, min. 10 % de fondants et de stabilisants

Tableau 10 : Exemple d'une transformation de pourcentage d'oxydes en pourcentage molaire

	Oxydes	Facteurs	Tige n° 1		
			% oxydes	prop. molaire	% molaire
Agents formateurs « SiO ₂ »	SiO ₂	0.601	70.7	117.6	73.9
	P ₂ O ₅	1.42	0.3	0.2	0.1
	Al ₂ O ₃	1.02	2.0	2.0	1.2
	Sb ₂ O ₃	2.915	1.5	0.5	0.3
	Fe ₂ O ₃	1.597	0.5	0.3	0.2
	As ₂ O ₃	1.979			
	Total agents formateurs				75.73
Fondants « R ₂ O »	K ₂ O	0.942	5.0	5.3	3.3
	Na ₂ O	0.62	8.0	12.9	8.1
	Total fondants				11.43
Stabilisants « RO »	CaO	0.561	10.0	17.8	11.2
	MgO	0.403	1.0	2.5	1.6
	PbO	2.232	0.3	0.1	0.1
	CuO	0.796			
	MnO	0.71			
	Total stabilisants				12.83
Somme des prop. molaires				159.3	
Somme des prop. molaires/100				1.59	

4.2 Répartitions des couleurs sur les figurines en verre filé

L'ensemble des figurines a été observé et les couleurs retranscrites de manière détaillée dans un fichier Excel. Pour simplifier la lecture, nous avons extrait les informations importantes dans ce tableau synthétique. Sous « somme totale », le nombre indiqué correspond au bas, hauts, têtes et chapeaux qui contiennent ces couleurs et autres matériaux.

Tableau 11 : Récapitulatif de la répartition des couleurs de verre et autres matériaux sur les figurines en verre filé

Couleurs	Bas	Haut	Tête	Chapeau	Somme totale
Verre					
Blanc opaque	70	82	81	7	240
Bleu ciel opaque	0	1	0	1	2
Bleu clair opaque	7	14	0	8	29
Bleu foncé opaque	2	2	0	0	4
Bordeaux transparent	3	10	0	6	19
Brun transparent	9	9	29	0	47
Noir opaque	2	10	0	7	19
Rose opaque	0	9	0	9	18
Vert opaque	0	3	0	0	3
Orange opaque	2	6	0	0	8
Rose transparent	3	3	0	0	6
Jaune opaque	0	0	1	0	1
Feuille d'or et peintures					
Feuille d'or	3	6	3	0	12
Peintre orange	0	0	0	0	0
Peinture blanche	12	17	3	0	32
Peinture bleu foncé	2	3	0	1	6
Peinture noire	1	2	33	0	36

4.3 Répartitions des couleurs et matériaux sur les figurines en bois

L'ensemble des figurines a été observé et les couleurs et matériaux retranscrits de manière détaillée dans un fichier Excel. Pour simplifier la lecture, nous avons extrait les informations importantes dans ce tableau synthétique (Tableau 12, p. 173). Sous « somme totale » le nombre indiqué correspond au bas, hauts, têtes et chapeaux qui contiennent ces couleurs et autres matériaux.

Tableau 12 : Répartition des couleurs et matériaux sur les figurines en bois

Couleurs	Bas	Haut	Tête	Chapeau	Somme totale
Peinture					
Beige	0	17	49	0	66
Noir	27	19	52	13	111
Brun	1	4	15	0	20
Brun foncé	0	3	19	0	22
Blanc	25	10	1	0	36
Bleu	2	0	0	0	2
Vert sapin	0	11	0	0	11
Bleu nuit	0	5	0	0	5
Vert	1	3	0	0	4
Jaune	0	4	0	0	4
Orange	0	3	0	0	3
Rouge	0	0	0	12	12
Gris	2	0	0	0	2
Feuille d'or, papier, textile et verre					
Feuille d'or	0	1	0	1	2
Perles	0	0	0	1	1
Textile poilu	0	1	0	0	1
Verre blanc opaque	0	0	0	0	0
Verre bleu clair opaque	0	3	0	3	6
Papier doré	1	2	0	0	3
Textile noir	0	4	0	2	6
Textile rouge	0	12	0	0	12

4.4 État de conservation du verre des figurines en verre filé

Toutes les couleurs de verre de chaque figurine ont été observées et classées selon leur état de dégradations (Tableau 13, p. 175).

- En vert les éléments non dégradés
- En jaune les surfaces collantes
- En orange les surfaces collantes avec un verre lacunaire à moins de 50 %
- En rouge les surfaces collantes avec un verre lacunaire à plus de 50 %

De manière général, nous pouvons dire que les **figurines sans altérations** sont des statues ou personnages dont la surface blanche a été recouverte par une couche de peinture ou d'or qui semble avoir agi comme une barrière contre l'humidité

Dans la catégorie des **figurines présentant une surface collante et lacunaire à moins de 50%**, on trouve les 13 couleurs de verre utilisées et semble donc indiquer que l'ensemble des verres utilisés pour la fabrication des figurines ont une composition chimique instable.

Pour les **figurines très lacunaires**, il s'agit uniquement des verres blancs et bleus qui doivent présenter une sensibilité à l'humidité encore plus importante que les autres couleurs.

Tableau 13 : État de conservation de tous les verres des figurines en verre filé

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
4.4.1 Sans altérations				
54	Blanc	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque
	Noir opaque	Peinture verte	Brun transparent	Noir opaque
73	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Feuille d'or	Feuille d'or	Feuille d'or	
74	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
75	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Feuille d'or	Feuille d'or	Feuille d'or	
76	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Feuille d'or	Feuille d'or	Feuille d'or	
77	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
87	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
88	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
89	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
90	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture verte	Peinture verte	Peinture verte	
N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
4.4.2 Bon état structurel avec surface collante				
1	Blanc opaque	Bordeaux transparent	Blanc opaque	Bordeaux transparent
			Brun transparent	
3	Bordeaux transparent	Bordeaux transparent	Blanc opaque	-
	Blanc opaque		Brun transparent	
8	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque
			Peinture orange	
12	Noir opaque	Noir opaque	Blanc opaque	-
	Blanc opaque		Brun transparent	

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
15	Bleu clair opaque	Blanc opaque	Blanc opaque Brun transparent	Noir opaque
21	Blanc opaque Peinture orange	Blanc opaque Peinture orange Peinture bleu foncé	Blanc opaque Brun transparent	Blanc opaque Peinture orange Peinture bleu foncé
24	Blanc opaque	Blanc opaque Bleu clair opaque	Blanc opaque Brun transparent	-
29	Blanc opaque	Bleu clair opaque	Blanc opaque Brun transparent	Bleu clair opaque
30	Blanc opaque Peinture orange	Blanc opaque Peinture orange	Blanc opaque Peinture orange	Blanc opaque
32	-	Blanc opaque Peinture blanche Rose opaque	Blanc opaque Peinture noire	Rose opaque
33	-	Blanc opaque Bleu clair opaque	Blanc opaque Peinture noire	Bleu clair opaque
36	-	Blanc opaque Peinture blanche Rose opaque	Blanc opaque Peinture noire	Rose opaque
38	-	Blanc opaque Bleu clair opaque Peinture orange	Blanc opaque Peinture noire	Bleu clair opaque
39	-	Blanc opaque Rose opaque Peinture blanche	Blanc opaque Peinture noire	Rose opaque
40	-	Blanc opaque Rose opaque Peinture blanche	Blanc opaque Peinture noire	Rose opaque
42	-	Blanc opaque Bleu clair opaque Peinture orange Peinture blanche	Blanc opaque Peinture noire	Bleu clair opaque
47	Blanc opaque	Noir opaque	Blanc opaque Brun transparent Peinture orange	Noir opaque

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
49	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Rose opaque
		Rose opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Peinture blanche		
51	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Rose opaque
		Rose opaque	Peinture noire	
52	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Noir opaque
		Noir opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
53	Blanc opaque	Bordeaux transparent	Blanc opaque	Bordeaux transparent
			Brun transparent	
55	Blanc opaque	Bordeaux transparent	Blanc opaque	Bordeaux transparent
			Brun transparent	
57	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Bleu clair opaque
		Bleu clair opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Peinture blanche		
58	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Bleu clair opaque
		Bleu clair opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Peinture blanche		
60	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque
		Peinture noire	Peinture noire	
61	-	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Noir opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
62	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture bleu foncé	Peinture bleu foncé	Peinture orange	
			Peinture orange	
63	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture noire	Peinture noire	Peinture blanche	

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
65	-	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Bleu clair opaque	Peinture blanche	
		Peinture blanche	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Papier doré		
66	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Rose opaque
		Rose opaque	Peinture noire	
		Peinture blanche		
67	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
68	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
69	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
70	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
72	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
78	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	
		Feuille d'or	Peinture noire	
79	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
80	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Feuille d'or		
81	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Feuille d'or		
82	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque
		Couronne de fleurs		
84	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Couronne de fleurs		
85	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Couronne de fleurs		
86	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche			
91	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche			
92	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche			

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
93	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche			
94	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche			
95	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
96	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
97	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
98	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
100	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
101	Blanc opaque	Blanc opaque	brun foncé	-
*102	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
104	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
*105	Blanc opaque	Bleu clair opaque	Blanc opaque	Bordeaux transparent
			Brun transparent	
108	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Bordeaux transparent
		Bordeaux transparent	Brun transparent	
*109	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
*110	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
*111	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
*112	Brun transparent	Brun transparent	Brun transparent	-
N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
4.4.3 Lacunaires à moins de 50% avec surface collante				
2	Blanc opaque	Bordeaux transparent	x	-
7	Blanc opaque	Noir opaque	Blanc opaque	-
		Blanc opaque	Brun transparent	
		Orange opaque	Brun transparent	
10	Blanc opaque	Noir opaque	x	-
		Blanc opaque		
		Orange opaque		

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
11	Blanc opaque	Blanc opaque	x	-
		Rose transparent		
14	Blanc opaque	Blanc opaque	x	-
	Bleu clair opaque	Bleu foncé opaque		
	Rose transparent			
17	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Bleu foncé opaque	Rose transparent	Brun transparent	
18	Blanc opaque	Bordeaux transparent	Blanc opaque	Bordeaux transparent
			Brun transparent	
19	Blanc opaque	Bleu clair opaque	x	-
		Blanc opaque		
		Orange opaque		
25	Blanc opaque	Noir opaque	Blanc opaque	Noir opaque
		Blanc opaque	Brun transparent	
26	Blanc opaque	Bordeaux transparent	x	-
27	Blanc opaque	Blanc opaque	x	-
	Bleu clair opaque	Rose transparent		
	Rose transparent			
28	Blanc opaque	Bordeaux transparent	x	-
31	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Chapeau noir en bois
	Peinture bleu foncé	Peinture bleu foncé	Brun transparent	
34	-	Blanc opaque	x	-
		Vert opaque		
		Peinture orange		
35	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Bleu clair opaque
		Peinture blanche	Peinture noire	
37	-	Blanc opaque	x	-
		Noir opaque		
		Peinture orange		
		Peinture blanche		
41	-	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Vert opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Peinture blanche		

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
43	-	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Vert opaque	Peinture noire	
		Peinture blanche		
44	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Rose opaque
		Rose opaque	Peinture noire	
		Peinture blanche		
45	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Noir opaque
		Noir opaque	Peinture noire	
48	-	Blanc opaque	x	-
50	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Noir opaque
		Peinture orange	Peinture orange	
			Peinture noire	
56	-	Blanc opaque	Blanc opaque	Rose opaque
		Rose opaque		
59	-	Blanc opaque	Blanc opaque	x
		Bleu clair opaque	Peinture noire	
		Peinture orange		
		Peinture blanche		
64	-	Blanc opaque	Blanc opaque	-
		Noir opaque	Peinture blanche	
		Peinture blanche	Peinture noire	
71	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	-
	Peinture blanche		Peinture noire	
83	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque	Blanc opaque
		Couronne de fleurs		
99	x	Blanc opaque	Blanc opaque	-
*103	Blanc opaque	Bleu ciel opaque	Blanc opaque	Bleu ciel opaque
			Brun transparent	
*106	Bordeaux transparent	Bordeaux transparent	Blanc opaque	Bleu clair opaque
	Orange opaque	Orange opaque		
	Blanc opaque			
	Rose transparent			
*107	Bleu clair opaque	Bleu clair opaque	x	-
	Blanc opaque	Blanc opaque		
		Orange opaque		

N° de la figurine	Bas	Haut	Tête	Chapeau
4.4.4 Lacunaires à plus de 50% avec surface collante				
4	Blanc opaque	x	x	-
	Bleu clair opaque			
5	Blanc opaque	x	x	-
6	x	x	x	-
9	Blanc opaque	Blanc opaque	x	-
	Bleu clair opaque			
	Bleu foncé opaque			
13	Blanc opaque	x	Blanc opaque	-
			Brun transparent	
			Jaune opaque	
16	Blanc opaque	Blanc opaque	x	-
		Bleu foncé opaque		
20	Bordeaux transparent	x	x	-
	Blanc opaque			
22	Blanc opaque	Bleu clair opaque	x	-
		Orange opaque		
23	Bleu clair opaque	x	x	-
	Blanc opaque			
	Orange opaque			
46	-	Blanc opaque	x	-
		Bleu clair opaque		

4.5 Comparaison de l'état de conservation

4.5.1 1970

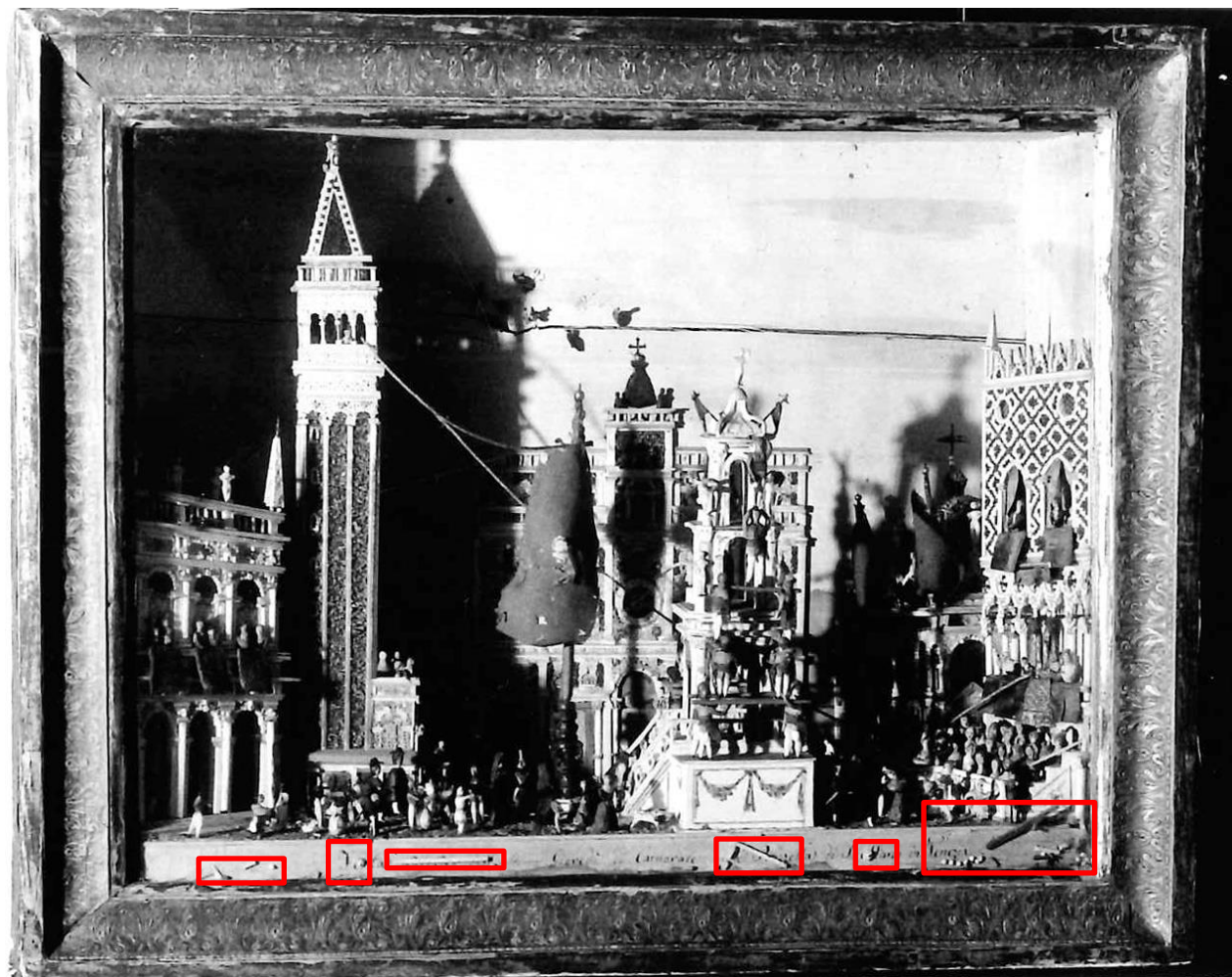


Fig. 407 : Etat de conservation 1970 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

4.5.2 2013

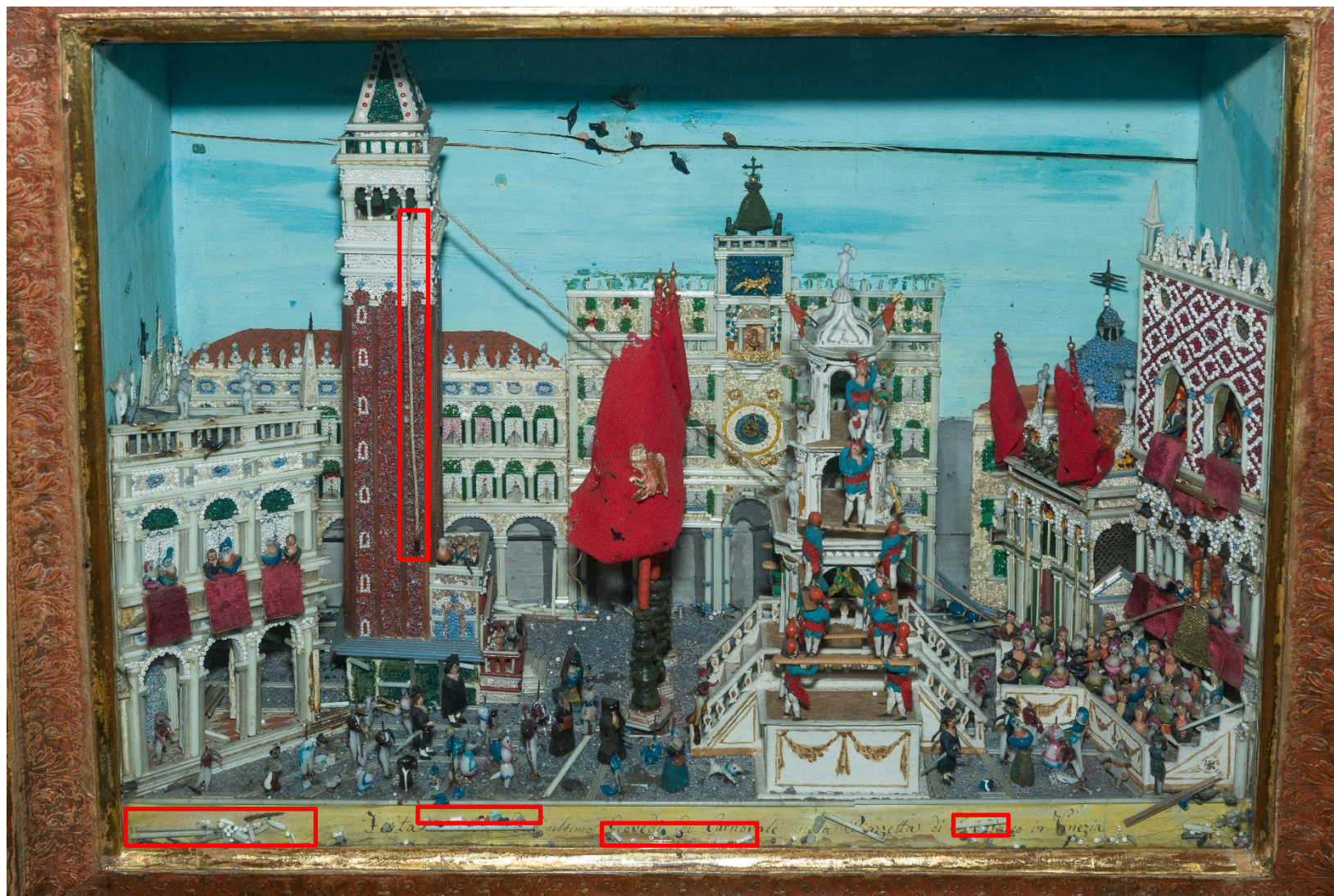


Fig. 408 : Etat de conservation en 2013 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

4.5.3 2020



Fig. 409 : Etat de conservation en 2020 © Abegg-Stiftung, Riggisberg, 2020

4.6 Test d'atelier : nettoyage surface perlée

Tableau 14 : Test de nettoyage avec un pinceau et de l'eau déminéralisée



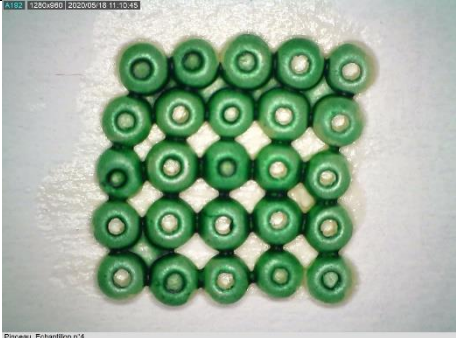
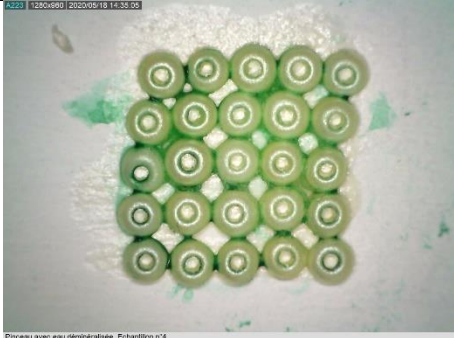


Pinceau + eau déminéralisée		
	Avant	Après
Mouvements circulaires puis linéaires durant 1 minute	 <p><i>Fig. 410 : pinceau, avant</i></p>	 <p><i>Fig. 411 : pinceau, après 1 min</i></p>
Mouvements circulaires puis linéaires durant 2 minutes	 <p><i>Fig. 412 : pinceau, avant</i></p>	 <p><i>Fig. 413 : pinceau, après 2 min.</i></p>
Mouvements circulaires puis linéaires durant 4 minutes afin d'obtenir un résultat jugé satisfaisant	 <p><i>Fig. 414 : pinceau, avant</i></p>	 <p><i>Fig. 415 : pinceau, après 3 min.</i></p>

Tableau 15 . Observations des tests de nettoyage au pinceau

Pinceau + eau déminéralisée	Durée de mise en œuvre : 1 minute	Durée de mise en œuvre : 2 minutes	Durée de mise en œuvre : 4 minutes
	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0
	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input type="checkbox"/> Résultat homogène <input checked="" type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input type="checkbox"/> Résultat homogène <input checked="" type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input type="checkbox"/> Résultat homogène <input checked="" type="checkbox"/> Résultat non homogène
	Commentaires : Temps d'application non suffisant, infiltration du dépôt entre les perles,	Commentaires : Nécessite un changement régulier de l'eau.	Commentaires : Apport d'eau trop conséquent
	Explication du code couleur	Pas adapté ou inefficace	Non homogène
			Homogène

Tableau 16 : Test de nettoyage avec un coton-tige imbibé d'eau déminéralisée

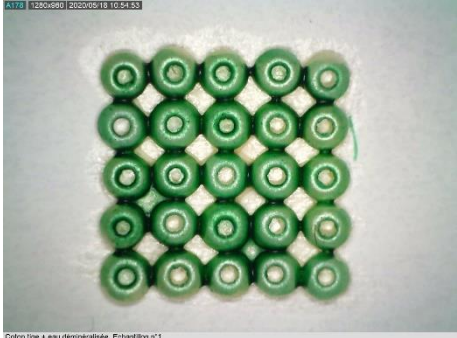

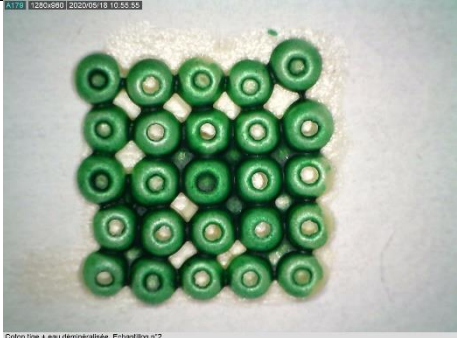



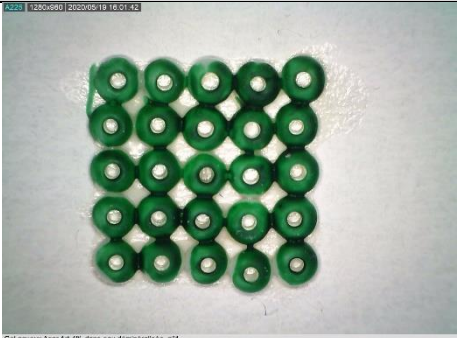

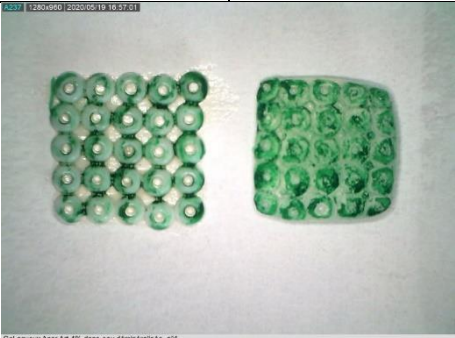
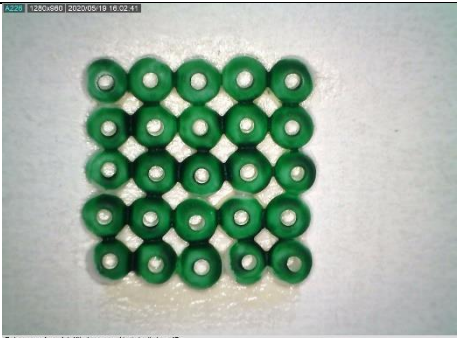
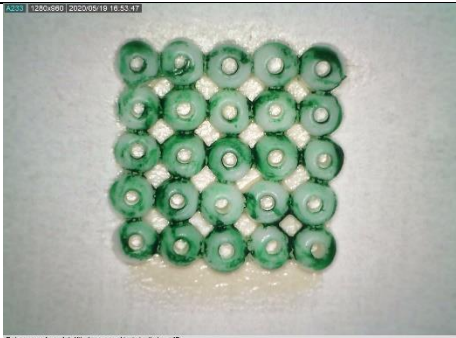
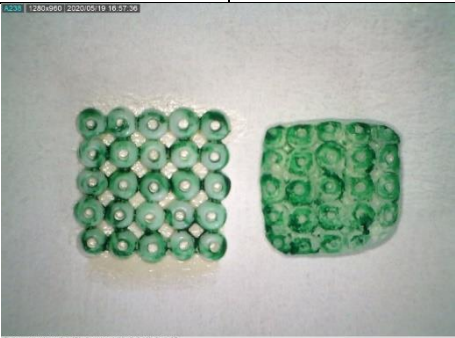
Coton-tige + eau déminéralisée		
	Avant	Après
Mouvements circulaires durant 1 minute	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°1</p> <p><i>Fig. 416 : coton-tige, avant</i></p>	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°1</p> <p><i>Fig. 417 : coton-tige, après 1 min.</i></p>
Mouvements circulaires durant 2 minutes	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°2</p> <p><i>Fig. 418 : coton-tige, avant</i></p>	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°2</p> <p><i>Fig. 419 : coton-tige, après 2 min.</i></p>
Mouvements circulaires durant 3 minutes 30 afin d'obtenir un résultat jugé satisfaisant	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°3</p> <p><i>Fig. 420 : coton-tige, avant</i></p>	 <p>Coton tige + eau déminéralisée_Echantillon n°3</p> <p><i>Fig. 421 : coton-tige, après 3 min. 30</i></p>

Tableau 17 : Observations des tests de nettoyage au coton-tige

Coton-tige + eau déminéralisée	Durée de mise en œuvre : 1 minute	Durée de mise en œuvre : 2 minutes	Durée de mise en œuvre : 3 min 30 s
	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0
	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input type="checkbox"/> Résultat homogène <input checked="" type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène .	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène Il reste un léger voile vert pâle aux intersections entre les perles.
	Commentaires : 1 minute ne suffit pas	Commentaires : efficace et facile à mettre en œuvre. Permet de retirer une partie des dépôts situés entre les perles	Commentaires : Il reste un léger voile vert pâle aux intersections entre les perles. Nécessite plusieurs cotons-tiges.
Explication du code couleur	Pas adapté ou inefficace	Non homogène	Homogène

Tableau 18 : Test de nettoyage avec un gel aqueux d'Agar Art® à 4 % (p/p) dans de l'eau déminéralisée appliqué à chaud à chaud

Gel aqueux d'Agar Art® à 4 % dans de l'eau déminéralisée appliqué à chaud à la seringue		
	Avant	Après
Application à chaud 2 minutes	 <p><i>Fig. 422 : Agar 4 %, avant</i></p>	 <p><i>Fig. 423 : Agar 4 %, après 2 min.</i></p>
	 <p><i>Fig. 424 : Agar 4 %, avec gel</i></p>	
Application à chaud 3 minutes	 <p><i>Fig. 425 : Agar 4 %, avant</i></p>	 <p><i>Fig. 426 : Agar 4 %, après 3 min.</i></p>
	 <p><i>Fig. 427 : Agar 4 %, avec gel</i></p>	

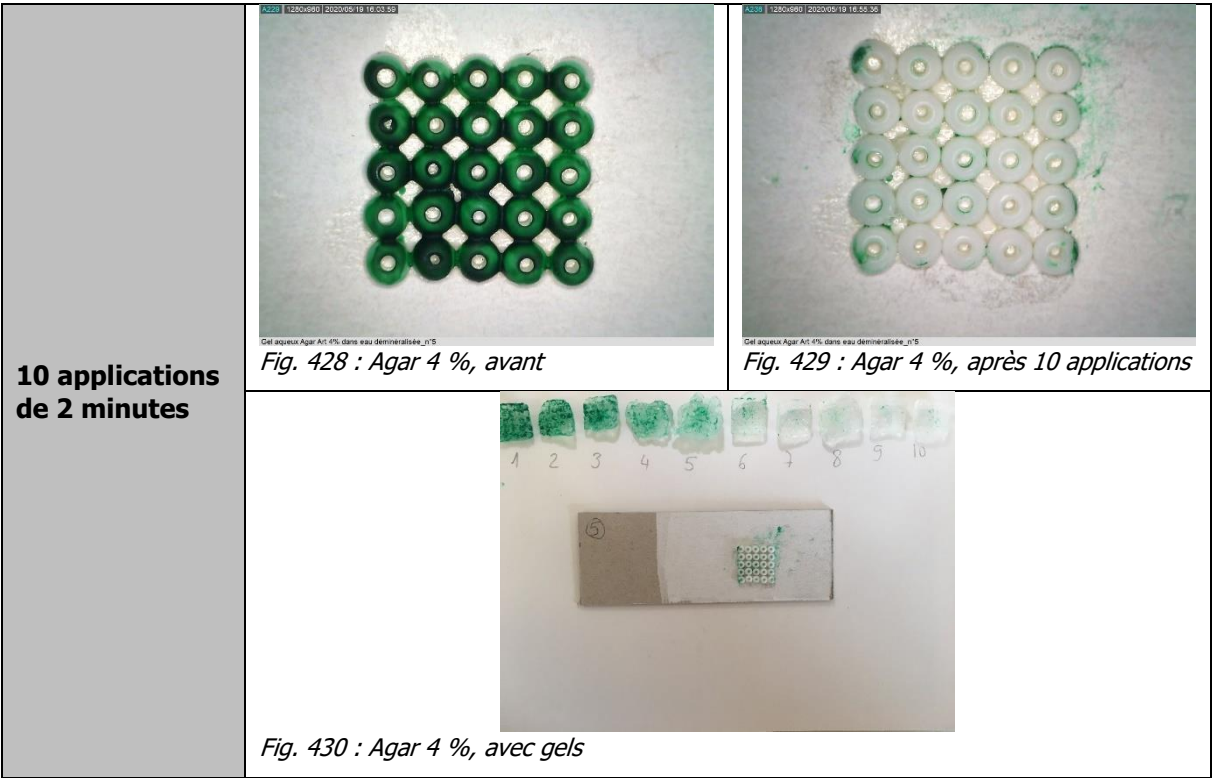
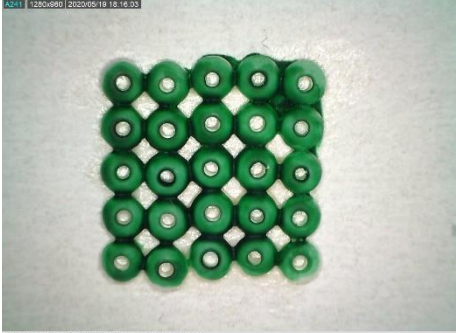
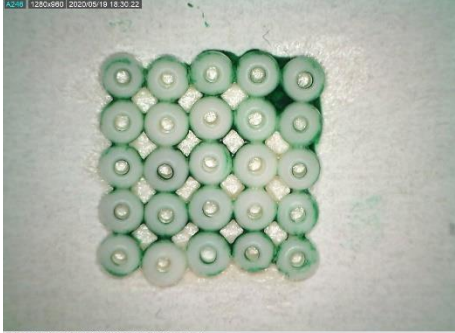
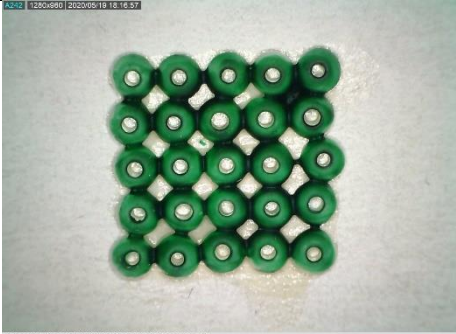
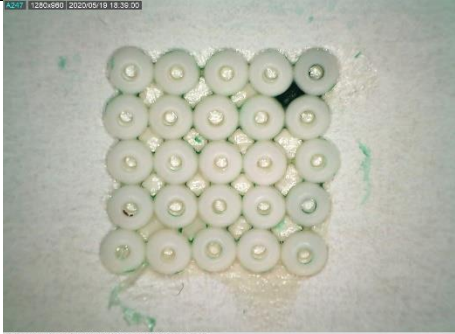
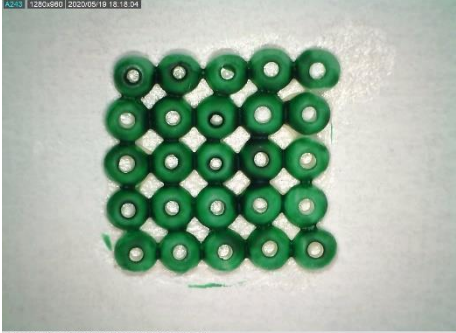
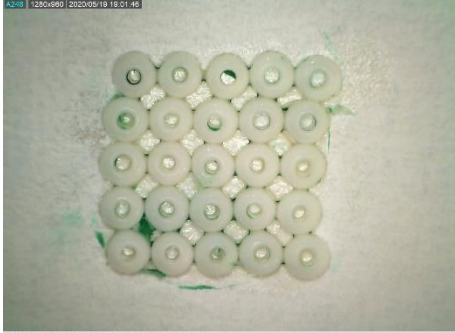


Tableau 19 : Observations des tests de nettoyage au gel d'Agar Art à 4 %

Gel aqueux d'Agar Art à 4 % (p/p) dans de l'eau deminéralisée appliqué à chaud avec une seringue	Durée de mise en œuvre : 2 minutes	Durée de mise en œuvre : 3 minutes	Durée de mise en œuvre : 10x2 minutes
	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0	Perte de perles : 0
	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène
	Commentaires : L'application à la seringue permet de solubiliser le dépôt, l'extraire partiellement tout en contrôlant l'apport d'eau.	Commentaires : Le retrait n'est pas plus important qu'après 1 minute. Il semblerait que le gel soit saturé.	Commentaires : Après 3 applications l'efficacité diminue. Pour la suite poursuivre avec une technique ponctuelle sera plus efficace ? Coton-tige ?
Explication du code couleur	Pas adapté ou inefficace	Non homogène	Homogène

Tableau 20 : Test de nettoyage avec un gel aqueux d'Agar Art à 4 % (p/p) dans de l'eau dém. appliqué à chaud à la seringue puis passage d'un coton-tige imprégné d'eau dém.

Gel aqueux d'Agar Art à 4 % dans de l'eau déminéralisée appliqué à chaud à la seringue + coton-tige imbibé d'eau déminéralisée		
	Avant	Après
Gel 1 x 2 min et coton-tige durant 1 minute	 <p>Fig. 431 : Agar 4 % + coton, avant</p>	 <p>Fig. 432 : Agar 4 % + coton, après 1 application</p>
Gels 2 x 2 min et coton-tige durant 2x1 minute	 <p>Fig. 433 : Agar 4 % + coton., avant</p>	 <p>Fig. 434 : Agar 4 % + coton., après 2 applications</p>
Gels 3 x 2 min et coton-tige durant 3x1 minute	 <p>Fig. 435 : Agar 4 % + coton, avant</p>	 <p>Fig. 436 : Agar 4 % + coton, après 3 applications</p>

**Gels 4 x 2 min
et coton-tige
durant 4x1
minute**

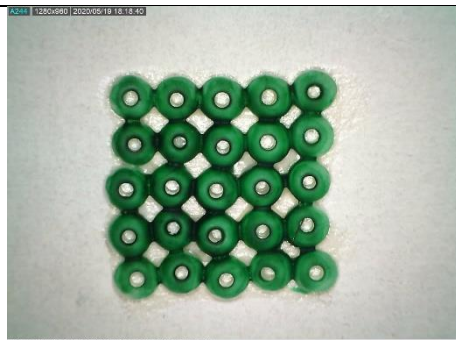


Fig. 437 : Agar 4 % + coton, avant

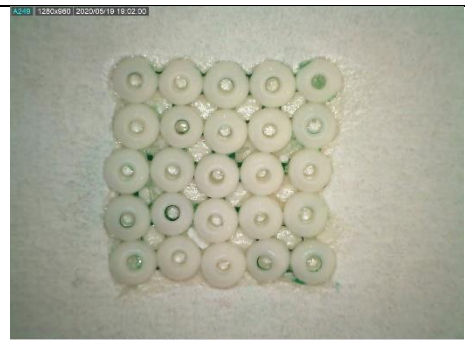


Fig. 438 : Agar 4 % + coton, après 4 applications

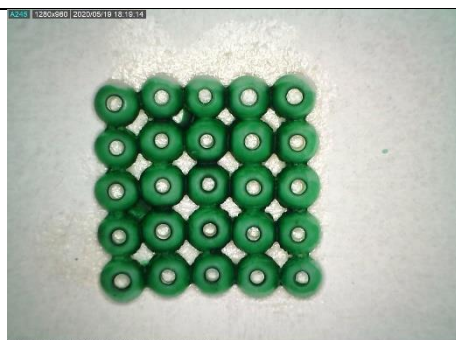


Fig. 439 : Agar 4 % + coton, avant

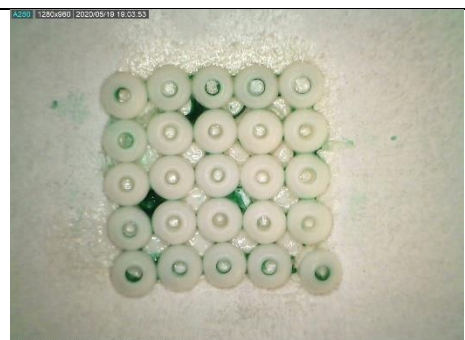


Fig. 440 : Agar 4 % + coton, après 5 applications

**Gels 5 x 2 min
et coton-tige
durant 5x1
minute**



Fig. 441 : N° 5 Agar 4 % + eau dem., gels et cotons-tiges après utilisation

Tableau 21 : Observations des tests de nettoyage avec un gel d'Agar Art à 4 % et coton-tige

Gel aqueux d'Agar Art à 4 % (p/p) dans de l'eau déminéralisée appliqué à chaud avec une seringue puis nettoyage de la surface avec un coton tige imprégnée d'eau déminéralisée	Durée de mise en œuvre : 1x 2 min puis 1 min coton-tige	Durée de mise en œuvre : 2 x 2 min et 2 x 1 coton-tige	Durée de mise en œuvre : 3 x 2 min et 3 x 1 coton-tige	Durée de mise en œuvre : 4 x 2 min et 4 x 1 coton-tige	Durée de mise en œuvre : 5x2 min et 5 x 1 coton-tige
	Perte de perles : 0				Perte de perles : 1
	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input checked="" type="checkbox"/> Résultat homogène <input type="checkbox"/> Résultat non homogène	Retrait : <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation du dépôt <input checked="" type="checkbox"/> Solubilisation de l'adhésif <input type="checkbox"/> Résultat homogène <input checked="" type="checkbox"/> Résultat non homogène.
	Commentaires : La combinaison des deux techniques permet de mieux extraire le dépôt présent entre les perles. 1 minute n'est pas suffisante.	Commentaires : Deux applications semblent suffisantes. 1ère application : Retrait de la majorité du dépôt après le gel et le coton-tige. 2e application : Faible coloration du gel, le coton-tige permet de retirer le voile vert.	Commentaires : Une troisième application ne semble pas nécessaire.	Commentaires : Une quatrième application ne semble pas nécessaire.	Commentaires : Une cinquième application semble être de trop. Le décrochement de la perle est peut-être à un apport d'eau trop conséquent.
Explication du code couleur	Pas adapté ou inefficace		Non homogène	Satisfaisant, mais pas optimal	Homogène

5 Fiches techniques

5.1 Liens vers les fiches toxicologiques des solvants utilisés

Acétate d'éthyle : http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_18-4/FicheTox_18.pdf

Acétone : http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_3-3/FicheTox_3.pdf

Ethanol : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_48

Ethylène glycol : http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_25-1/FicheTox_25.pdf

Lactate d'éthyle : http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_240-3/FicheTox_240.pdf

5.2 Agarart



C.T.S. France

s.a.r.l. au capital de 38 112,25 €

26, passage Thiéré • 75011 PARIS

Tél. 01 43 55 60 44 / 65 63 • Fax : 01 43 55 66 87

www.ctseurope.com - Email : ctsparis@aol.com ou ctsfrance@ctseurope.com

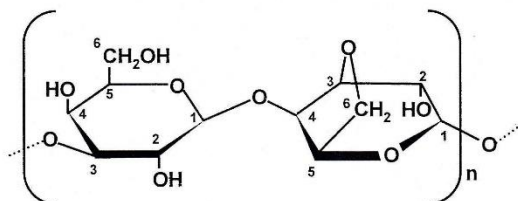
R.C.S. PARIS B 388 866 469 - Code TVA CEE : FR 13 388 866 469 - Siret : 388 866 469 000 17

AGARART

L'AGARART est un hydrocolloïde naturel ayant des propriétés épaississantes, constitué de Agar-Agar, un polysaccharide complexe, à poids moléculaire élevé (100.000-150.000), extrait d'algues rouges de la famille des *Rhodophyce* (espèce *Gelidium* et *Gracilaria*).

Comme d'autres produits naturels, l'Agar-Agar est un mélange de substances, principalement **Agarose** et **Agaropectine**, dont les pourcentages peuvent varier en fonction du type d'algue utilisé, de la méthode d'extraction et également de facteurs saisonniers.

L'unité base de l'Agarose est le disaccharide **Agarobiose** (représenté dans la figure ci-dessous), formé par les anneaux de 1,3-β-D-Galactopyranose unis à des anneaux de 3,6-anidro-α-L-Galactopyranose.



La principale caractéristique de l'Agar-Agar est celle de donner des gels thermoréversibles. Avec l'apport de chaleur, les chaînes prennent une configuration à "enroulement fortuit", et il se forme une solution fluide, qui peut être coulée sur des surfaces dont on voudrait prendre l'empreinte. En refroidissant, les chaînes s'ordonnent, en se disposant en hélice et en formant ainsi des tubes dans lesquelles les molécules d'eau sont fortement retenues ; la partie terminale de ces tubes reste en revanche désordonnée. Ces terminaux se lient aux terminaux des chaînes voisines, formant des structures responsables du **gel rigide** caractéristique, et à l'intérieur desquelles les molécules d'eau peuvent se mouvoir.

Cette fraction d'eau "mobile" peut être expulsée du gel en exerçant une pression mécanique. En réhydratant le gel, par exemple par simple immersion dans l'eau, on obtient à nouveau la forme initiale du gel rigide, propriété que l'on appelle **sinerèse**.

Le processus de gélification peut être inverti indéfiniment en chauffant et en refroidissant, c'est pourquoi on parle de **gels thermoréversibles**.

Ces gels ont été testés depuis les années '60 [1,2], mais c'est seulement récemment qu'une étude approfondie a été menée à propos de leurs caractéristiques et leur potentialités dans le nettoyage [3,4].

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES DE L'AGARART

Aspect	Poudre jaunâtre très fine
pH d'une solution à 1.5%	6,0-7,5
Point de gélification	38-42°C
Point de fusion*	85-90°C
Force de gel	700-1200 g/cm ²

* on entend dans ce cas par fusion le processus de passage de gel à solution fluide.

Produits, matériel, équipements au service de la restauration des œuvres d'art



C.T.S. France

s.a.r.l. au capital de 38 112,25 €

26, passage Thiéré • 75011 PARIS

Tél. 01 43 55 60 44 / 65 63 • Fax : 01 43 55 66 87

www.ctseurope.com - Email : ctsparis@aol.com ou cts.france@ctseurope.com

R.C.S. PARIS B 388 866 469 - Code TVA CEE : FR 13 388 866 469 - Siret : 388 866 469 000 17

Avantages

Les gels d'AGARART retiennent fortement l'eau et peuvent être utilisés pour un apport contrôlé d'humidité. L'eau en effet va mouiller seulement l'interface entre la surface et le gel rigide, sans pénétrer dans la structure poreuse du matériau (peintures, plâtres.....).

De plus, le gel rigide fonctionne comme une éponge, absorbant à l'intérieur le matériau solubilisé.

Préparation

La poudre d'AGARART est ajoutée à la solution aqueuse à épaissir, en pourcentage variant entre 0,5 et 5% (à déterminer selon la méthodologie d'application), et on porte à ébullition pendant 6 minutes, en maintenant le tout sous agitation. Ensuite, on laisse refroidir et on obtient le gel, qui peut être ultérieurement liquéfié par réchauffement. La solution aqueuse peut contenir des chélateurs comme citrate ou EDTA, ou bien des tensioactifs non ioniques.

Application

On peut suivre deux procédures avec des effets différents:

1. Le gel rigide d'AGARART peut être posé sur les surfaces, avec un effet d'humidification, tout en limitant cependant la libération de l'eau.
2. La solution encore chaude, liquide, est distribuée sur les surfaces au pinceau et on la laisse refroidir. De cette façon, le gel qui se forme suit parfaitement les scabrosités de la surface, et en absorbant la saleté hydrosoluble, il s'avère particulièrement utile pour nettoyer des objets tridimensionnels comme les plâtres [4]. Le gel est ensuite enlevé mécaniquement en le soulevant délicatement à partir des bords, à l'aide éventuellement de bâtonnets de bois.

Sécurité

AGARART est un additif alimentaire (E406), exempt de bactéries pathogènes et de métaux lourds (<20 ppm), et ne présente donc pas de risques même par ingestion.

Conditionnements

AGARART 500 g

Publications de référence

1. J. Letz "Die Gipsabgüsse des Archaeologischen Instituts der Universität Heidelberg und deren Behandlung", in Der Praeparator, Zeitschrift fuer Museumstechnik, n. 11, 1965, pp.173-178.
2. C.S. Salerno "Osservazioni sulla tecnica di esecuzione delle copie in gesso e intervento di restauro e ripulitura"; M. S. D'Urbano "Note sulla rimozione di materiale estraneo da superfici di manufatti in gesso", Archeologia Classica vol. XLVI, 1994.
3. E. Campani, A. Casoli, P. Cremonesi, I. Sacconi, E. Signorini. *L'uso di Agaroso e Agar per la preparazione di "Gel Rigidi" - Use of Agarose and Agar for preparing "Rigid Gels"*, Traduzione di Diane Kunzelman. Quaderni del Cesmar7, n. 4, Il Prato, Padova 2007.
4. M. Anzani, M. Berzioli, M. Cagna, E. Campani, A. Casoli, P. Cremonesi, M. Fratelli, A. Rabbolini - D. Riggiardi. *Gel rigidi di Agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso - Use of Rigid Agar Gels for Cleaning Plaster Objects*, Quaderni del Cesmar7, n. 6, Il Prato, Padova 2008.
5. Bollettino C.T.S. n. 20, Ottobre 2009.

Les indications et les données reportées dans le présent opuscule sont basées sur nos expériences actuelles, sur des tests de laboratoire et sur une application correcte.

Ces informations ne doivent en aucun cas remplacer les essais préalables qu'il est indispensable d'effectuer pour s'assurer de l'adéquation du produit à chaque cas déterminé.

C.T.S. S.r.l. garantit la qualité constante du produit, mais ne répond pas d'éventuels dégâts causés par une utilisation incorrecte du matériau. De plus, les composants et les conditionnements peuvent varier à tout moment sans obligation de communication aucune.

Produits, matériel, équipements au service de la restauration des œuvres d'art

5.3 Paraloid™ B72

ROHM and HAAS 

PARALOID™ B-72 100%

Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin

Description

PARALOID B-72 general-purpose thermoplastic acrylic resin is similar to PARALOID B-66 acrylic resin but capable of forming softer films. The approximate hardness (KHN) is 10-11 compared to 12-13 for PARALOID B-66 resin.

PARALOID B-72 acrylic resin is unique in possessing a high tolerance for ethanol. The property allows its use in applications not tolerant of strong solvents. The alcohol dispersions may be cloudy or milky. However, they form clear, coherent films.

PARALOID B-72 has low reactivity with sensitive phosphorescent and luminescent pigments to produce stable, durable, non-yellowing coatings. It is compatible with vinyls, cellulose, chlorinated rubbers, and silicones. It is well suited for white and metallic aerosols, clear coatings for wood, nitrocellulose modified coatings for general product finishing, pigment dispersion (fluorescent), flexographic printing inks, and gravure plastic coatings.

Solubility

Information about the solvent compatibility of PARALOID B-72 acrylic resin can be found in Rohm and Haas brochure 82A114—*PARALOID Solid Grade Resins, Solvent Selection Chart*.

Typical Properties

These properties are typical but do not constitute specifications

Physical Form	Pellets
Bulk Density, 25°C, lb/gal	9.6
Solubility Parameter	9.3
Tg (°C)	40
Ultimate Hardness of Clear Films, KHN	10 to 11
Chemical Composition	EMA Copolymer

Properties in White Lacquers¹

Tukon Hardness		Whiteness		Cross Hatch ³	
30 min. at 180°F	2.9	(K color low numbers best)		30 min. at 180°F	0
30 min. at 300°F	12.1	30 min. at 300°F	7.7	30 min. at 300°F	0
		16 hrs. at 350°F	11.8		
Pencil Hardness		Flexibility ² , 1/8, 1/4, 1/2 inch mandrels		Mustard Staining (30 minute exposure)	
30 min. at 180°F	H	30 min. at 180°F	0, 0, 0	30 min. at 180°F	Light
30 min. at 300°F	H	30 min. at 300°F	4, 3, 2	30 min. at 300°F	Light
Gloss, 20°		Printing, 2 psi for 1 hour at 140°F		Gasoline Resistance (15 minute exposure)	
30 min. at 180°F	77	30 min. at 180°F	V. Heavy	30 min. at 180°F	Wipes Off
30 min. at 300°F	76	30 min. at 300°F	Moderate	30 min. at 300°F	Wipes Off
Gloss, 60°		Knife Adhesion		Spray Conditions	
30 min. at 180°F	93	30 min. at 180°F	Very Good	Viscosity, No. 4 Ford Cup, sec. 15	
30 min. at 300°F	92	30 min. at 300°F	Very Good	Solids Content, %	25.0

Note: Drying the coatings at 300°F for 30 minutes simulates final properties of the resin.

¹The white lacquers were formulated at a titanium dioxide/binder ratio (solids basis) of 30/70. The properties were determined after coatings were sprayed on Bonderite 1000.

²The degree of cracking at the bend over each mandrel is rated on a 0 (no failure) to 10 (complete flaking) scale.

³The degree of flaking at the scribed cross hatch is rated on a 0 (no failure) to 5 (complete lift off) scale.

Additional Information

PARALOID B-65 is supplied in a powder form that is easily dissolved in aromatic hydrocarbons as well as a variety of esters and ketones.

The product detailed in this bulletin is supplied from our manufacturing facility in Louisville, Kentucky, USA with conformance to the requirements of ISO 9002 or to local equivalent quality protocols ensures consistently high standards, immaterial of the source, although the pack size and method of packaging may differ.

This product is available in Asia Pacific through Wilbur Ellis Co./Connell Bros. Co.

Safe Handling Information

Rohm and Haas Material Safety Data Sheets (MSDS) contain pertinent information that you may need to protect your employees and customers against any known health or safety hazards associated with our products. Rohm and Haas Company recommends that you have your local Rohm and Haas technical representatives supply you with MSDS on all our products before using them in your facilities. We also suggest that you contact the suppliers of other materials recommended for use with our products for appropriate health and safety regulations before use.

Chemical Registration

Many countries within the Asia-Pacific region require the registration of chemicals, either imported or produced locally, prior to their commercial use. Violation of these regulations may lead to substantial penalties imposed upon the user, the importer or manufacturer, and/or cessation of supply. It is in your interests to ensure that all chemicals used by you are registered. Rohm and Haas Company does not supply unregistered products unless permitted under limited sampling procedures as a precursor to registration.

Rohm and Haas Company makes no warranties, either expressed or implied, as to the accuracy or appropriateness of this data and expressly excludes any liability upon Rohm and Haas arising out of its use. We recommend that the prospective users determine for themselves the suitability of Rohm and Haas' materials and suggestions for any use prior to their adoption.

Suggestions for use of our products or the inclusion of descriptive material from patents and the citation of specific patents in this publication should not be understood as recommending the use of our products in violation of any patent or as permission or license to use any patents of the Rohm and Haas Company. Material Safety Data Sheets outlining the hazards and handling methods for our products are available on request.

ACRYSOL, AVANSE, ELASTENE, FASTRACK, KATHON, LUCIDENE, MAINCOTE, OROTAN, PARALOID, PRIMAL, ROCIMA, ROPAQUE, ROSHIELD and WIKOLITH are trademarks of Rohm and Haas Company, or of its subsidiaries or affiliates. RHOFLEX and TAMOL are intended to designate goods sold in North and South America; the same goods may be sold in other countries generally under other company trademark designations.

All other trademarks shown in this bulletin are the property of the respective manufacturers or agents.



©Rohm and Haas, 2007 All rights reserved.

February 2007