

**Étude d'une amphore de la collection des Vergers
au Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne**

Une interprétation de l'Antique au XIX^e siècle

Mémoire présenté par :

Barretta Martin

Pour l'obtention du

Master of Arts HES-SO in Conservation-restoration
Orientation objets archéologiques et ethnographiques

Année académique 2021-2022

Remise du travail : *18.07.2022*

Jury : *24.08.2022*

Nombre de pages : *223 (Annexes comprises)*

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 :

Barretta Martin, Neuchâtel, le 18 juillet 2022

Remerciements :

La réalisation de ce travail aurait été plus compliquée sans l'aide de nombreuses personnes. Je tiens à remercier l'ensemble du collège de diplôme de la Haute-Ecole Arc, Madame Hortense de Corneillan et Messieurs Régis Bertholon, Valentin Boissonnas, Tobias Schenkel et Christian Degriigny pour leur suivi et conseils tout au long de ce travail ainsi que pour leur enseignement des cinq années passées. Je remercie également Madame Anouk Gehrig-Jaggi, conservatrice-restauratrice de peintures et chargée de cours à la Haute-Ecole Arc pour ses conseils à propos des adhésifs. Je remercie chaleureusement mon mentor, Monsieur Fabrice Rubiella, conservateur des Musées d'Angers pour ses conseils avisés, ses corrections, sa patience et sa grande gentillesse tout au long de ce travail. Ma gratitude va à Monsieur David Cuendet, responsable du laboratoire de conservation et restauration du Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne pour son soutien, ses conseils, l'aide et la confiance apportée. Je remercie également Madame Karen Vallée pour son suivi et ses judicieux éclairages. Un grand merci à tous les collaborateurs du laboratoire pour leur accueil chaleureux.

Je tiens à remercier le Dr Lionel Pernet, directeur de l'institution pour la confiance qu'il m'a témoignée tout au long de ce travail.

Ma gratitude va à Madame Louise Detrez, conservatrice au Cabinet des médailles de Paris pour son partage de connaissances et sa consultation aux Archives de la ville de Paris.

Un grand merci également au Dr Laurent Haumesser, conservateur du département d'archéologie étrusque et italique au musée du Louvre pour ses conseils et le temps dévoué. Un chaleureux remerciement au Dr Gran-Aymerich, spécialiste des typologies étrusques pour son courrier et ses conseils.

Je tiens à remercier le Dr Giulio Paolucci, conservateur au *Museo civico Archeologico di Chianciano Terme* pour la mise à dispositions d'informations, de documents. Je remercie également le Dr Fabrizio Vallelonga, directeur du Musée National Etrusque de Chiusi pour ses précieux conseils et avis ainsi que pour le partage de documents.

Ma gratitude va au Dr Sophie Wolf au Vitrocentre de Romont et au Dr Gisella Thierrin-Michael, géologue à l'Université de Fribourg pour le temps qu'elles m'ont dévoué.

Je remercie également la Dr Edith Joseph, chargée de cours à la Haute-Ecole Arc pour avoir pris du temps pour m'aider à la caractérisation de matériaux.

Ma reconnaissance va à Monsieur Vincenzo Alano, radiologue au Centre d'Imagerie Médicale de La Chaux-de-Fonds pour avoir pris le temps de me rencontrer et d'effectuer une tomographie entre deux consultations. Je remercie aussi la Dr Isabelle Santoro et le Dr Kilian Anheuser de l'entreprise Geneva Fine Art Analysis Sàrl pour avoir pris le temps de répondre à mes questions concernant la thermoluminescence. Enfin, ma plus complète gratitude à mes parents, pour leur soutien inconditionnel et sans faille lors de ces études.

Et bien sûr à Vic, pour sa patience, son aide et son soutien, plus que précieux dans les moments de doutes, pour avoir tant bien que mal tenté de me changer les idées, un immense merci.

Table des matières

Remerciements :	1
Résumé	4
Abstract	5
Introduction	6
Mandat et méthodologie de travail	7
Partie I –Description de l’objet et de son contexte historique	8
1. Description de l’amphore 3272	8
2. L’Etrurie et la céramique de bucchero	14
2.1. La civilisation étrusque	14
2.2. Le bucchero étrusque	15
3. L’attrait pour l’antique au XIX ^e siècle	18
3.1. Du collectionnisme au développement des chantiers de fouilles	18
4. Les pratiques de restaurations au XIX ^e siècle	21
4.1. La restauration, les assemblages et les pastiches	22
4.2. Les matériaux attendus	23
Partie II – L’amphore 3272	25
1. Des Vergers et la collection du Musée d’Archéologie et d’Histoire de Lausanne	25
1.1. Noël des Vergers et les fouilles en Etrurie	25
1.2. La vente aux enchères de 1867	26
1.3. La collection du musée cantonal d’archéologie et d’histoire de Lausanne	27
2. L’histoire matérielle de l’amphore 3272 et les valeurs culturelles associées	28
2.1. Parcours de l’artefact	28
3. Hypothèses de typologie	29
3.1. L’amphore 3272, un pastiche ?	31
4. Valeurs culturelles associées à l’artefact	33
Partie III – Investigations préalables	34
1. Constat d’état des altérations et stratigraphie	34
2. Observations des couches superficielles	41
2.1. Observation en lumière visible	41
2.2. Observation en lumière ultraviolette	43
3. Techniques d’imagerie par rayons X	45
3.1. Radiographie à rayons X	46
3.2. Tomographie à rayons X	48
4. Dégagement d’une bande de sondage	50
4.1. Solubilité des couches superficielles	52
4.2. Les gels dans le nettoyage ou retrait de couches	55
4.3. Dégagement de la bande de sondage	59

5. Observation des couches inférieures	63
5.1. Observation en lumière visible.....	63
Partie IV – Caractérisation des matériaux constitutifs de l'amphore	66
1. Caractérisation des matériaux constitutifs de l'amphore 3272	66
1.1. Caractérisation des couches superficielles	67
1.2. Caractérisation des couches inférieures	77
2. Hypothèse des étapes de fabrication employées pour la création de l'amphore.....	85
3. Comparaison du vase 3272 avec un lot de la collection des Vergers.....	89
4. Synthèse générale	91
Partie V – Intervention de conservation-restauration	94
1. Diagnostic et pronostic	94
1.1. Diagnostic.....	94
1.2. Pronostic	96
2. Objectifs du traitement et propositions d'interventions.....	96
2.1. Propositions d'interventions	96
2.2. Proposition retenue	97
3. Tests de consolidation	97
3.1. Fabrication des plaquettes tests	98
3.1. Consolidants envisagés.....	101
3.2. Consolidation des plaquettes tests.....	103
4. Intervention de consolidation	105
5. Préconisations des conditions de conservation	108
Conclusion.....	110
Glossaire	111
Bibliographie.....	113
Annexes.....	133

Résumé

En 1867, le Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne acquiert une partie de la collection d'objets archéologiques de Noël des Vergers, parmi lesquels l'amphore 3272. Cet objet est alors inventorié comme étant d'origine étrusque et qualifié de céramique de *bucchero*, production emblématique de la culture étrusque.

Cette amphore noire aux quatre anses et aux décorations nombreuses a soulevé des questions quant à son authenticité, une construction du XIX^e siècle étant suspectée.

L'étude de la forme de cet objet, comparée aux typologies étrusques connues a montré de nombreux anachronismes ainsi que des incohérences stylistiques.

Sur la base de ces suspicions, un travail de recherche a été entrepris, visant à identifier les matériaux constitutifs de l'objet ainsi que leur mise en œuvre.

Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur l'observation en lumière visible et ultraviolette, ainsi que sur des techniques d'imagerie, des analyses microchimiques de prélèvements ainsi que sur une analyse en spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier. Nous avons pu déterminer que cette amphore était composée de treize matériaux différents, parmi lesquels des fragments de céramiques antiques ainsi que de nombreux matériaux liés à la construction de l'objet au XIX^e siècle, le tout assemblé pour former l'objet que nous connaissons aujourd'hui.

Afin d'éviter une dérestauration complète et d'apporter un support visuel amenant une compréhension de la matérialité de l'artefact, un dégagement sélectif d'une bande de sondage a été effectué pour rendre compte de la matérialité de l'objet.

Toutes ces investigations ont confirmé que nous avons affaire à un objet propre à l'imaginaire de l'artisan ayant œuvré au XIX^e siècle. Composé de différents fragments antiques ainsi que de matériaux plus modernes, il en résulte une typologie fantaisiste.

Abstract

In 1867, the Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne acquired part of Noël des Vergers' archaeological collection, including the amphora 3272. This artifact was declared as being of Etruscan origin and qualified as a *bucchero* ceramic, an emblematic production of the Etruscan culture.

However, this black, four-handled and heavily decorated amphora raised questions about its authenticity, suggesting that it was made in the 19th century.

A study of the object's shape, compared to known Etruscan typologies, has shown numerous anachronisms as well as stylistic inconsistencies.

Given these suspicions, a research project was undertaken to identify the materials the object was made of and how they were used.

In order to carry this research out, we relied on visible and ultraviolet light observations, imaging techniques, microchemical analysis of samples, as well as on Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).

We determined the amphora was made of 13 different materials, including: fragments of antique ceramics and 19th-century materials, all combined to form the object as we know it today.

To avoid a complete de-restoration and to provide a visual support leading to a better understanding of the materiality of the artefact, a selective opening of a sondage band was carried out.

The results confirmed the object was the product of a 19th century craftsman's mind. Made of several antique fragments as well as of more recent materials, the amphora offers an implausible typology.

Introduction

En 1867, le Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne acquiert une partie de la collection d'objets archéologiques de Noël des Vergers, parmi lesquels l'amphore 3272. Cet objet est alors inventorié comme étant d'origine étrusque et qualifié de céramique de *bucchero*, production emblématique de la culture étrusque. Cependant, des doutes pesaient quant à son authenticité et soulevaient des questions sur sa matérialité, suspectant largement une construction du XIX^e siècle.

Le travail ci-présent vise à la compréhension de cet artefact, sur la manière dont il a été conçu, dans quel but, mais également de comprendre comment il pouvait être perçu lors de son acquisition au XIX^e siècle. Nous souhaitons également pouvoir caractériser les matériaux qui le composent, dans le but de mieux comprendre cet objet, mais également dans l'optique de mettre en lumière les pratiques des restaurateurs et artisans du XIX^e siècle.

En premier lieu nous poserons une description du contexte historique du XIX^e siècle duquel cet objet est issu et dans lequel il a été acquis par le musée. Cela permettra de mieux envisager les mécanismes de découverte, d'achat et de vente des Antiques par lesquels l'objet qui nous préoccupe est passé. Cela permettra également d'avoir un aperçu des pratiques de restauration et de création d'objets à cette période où l'archéologie émerge en tant que science. Y sera également présenté la technologie de fabrication de la céramique de *bucchero*, permettant de comprendre comment étaient constituées les céramiques antiques et ainsi pouvoir faire une comparaison avec l'amphore 3272.

La seconde partie portera sur l'histoire matérielle de l'objet à proprement parler, son contexte d'acquisition ainsi que son parcours. Nous le comparerons également à des typologies étrusques connues, à la suite de quoi nous présenterons les valeurs culturelles associées à cet objet.

Dans la troisième partie seront décrites les investigations ayant permis de recenser les différents matériaux composant l'amphore ainsi que les moyens nous ayant permis de collecter ces informations. Nous nous attacherons également à la description visuelle de ces matériaux.

L'avant-dernière partie portera sur la caractérisation des matériaux constitutifs de l'amphore aux travers de différents tests et analyses. Nous présenterons nos hypothèses sur les différentes étapes ayant abouti à l'aspect de l'objet tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Enfin, la dernière partie portera sur l'intervention de consolidation menée sur divers éléments de cet artefact et visant à sa stabilisation. Nous y présenterons également des préconisations de conservation préventive nécessaires à sa bonne conservation sur le long terme.

Mandat et méthodologie de travail

Le Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne nous a confié l'amphore 3272, provenant de la collection des Vergers, acquise en 1867. Inventoriée comme étant une amphore de *bucchero* étrusque, de sérieux doutes pesaient sur son authenticité, l'objet pouvant être une création du XIX^e siècle.

L'institution a émis le souhait qu'une étude soit menée sur cet artefact dans le but de confirmer l'hypothèse d'une création du 19^{ème}. Les principaux objectifs de l'étude seraient :

- 1) La caractérisation des matériaux constitutifs de l'objet
- 2) Leur agencement et mise en œuvre au sein de celui-ci.

Ainsi, ces nouvelles informations permettraient de distinguer les parties antiques de celles plus récentes. Afin de rendre compte des observations, sans dé-restaurer l'objet intégralement, l'institution propose que nous procédions à un dégagement sélectif.

Ce dégagement aurait un double but, premièrement permettre l'accès aux matériaux constitutifs, inaccessibles en l'état. Deuxièmement amener un support visuel rendant compte de l'agencement des différentes parties de l'amphore ainsi que des matériaux qui le constituent. Ainsi, la bande de sondage permettrait de visualiser facilement la nature de l'objet. En dernier lieu l'institution souhaiterait qu'une intervention de consolidation soit entreprise, afin de stabiliser divers éléments fragilisés et permettre la bonne conservation, sur le long terme, de l'amphore 3272.

Afin de répondre aux objectifs précédemment décrits, l'étude a suivi les étapes suivantes. Tout d'abord nous avons mené des recherches visant à déterminer la provenance, le contexte d'acquisition et de fabrication de cet objet. Des informations concernant les techniques de fabrication du *bucchero*, céramique emblématique de la culture étrusque ainsi que les pratiques de la restauration liées au XIX^e siècle ont alors été recueillies. Cette étape de documentation a permis d'émettre des hypothèses sur sa composition.

Dans un second temps, l'étude s'est portée sur les matériaux constitutifs de l'objet en procédant à une observation de ce dernier en lumière visible, UV, microscopie optique ainsi que par le biais de techniques d'analyses (spots-tests et IRTF). Ensuite, afin de comprendre l'agencement de ces différents matériaux, nous avons eu recours à des techniques d'imageries (radiographie à rayons X et tomographie) ainsi que procédé au dégagement d'une bande de sondage sur l'objet.

Des test préalables (solubilité, diffusion) ont été réalisés afin d'établir les paramètres de traitement optimaux quant à la réalisation de la bande de sondage. Enfin, nous avons procédé à des interventions de conservation curative sur l'objet en consolidant sa surface. Cette dernière a été imitée sur des éprouvettes tests afin d'évaluer les propriétés de différents consolidants à notre disposition.

Partie I –Description de l'objet et de son contexte historique

1. Description de l'amphore 3272



Figure 1 : Vase 3272 avant intervention.

Institution	Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne
Dénomination	Amphore de table
N° d'inventaire	3272
Provenance	Italie
Date d'acquisition	1867
Dimensions	Hauteur : 55 cm Largeur maximum : 30 cm
Poids	6,9 kg
Matériaux	Terre cuite, matériaux de restauration (organique et inorganique)

L'objet au centre de ce travail est une amphore¹, inventoriée comme provenant de la culture étrusque, ramenée d'Italie au XIX^e siècle. Ce vase de grande taille possède de nombreuses décorations en relief sur sa surface, ainsi que d'autres en ronde bosse dont certaines sont amovibles. L'ensemble de sa surface externe est de couleur noire et brillante, tandis que sa surface interne est recouverte d'un sédiment gris, pulvérulent.

Le terme *amphore* est un terme générique pour les vases possédant au moins deux anses. L'amphore ci-présente est de grande taille et comporte 4 anses. Elle correspond à la typologie des amphores dites de « table », à ne pas confondre avec les amphores de transport, plus grandes, non décorées et comportant souvent un pied pointu². Dans cette partie les différentes parties de l'objet seront décrites selon le schéma ci-dessous.

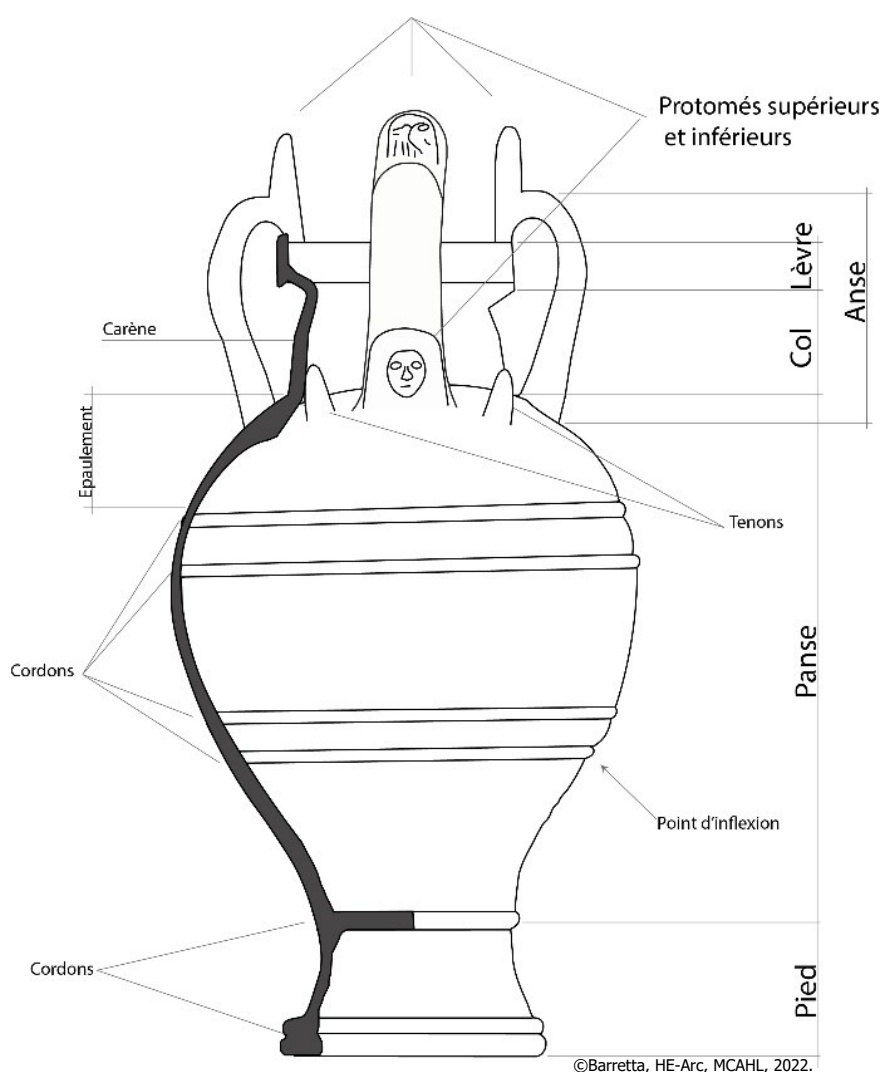


Schéma 1 : Schéma des différentes parties constitutives de l'objet. La partie en gras indique le profil de la paroi du vase.

¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 132-135, p.134.

² Gran-Aymerich, 2017, p.72.

Col et lèvre

Le col est de type fermé, le diamètre de la panse étant supérieur à l'ouverture du col³. Il est biconique, une carène^{4*} à angle doux étant présente en son centre⁵. Au sommet de ce col, la lèvre est droite, lisse et d'une hauteur de 3 cm. Elle forme un biseau interne sur sa partie supérieure et présente un ourlet sur sa partie inférieure externe⁶. La face interne de la lèvre présente un décrochement dans sa partie inférieure, possiblement pour retenir un couvercle⁷.

Anses

Quatre anses verticales sont présentes sur le vase⁸, leur partie inférieure est attachée sur le haut de l'épaule de la panse et leur partie supérieure s'élève au-dessus du col de l'amphore pour reposer sur le haut de la lèvre. Ces anses sont de section plate, légèrement arquée et arrondie sur leur bord. Un relief représentant un animal⁹, possiblement un chien couché, les pattes repliées le long du corps et la tête tournée vers le haut des anses est présent sur leur face externe. A la jonction entre les anses et l'épaule se trouve un protomé, rectangulaire, arrondi dans les angles supérieurs. Le même type de protomé se retrouve sur la partie supérieure des anses, posées sur le haut de la lèvre.



Figure 2 : Vue d'une anse et d'un protomé supérieur et inférieur ainsi que du motif animalier sur l'anse.

Panse



Figure 3 : Registre supérieur, orné d'un médaillon de gorgonéion et d'un guerrier casqué. Entre les deux un godron est présent.

La panse est de type ovoïde, le point d'inflexion étant situé aux deux tiers de la hauteur de la panse¹⁰.

La partie supérieure de la panse forme un épaulement convexe du haut duquel naissent 4 anses.

Elle peut être divisée en 3 registres¹¹ (inférieur, central et supérieur, sans compter les pieds et le col), séparés par de doubles cordons horizontaux. Les registres supérieurs et médians présentent des décorations en reliefs, tandis que le registre inférieur porte des décors incisés. Les espaces créés entre les doubles cordons séparant ces registres sont également décorés par des incisions ou des pastilles d'applique.

³ Cauliez *et al.*, 2002, p.64.

⁴ Tous les mots suivis d'un astérisque sont présents dans le glossaire en p.111.

⁵ Cauliez *et al.*, 2002, p.70.

⁶ Cauliez *et al.*, 2002, p.70.

⁷ Cf. Schéma 1, p.09.

⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 136-139, p.135.

⁹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 140-141, p.135.

¹⁰ Gran-Aymerich, 2017, p.73.

¹¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 142-146, p.136.

Sur le haut de l'épaule, entre chaque anse se trouvent 4 tenons verticaux, de section circulaire et d'une hauteur de 3 cm¹². Ceux-ci permettent d'accueillir chacun un protomé en forme de griffon (muni d'un orifice ils peuvent être maintenus sur les tenons.)

Pied

Le pied de l'amphore est dit *sortant* et comporte un *fond à piédestal**. Le fond de l'amphore (paroi interne séparant la panse du pied) est surélevé par rapport à la zone de contact du pied de l'amphore. Le pied est quant à lui de forme concave, sa base est formée d'un double cordon, de section demi-circulaire. L'intérieur du pied (comme l'intérieur de la panse) est recouvert de sédiment¹³. Le haut du pied est séparé du bas de la panse par un cordon simple de section demi-circulaire. C'est également à la hauteur de ce cordon que se situe le fond de l'amphore (voir schéma 1).



Figure 4 : Pied de l'amphore, séparé de la panse par un cordon. Décors d'applique représentant un lion.

Les décors

Plusieurs types de décorations sont présents sur l'amphore. On retrouve des décors en ronde bosse, appelés protomés*, des décors en bas-reliefs, appliqués sur la panse ou le pied ou encore des décors incisés à forme géométrique.

Protomés anthropomorphes

Deux séries de protomés sont présentes sur le vase. La première série est posée sur le haut des anses, à la jonction avec la lèvre. On en retrouve 4, représentant un visage vu de profil et tourné vers la droite, les cheveux ou une coiffe ramenée en arrière. De forme rectangulaire, les angles supérieurs sont arrondis. Ces 4 motifs sont semblables, bien que des différences de détails soient notées. L'un des protomés (celui tout à gauche de la Figure 5) est brisé à sa base et désolidarisé du vase.



Figure 5 : Protomés supérieurs du vase, appliqués sur le haut des anses. Celui de gauche est désolidarisé du reste de l'objet.

¹² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 147, p.137.

¹³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 148-149, p.137.

A la jonction entre les 4 anses et l'épaule, on retrouve également 4 protomés, cette fois-ci appliqués contre les anses. Ceux-ci représentent 4 visages féminins aux cheveux longs et représentés de face. Ces 4 protomés présentent le même motif.



Figure 6 : Protomés inférieurs, appliqués à la base des anses.

Protomés de griffons

Accompagnant l'amphore, on trouve 4 protomés amovibles, d'une hauteur de 15 cm¹⁴. Cylindriques, ils sont dotés d'un orifice à leur base, permettant de les insérer dans les 4 tenons présents sur l'épaule de l'amphore. Leur base forme un biseau, permettant d'épouser la courbure du vase. Lorsqu'ils sont mis en place, le haut des protomés dépasse de 3 cm le haut de la lèvre. Ces protomés représentent la partie supérieure d'un griffon, le cou est arqué vers l'arrière et la gueule est représentée ouverte.



Figure 7 : Un des protomé de griffon, destiné à être posé sur les tenons présents sur l'épaule.

Médaillons

Sur le registre supérieur de la panse figurent 8 médaillons¹⁵. Ils consistent en une alternance de 4 têtes de guerriers casqués, vus de profil, regardant vers la droite et de 4 motifs ressemblant à des gorgonéions. Chaque médaillon est séparé par des godrons, également en reliefs.



Figure 8 : Médaillons appliqués sur le registre supérieur, représentant des guerriers casqués et des gorgonéions. Ils sont séparés par des godrons (non-visibles ici).

¹⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 150-153, p.137-138.

¹⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 154-155, p.138.

Frise supérieure

Le registre central de la panse est occupé par une frise représentant 8 lions constituée d'une alternance de¹⁶, 4 lions ayant la gueule tournée vers la droite et de 4 autres la gueule représentée de face. Ces derniers sont légèrement plus grands que ceux vus de profils. En revanche la composition du corps est semblable, la queue enroulée sur elle-même et les pattes dans la même position.



Figure 9 : Frise de décors d'appliques du registre central représentant des lions.

Frise inférieure

Sur le pied figurent également 4 lions, représentés couchés et tournés vers la gauche. Leur patte avant est levée, la gueule de face, et la queue enroulée sur elle-même¹⁷.



Figure 10 : Frise de décors d'appliques présente sur le pied.

Décors incisés

Les registres inférieurs et supérieurs sont dotés de décors géométriques, incisés dans la surface du vase, ils sont rehaussés par un matériau beige. Les incisions présentes sur le registre inférieur forment des triangles isocèles, striés de rayes diagonales¹⁸. Leur base repose sur le cordon de séparation entre le registre inférieur et le pied et leur pointe atteint la base du registre central. Entre le registre inférieur et le registre médian figurent également des incisions, sous la forme de traits entrecroisés. Enfin, sur le registre supérieur, elles prennent la forme de croix et de volutes.



Figure 11 : Décors incisés entre le registre central et le registre inférieur. On remarque également l'étiquette indiquant le numéro d'inventaire (3272).

¹⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 156-157, p.138.

¹⁷ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 158-159, pp.138-139.

¹⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 160, p.139.

2. L'Etrurie et la céramique de bucchero

Selon l'inventaire, le vase proviendrait de la culture étrusque. Les Etrusques formaient une civilisation avancée établie au nord de l'Italie entre le IX^e et le 1^{er} siècle av. J.-C. Peuple de commerçants et d'artisans perfectionnés, ils ont joué un rôle important dans les échanges au sein du bassin méditerranéen.

2.1. La civilisation étrusque

La civilisation étrusque s'est développée au cours du IX^e siècle av. J.-C et a perduré jusqu'au 1^{er} siècle av. J.-C. Elle occupait un territoire d'Italie comprenant l'actuelle Toscane, de la plaine du Pô au Nord et descendant jusqu'à la région du Latium au sud. Les Etrusques étaient également installés sur l'île d'Elbe ainsi que sur une partie de la Sardaigne.

Les Etrusques ont fondé une civilisation extrêmement riche et développée¹⁹, tant d'un point de vue matériel que culturel. Selon les auteurs antiques, la société étrusque s'organisait autour de 12 grandes cités états²⁰ formant l'Etrurie.



Figure 12 : Carte représentant les limites du territoire étrusque. En rouge, Chiusi et Vulci, d'où est supposé provenir le vase 3272.

Ils forment un peuple de marins et de marchands, ils exportent leur production agricole (vin et céréales) dans tout le bassin méditerranéen, mais également des productions provenant de leur artisanat. Ils importent aussi de la marchandise, en particulier depuis la Grèce avec laquelle des liens importants semblent avoir existé²¹.

Entre le VII^e et le VI^e siècle avant J.-C., les différents secteurs de l'artisanat deviennent des disciplines propres à des artisans spécialisés, amenant à une grande maîtrise technologique de différents matériaux.

L'abondance de matériel métallique retrouvé lors de fouilles montre que les Étrusques maîtrisaient les arts du feu, des mines de cuivre et de fer étaient présentes en particulier sur l'île d'Elbe et des objets d'une grande finesse, en bronze en fer ou en métal précieux mis au jour ont démontré les talents des orfèvres étrusques.

¹⁹ Pallotino, 1992, p.33.

²⁰ Camporeale, 1992b, p.66.

²¹ Camporeale, 1992a, p.44.

Les potiers étrusques sont également célèbres pour la production de la céramique* de *bucchero*, désignée parfois comme « *la céramique nationale des Étrusques* ²² ». Ce type de céramique, d'un noir lustré et brillant, rappelant une surface métallique s'exportait alors dans tout le bassin méditerranéen²³ et est devenue un symbole de la culture matérielle étrusque.

2.2. Le bucchero étrusque

Dans le langage courant, le terme de *bucchero* englobe l'ensemble des productions céramiques noires provenant d'Étrurie. En réalité ce terme désigne une seule catégorie de production, possédant une pâte noire ou grise, à cœur comme en surface. Les vases de *bucchero* présentent une surface brillante, cherchant à imiter les vases métalliques. Ils ne possèdent pas d'engobe*, et sont composés d'une pâte fine, poreuse* et peu résistante²⁴. La période de production du *bucchero* peut être comprise entre 700 et 300 av. J.-C. période au cours de laquelle la technologie de fabrication n'a cessé de se perfectionner.

Chronologie du bucchero

Le *bucchero* est souvent confondu avec *l'impasto buccheroide*, un type de production plus ancienne produit vers 750 av. J.-C. Il s'agit de vases foncés, allant du brun rouge au noir, dont la pâte est fortement chargée en dégraissant minéral. En parallèle de cette période se développe un artisanat spécialisé et apparaît le tour de potier²⁵. Jusque-là les premiers vases *d'impasto* étaient d'abord montés en colombins (*impasto non tornito*), aux parois épaisses et présentant les signes d'une cuisson irrégulière

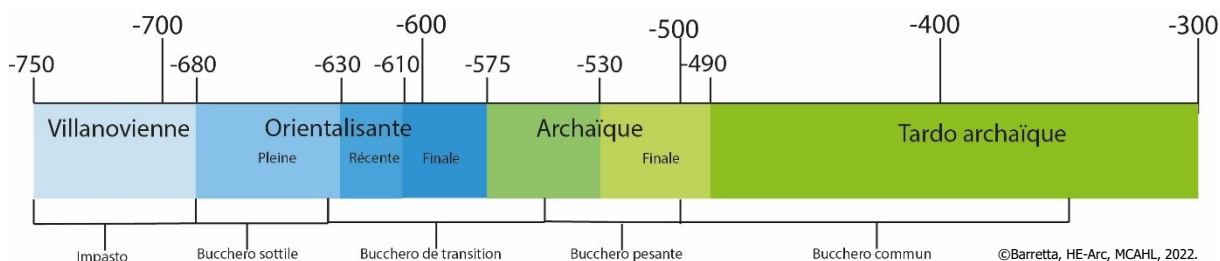


Figure 13 : Frise chronologique représentant les différentes époques de la culture étrusque ainsi que les périodes des différents types de production de céramique.

Dès la deuxième moitié du VIII^e siècle av. J.-C. on assiste à une généralisation de *l'impasto tornito*, Production plus fine que les précédentes, le perfectionnement provient de l'amélioration technologique des moyens de production ainsi que du développement de ce type d'artisanat. *L'impasto tornito* peut être qualifié de production intermédiaire entre *l'impasto non tornito* et le *bucchero*²⁶.

²² Gran-Aymerich, 2017, p.9.

²³ Camporeale, 1992, p.64

²⁴ Gran-Aymerich, 2017, p.14.

²⁵ Gran-Aymerich, 2017, p.32.

²⁶ Gran-Aymerich, 2017, p.33.

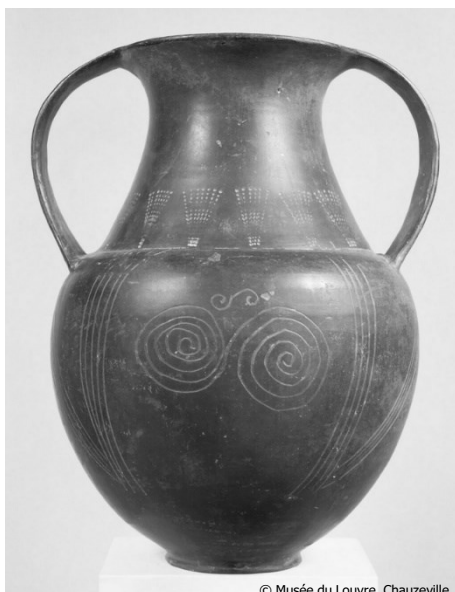


Figure 14 : Amphore n°CP2831, période orientalisante. Daté entre -640 et -620.
20 cm x 16 cm

Les vases de *bucchero* sont selon certains auteurs l'aboutissement technologique de *l'impasto*, les tours et fours de potiers se perfectionnent avec l'utilisation du charbon. La pâte est plus fine et davantage épurée. Il en résulte des vases aux parois fines, à la surface lustrée et à la pâte noire, à l'extérieur comme à cœur.

Les productions dites de *bucchero* peuvent être divisées en différents groupes. À partir du VII^e siècle av. J.-C., on voit apparaître des productions tournées aux parois ayant parfois 2 mm d'épaisseur, présentant une surface brillante aux reflets métalliques. C'est le *bucchero sottile*, la plus fine et la plus soignée des productions étrusques²⁷, souvent décorées de décors incisés.

Remplacée, entre -650 et -600, par le *bucchero de transition*, production plus épaisse, les parois atteignant parfois les 6 mm d'épaisseur et les décors estampés et répétés au sceau-cylindre font leur apparition.

Aux alentours de -550, on assiste à l'essor du *bucchero pesante*, la surface est noire et luisante et les formes sont standardisées, comportant peu ou pas de décors. À l'exception des pièces de prestige, surchargées de décors d'appliques et de reliefs estampés au sceau-cylindre de toutes sortes, zoomorphes ou anthropomorphes²⁸.



Figure 15 : Cratère n°96.9.167, période archaïque. Daté vers -550. 27 cm x 23 cm

Les productions de prestige sont les plus représentatives de la période archaïque et celles qui seront le plus diffusées. C'est le début d'une production de masse, expliquant une baisse de qualité.

Après le *bucchero pesante*, on assiste peu à peu au déclin du *bucchero*, avec l'apparition du *bucchero commune*, vers -500. Ce type de production se caractérise par une absence de décoration et d'anses, des parois robustes et lisses. Avec l'apparition de cette dernière catégorie, nombre d'auteurs signalent la fin de la production du *bucchero*, et une rupture stylistique, indiquant un changement dans la société étrusque²⁹.

²⁷ Gran-Aymerich, 2014, p.125.

²⁸ Gran-Aymerich, 2017, p.159.

²⁹ Gran-Aymerich, 2014, p.128.

Technologie de fabrication

Terres employées

La pâte* utilisée dans la confection du *bucchero* est naturellement ferrugineuse, de couleur beige lorsqu'elle est crue³⁰. De nature siliceuse*, nous pouvons distinguer deux types de pâtes selon les gisements d'argiles présents en Étrurie provenant soit de :

- Couches sédimentaires d'origine volcanique, principalement pour les productions du sud de la région.
- Couches sédimentaires marines, plus riches en calcium pour les productions de l'Etrurie interne.

La pâte crue était méticuleusement débarrassée de toutes ses impuretés, par bain, avant d'être mise en œuvre ³¹.

Les dégraissants* sont ajoutés volontairement. Si pour l'*impasto* ils sont de grande taille et hétérogène, pour le *bucchero*, ils sont fins et homogènes, principalement de nature minérale, quartz et feldspath.

On trouve également des traces de carbone dans la pâte, ce qui signifie que du charbon en poudre a sans doute été ajouté pour contribuer à la couleur noire de la pâte³². Dans le cas du *bucchero*, on obtient après cuisson une pâte fine, homogène et poreuse.

Façonnage et polissage

Après lavage de l'argile, la pâte était pétrie puis tournée ou tournassée* à l'aide d'outils en bois ou en corne. La panse, le col et le pied étaient tournés à part et assemblés à la barbotine *, de même que les anses, confectionnées à part³³.

Il existe de multiples types de décors sur les céramiques étrusques. Aux périodes les plus anciennes, on retrouve surtout des décors géométriques incisés à main levée d'abord puis en utilisant des peignes, permettant d'obtenir des motifs précis. Vers le VII^e siècle, les décors estampés à l'aide de sceau-cylindre se standardisent, produisant ainsi des frises de motifs répétés. Il en va de même pour les décors d'appliques, décors les plus caractéristiques du *bucchero*, moulés dans une matrice et appliqués sur l'objet à l'aide de barbotine, et éventuellement remaniés avant cuisson³⁴. Les motifs utilisés sont variés, représentant des figures zoomorphes, anthropomorphes ou géométriques.

Le polissage des surfaces se faisait avant cuisson et après le montage des pieds et des anses., à l'aide d'outils en bois ou en corne. Dès la fin du VII^e siècle sont utilisées des lanières de cuir. C'est à ce polissage que l'on doit la brillance et le lustre caractéristique des céramiques étrusques, présentant dans certains cas des brillances argentées, aux reflets métalliques. Cependant, vers la fin du VII^e siècle av.

³⁰ Cottier-Angeli, 1994, p.67.

³¹ Gran-Aymerich, 2017, p.38.

³² Gran-Aymerich, 2017, p.36.

³³ Cottier-Angeli, 1994, p.67.

³⁴ Gran-Aymerich, 2017, p.52.

J.-C., le polissage des céramiques semble perdre en qualité, sans doute lié à la standardisation et à la multiplication des productions, les objets prennent un aspect plus mat³⁵. L'intérieur des vases n'est pas poli, laissant apparaître les traces de tournage.

Cuisson

La cuisson est l'une des étapes maîtresses de la technologie de fabrication du *bucchero* car elle confère aux pièces leur teinte si caractéristique. Si *l'impasto* était sans doute cuit en charge*, le *bucchero* a bénéficié de fours plus perfectionnés où la chambre du combustible et celle des objets étaient séparées³⁶.

L'atmosphère dans la chambre de cuisson était gardée en atmosphère réductrice* et la température devait être maintenue en moyenne autour des 880°C et 920°C³⁷. C'est grâce à l'utilisation du charbon que les Etrusques arrivent à obtenir des températures aussi élevées.

L'atmosphère était maintenue réductrice, presque jusqu'au refroidissement total du four. Mais pour que la pâte conserve sa couleur noire en surface comme à cœur, la cuisson devait être alliée à une fumigation, des produits dégageant des fumées étaient utilisés dans ce but³⁸.

L'atmosphère réductrice des fours confère la couleur noire aux céramiques de *bucchero*. Les oxydes de fer présents dans la pâte étaient ainsi réduits lors de la cuisson.

3. L'attrait pour l'antique au XIX^e siècle

L'amphore a été acquise par le MCAHL³⁹ en 1867 dans un contexte où un attrait fort pour l'Antique se développe, en parallèle des grandes découvertes archéologiques. Le désir d'objets antiques entraînera des fouilles toujours plus intenses pour répondre à la forte demande. Ainsi, parallèlement aux chantiers archéologiques, un marché d'antiquités se mettra en place, engendrant un commerce important et avec lui un marché du faux.

3.1. Du collectionnisme au développement des chantiers de fouilles

Dans la première moitié du XIX^e siècle, on assiste à un attrait nouveau pour tous les objets dits « anciens », qui font leur entrée dans les intérieurs privés, aux côtés d'objets du quotidien⁴⁰. Avec l'avènement des grands chantiers de fouilles et la redécouverte de la civilisation étrusque, les goûts changent et les objets inspirés d'objets archéologiques voire des objets archéologiques authentiques font leur apparition dans les intérieurs⁴¹.

L'intérêt pour les objets archéologiques se développe en même temps que l'archéologie se développe en tant que science. Avec elle on assiste à un attrait pour les civilisations anciennes, le *Grand Tour*

³⁵ Gran-Aymerich, 2017, p.35.

³⁶ Cottier-Angeli, 1994, p.68.

³⁷ Cottier-Angeli, 1994, p.68.

³⁸ Cottier-Angeli, 1994, p.68.

³⁹ MCAHL correspond à l'abréviation de *Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne*.

⁴⁰ Charpy, 2010, p.497.

⁴¹ Charpy, 2010, p.528.

passé désormais par les sites de fouilles toscans⁴² où les objets archéologiques, vrais ou faux, sont vendus en souvenir. Le goût pour l'antique et le collectionnisme est ainsi intimement lié au développement des chantiers de fouilles et vice-versa, l'un stimulant l'autre.

Le vase 3272 proviendrait des sites étrusques de la région de Chiusi et Vulci. Ceux-ci étaient connus dès le XVII^e siècle où des découvertes sporadiques avaient été faites. Mais c'est à la fin de ce siècle qu'une loi est adoptée, permettant « ...à chacun, sans permis préalable, d'entreprendre des fouilles et de s'approprier les Monuments retrouvés des siècles passés... »⁴³. Les interdictions de fouiller ainsi que de transporter du matériel archéologique étant abolies, les chantiers archéologiques se multiplient sur le territoire toscan, principalement aux alentours des anciennes cités étrusques, en particulier Chiusi et Vulci.

L'ouverture de ces fouilles attire des intellectuels de toute l'Europe, contribuant à la renommée des sites comme du matériel excavé, Chiusi devient une étape incontournable du *Grand Tour*⁴⁴ ainsi qu'un lieu idéal pour lancer les bases de l'archéologie en tant que science.

Au début du XIX^e siècle, la demande grandissante d'objets archéologiques, provenant de familles nobles d'Europe engendre un accroissement des fouilles, les tombes et les nécropoles des anciennes cités étrusques sont alors vidées de leurs objets, disséminés dans toute l'Europe, principalement aux mains de collectionneurs privés.

En 1842, pour tenter de limiter les fouilles sauvages et la dissémination des objets archéologiques, la loi autorisant les fouilles à tous est modifiée, prévoyant cette fois-ci une demande d'autorisation de fouiller au conservateur du musée Royal de Florence. Le résultat semble toutefois avoir eu peu d'effet, les prospecteurs se contentant de demander cette autorisation de temps à autre⁴⁵.

Si ces chantiers de fouilles prennent une telle ampleur, c'est non seulement du fait de l'intérêt scientifique montré par certains chercheurs, voyant en la culture étrusque un champ d'études nouveau, mais également du fait du marché d'antiquités se mettant en place parallèlement aux découvertes⁴⁶.

Le marché de l'antique est particulièrement fructueux dans la région de Chiusi dans la première moitié du XIX^e siècle. L'importance de ce marché peut s'expliquer du fait de la pauvreté de la région, poussant la population à s'impliquer dans tous les processus relatifs aux chantiers de fouilles. « ...*quasi tutti gli abitanti di Chiusi, non potendo trarre buona fortuna...si raccomandarono ai loro buoni vecchi*

⁴² Barni et Paolucci, 1985, p.18.

⁴³ Paolucci, 2018, p.106.

⁴⁴ Paolucci, 2018, p.106.

⁴⁵ Paolucci, 2018, p.107.

⁴⁶ Barni et Paolucci, 1985, p.14.

*etruschi...*⁴⁷ »⁴⁸. Les tâches étaient divisées dans la population entre les fouilleurs, les restaurateurs, et les marchands⁴⁹.

Un deuxième facteur à prendre en compte est l'isolement de cette région, éloignée du contrôle d'Etat, les fouilles, les restaurations et les ventes se faisaient au grand jour. Du fait de l'augmentation de la demande et avec elle de l'expansion des fouilles, certains auteurs parlent de saccage ou de massacre des tombes et nécropoles fouillées⁵⁰, tant le terrain a été ratissé, sans documenter les types d'objets prélevés et en ne sélectionnant que les plus précieux, au mépris du reste du mobilier.

Parmi les grands acteurs du commerce d'objets antiques, on retrouve bien sûr les collectionneurs de familles nobles, tel que le célèbre marquis de Campana, qui constituera une collection aux proportions impressionnantes.

Ironiquement, les riches collectionneurs ne sont pas les seuls à encourager le marché de la vente et avec lui l'expansion des fouilles sauvages. Les principaux acheteurs des collections en provenance de Chiusi et de Vulci sont les membres de *L'Istituto di corrispondenza archeologica*, société de savants passionnés d'archéologie et qui souhaitaient pouvoir systématiser cette science en partageant leur découverte⁵¹. Ainsi *l'Istituto* a pu jouer le rôle d'intermédiaire entre les marchands toscans et les collectionneurs du reste de l'Europe, plaque tournante du commerce d'antiquités et contribuant à la dispersion des collections⁵².

Enfin, des acteurs méconnus du marché ayant eu un impact très important sur la diffusion des objets sont les fouilleurs eux-mêmes, qui pour financer les chantiers revendaient certains objets au fur et à mesure de leurs besoins.

Les ventes d'objets archéologiques atteignent une telle intensité que l'on rapporte que certains artefacts étaient vendus « in-situ », présentés dans les nécropoles et munis d'une étiquette affichant le prix⁵³.

Avec la vente des objets découverts se développe également un marché de la restauration, souvent in situ. Il est rapporté qu'à Chiusi en 1845, ouvre le *Gabinetto dei Monumenti*, dépôt dans lequel les habitants et fouilleurs amènent leurs trouvailles qui sont restaurées sur place⁵⁴ avant d'être vendues.

⁴⁷ « ... *presque tous les habitants de Chiusi, ne pouvant faire fortune... se tournèrent vers leurs bons vieux étrusques...* ».

⁴⁸ Paolucci, 2005, p.7.

⁴⁹ Barni et Paolucci, 1985, p.18.

⁵⁰ Paolucci, 2018, p.106.

⁵¹ Barni et Paolucci, 1985, p.18.

⁵² Gaultier, 2018, p.90.

⁵³ Paolucci, 2018, p.106.

⁵⁴ Paolucci, 2018, p.106.

Les restaurations in-situ, corrélées au marché d'antiquités ont pu donner lieu à des pratiques particulières. Le but étant plus de conclure une vente que de préserver l'aspect scientifique lié aux objets. On assiste ainsi à des restaurations souvent, des décors d'appliques sont ajoutés, on grave de fausses inscriptions, certains objets « entiers » sont même complètement repeints, permettant de masquer les fractures. Le résultat se devait d'être spectaculaire et donner l'impression d'un objet rare et couteux. Un objet intact avait alors plus de valeur qu'un objet lacunaire, donnant lieu à des catégories d'objets parfois complètement incohérentes avec les typologies étrusques réelles.

4. Les pratiques de restaurations au XIX^e siècle

C'est dans le contexte exposé plus haut que provient l'amphore 3272 et nous supposons que c'est également dans ces circonstances qu'elle a acquis l'aspect que nous lui connaissons. Si des interventions de réparation des céramiques sont déjà recensées dès la préhistoire, on trouve toutefois peu de documents ou d'étude en ce qui concerne les restaurations du XIX^e siècle.

Pendant longtemps la céramique a été considérée comme un objet utilitaire ou alors comme un art mineur, et au contraire de la sculpture ou des peintures les objets céramiques étaient alors « réparés » et non « restaurés ». Jusque dans les années 1980, les céramiques comportant d'anciennes restaurations étaient souvent dé-restaurées pour retrouver les fragments antiques, résultant en une perte d'informations concernant les anciennes restaurations ainsi que des témoins de l'histoire d'une pratique.

Peu d'informations sont disponibles aussi du fait des secrets d'ateliers. Chaque restaurateur gardait précieusement ses méthodes pour lui et les étapes d'interventions étaient peu documentées.

En France ce n'est qu'en 1865 qu'est édité le premier manuel de restauration de céramique par Thiaucourt, suivi en 1872 par celui de Ris-Paquot⁵⁵. Ces manuels se présentent des recueils de recettes et de méthodes visant à restaurer les céramiques et donnent des informations précieuses quant aux matériaux qu'il est possible de rencontrer sur les objets restaurés à ces périodes. Toutefois il n'est pas envisageable de les considérer comme exhaustifs, chaque région et atelier ayant eu leurs pratiques propres, en fonction des besoins, du type de restauration envisagé et des matériaux à disposition. C'est donc sur les objets eux-mêmes qu'il faut chercher les informations propres aux anciennes restaurations.



Figure 16 : Illustration issue du manuel de Ris-Paquot, imageant la manière de restaurer une céramique par l'ajout de structure en fil de fer.

⁵⁵ Bertini, 1998, p.149.

4.1. La restauration, les assemblages et les pastiches

Comme vu précédemment, les fouilles massives ayant eu lieu dans l'ancienne Étrurie engendrèrent une demande importante d'objets archéologiques et un accroissement du commerce d'antiquités. Les restaurateurs accompagnant les fouilleurs ont parfois dû, pour pouvoir répondre à la demande, avoir recours à des pratiques pouvant être divisées en trois catégories, définies comme suit :

Les assemblages

L'assemblage « ... consiste à assembler un objet lacunaire pour lui redonner une intégrité visuelle...en limitant l'ajout d'éléments allogènes et en respectant le type auquel il appartient... »⁵⁶ Cette pratique se rapproche des pratiques de la restauration actuelle et peut sembler résolument moderne. Toutefois dans la première moitié du XIX^e siècle déjà, certains érudits prônent une pratique de la restauration, selon laquelle « ... le vase devrait être complété dans sa forme et non dans son décor... »⁵⁷ et si des comblements sont présents ils se devraient d'être visibles. Cette pratique est ainsi beaucoup plus axée sur une vision scientifique des objets archéologiques.

Les pastiches

Le pastiche peut être défini comme étant un objet « ...qui consiste à recomposer un objet à partir de fragments antiques provenant de différents individus... »⁵⁸. Cette pratique est attestée dans de nombreuses collections archéologiques et pour de nombreuses typologies d'objets. Comme nous l'avons vu dans le cas des chantiers en Étrurie, cela s'est souvent traduit par des remontages d'objets incohérents sur un plan typologique, dont les différents fragments provenaient d'objets divers et variés. Dans l'esprit du XIX^e siècle, il est plausible qu'un objet composé intégralement de fragments antiques ait plus de valeur qu'un objet incomplet.

Certains objets dont les ensembles de fragments étaient complets ont parfois été entièrement repeints, dans le but de masquer les fractures de l'objet ou simplement pour lui donner meilleur aspect auprès d'un acheteur⁵⁹.



Figure 17 : Objet n°1913.22. Provient de la collection des Vergers, conservé à la Yale University Art Gallery. Censé être un objet étrusque, elle est décrite comme une falsification. 40 cm x 30 cm

⁵⁶ Giroire, 2018, p.323.

⁵⁷ Bernard, 2015, p.27.

⁵⁸ Giroire, 2018, p.323.

⁵⁹ Gran-Aymerich, [Courriel], 2022.

Les faux

Enfin, cette période de frénésie archéologique a été selon certains auteurs *l'âge d'or du faux*, engendrant toutes sortes de productions peu cohérentes⁶⁰. Certains objets étaient créés parfois en intégrant du matériel antique, mais également construit de toutes pièces, imitant des productions déjà connues et étudiées. Cela a entraîné la création d'objets sans aucun rapport avec les typologies étrusques. La différence avec le pastiche et qu'un faux ne comprendra pas nécessairement d'éléments archéologiques. Selon Cesare Brandi, la production d'une copie, d'une imitation ou d'un faux réside dans l'intention selon laquelle l'objet est mis en circulation. Il distingue ainsi trois cas de figure⁶¹ :

- 1) « *La production d'un objet qui ressemble à un autre ou qui le reproduit, soit dans le style d'une époque historique déterminée ou d'une personnalité artistique, sans autre but qu'une documentation de l'objet ou le plaisir qu'il peut procurer.* »
- 2) « *Production d'un objet comme décrit au-dessus, mais avec l'intention d'induire en erreur sur l'époque, la matière ou l'auteur.* »
- 3) « *Insertion de l'objet dans le commerce, même s'il n'a pas été produit avec l'intention d'induire en erreur, en le faisant passer pour une œuvre authentique, d'époque, de mode de fabrication ou d'auteur, différents de ceux qui composent l'objet.* »⁶²

4.2. Les matériaux attendus

Les matériaux de restauration utilisés au XIX^e siècle sont très variés et peuvent dépendre du type de céramique restaurée ainsi que de la région concernée, en fonction des matériaux disponibles. Nombre de techniques employées sont propres à la restauration de céramique, voire à l'artisanat du potier. D'autres se retrouvent dans d'autres domaines, tel que celui de la peinture en ce qui concerne les repeints ou les vernis. Ces matériaux peuvent toutefois être divisés en 4 catégories :

- Matériaux de comblements et assemblage structurel
- Les adhésifs
- Les liants*
- Les pigments

Un explicatif plus détaillé de ces matériaux figure dans les annexes⁶³.

⁶⁰ Communication écrite du Dr Gran-Aymerich du 12 mai 2022.

⁶¹ Brandi, 2000, p.66.

⁶² Traduction depuis l'italien.

⁶³ Cf Annexes, Annexe 2, Apport 1, p.154.

La restauration du *bucchero*

Les écrits concernant les restaurations spécifiques du *bucchero* sont rares. On trouve toutefois un document très succinct de la deuxième moitié du XIX^{ème}, attribué à Monni ou Galanti, alors restaurateurs pour le musée de Chiusi citant de manière succincte diverses « recettes » propres à la restauration du *bucchero*⁶⁴.

Utilisé comme adhésif, il est fait mention d'un mélange de *colla di falegname*⁶⁵ mélangée avec de l'ail écrasé auquel on ajoute des terres noires, de l'huile de lin cuite et du blanc de plomb.

Le blanc de plomb était souvent utilisé comme siccatif, en revanche la raison de la présence d'ail pressé est moins claire.

Un mélange, cité comme *stucco per buccheri* est constitué de plâtre ou d'un autre type de charge type craie ou poudre de marbre, de terre noire et de pigments jaunes auquel on ajoute de la colle de menuisier et de l'huile de lin. Selon la description, ce mélange devait être assez épais pour pouvoir ensuite le modeler.

Enfin, on trouve également mention d'un enduit pour les céramiques noires, constituées d'un mélange de poix et de cire, diluées dans l'essence de térébenthine auquel on ajoute des pigments noirs.

⁶⁴ Paolucci, 2005, p.29.

⁶⁵ *La colla di falegname*, littéralement *colle de menuisier* est de la colle animale, peau ou os.

Partie II – L'amphore 3272

1. Des Vergers et la collection du Musée d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne

Le MCAHL doit une part importante de sa collection d'objets archéologiques, dont le vase 3272 à Noël des Vergers (1804-1867). Homme de science, ce dernier a mené de nombreuses fouilles en Etrurie accompagné de l'archéologue italien, Alessandro François. En effet, à la fin du XIX^e siècle, les objets issus de ces fouilles seront achetés lors d'une vente aux enchères par Morel-Fatio, directeur du musée à l'époque.

1.1. Noël des Vergers et les fouilles en Étrurie

Marin Adolphe Noël des Vergers, né à Paris en 1804⁶⁶ était un homme de science, archéologue, historien, également secrétaire de la Société de Géographie, ce qui lui a permis d'entreprendre de nombreux voyages, en Grèce, en Italie, ainsi qu'au Moyen-Orient où il apprend l'arabe⁶⁷.

En 1829 est fondé à Rome l'*Instituto di corrispondenza archeologica* par des passionnés d'Histoire et de mythologie antique⁶⁸. Les fondateurs de cet institut entendaient ainsi systématiser les études des monuments antiques en communiquant entre scientifiques et en partageant les découvertes. Les membres collaboraient en publiant des articles concernant leurs expériences et découvertes. L'archéologie, encore balbutiante commençait alors à poser les fondements d'une discipline scientifique.

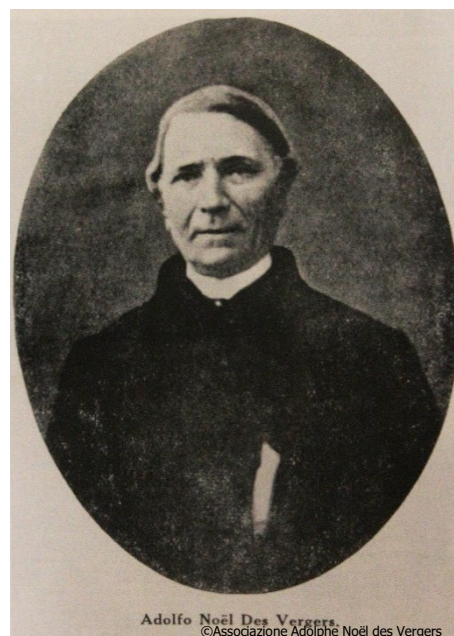


Figure 18 : Portrait de Noël des Vergers, date inconnue.

En 1847 des Vergers rejoint l'*Instituto* et en 1850, il s'associe avec Alessandro François pour « ...faire quelques excursions dans les Maremmes... Nous nous sommes réunis pour tenter quelques fouilles... »⁶⁹. Des Vergers espérait pouvoir rédiger un article à destination de l'*Instituto*, il écrit finalement trois monographies traitant de la culture étrusque.

Des Vergers et François créent alors une société. Alessandro François était chargé de diriger les fouilles en Toscane, tout d'abord à Chiusi puis à Vulci tandis que depuis Paris, des Vergers finançait les chantiers⁷⁰. Ces chantiers de fouilles étaient financés en partie en vendant les trouvailles au fur et à

⁶⁶ Copioli, 1996, p.17.

⁶⁷ Paolucci, 2014, p.7.

⁶⁸ Blanck, 1996 p.333.

⁶⁹ Blanck, 1996, p.336.

⁷⁰ Pernet, 2020a, p.183.

mesure de leur découverte, des Vergers se réservait le droit de garder les pièces qu'il considérait comme les plus intéressantes⁷¹.



Figure 19 : Vue d'artiste du Tumulo della Cucumella à Vulci, fouillée par des Vergers et François. Artiste inconnu, entre 1857 et 1861.

François achetait également des objets pour le compte de la société de fouilles. Ainsi dans un courrier de 1855 qu'il adresse à des Vergers, on trouve sans doute la première mention écrite concernant l'amphore 3272. François signale qu'il a enrichi la collection de la société de 5 vases qu'il aurait achetés à un orfèvre de Empoli⁷², un village situé près de Florence, pour un montant de 1500 francs.

L'association avec Alessandro François durera 7 ans, jusqu'à la mort de ce dernier.

Durant cette période, des sites archéologiques étrusques d'une grande importance sont mis à jour et des centaines d'objets sont excavés. Parmi leurs découvertes les plus célèbres, on compte la *Tombe François* à Vulci, nommée d'après l'archéologue, découverte en 1857. Au travers de leurs fouilles, des Vergers se constitua ainsi une collection personnelle de plusieurs centaines d'objets qui sera vendue aux enchères, l'année de sa mort en 1867.

1.2. La vente aux enchères de 1867

A sa mort en 1867, la collection personnelle de des Vergers est alors vendue par sa femme, Emma, lors d'enchères organisées à Paris par la maison Drouot. Lors de ces enchères ont participé MM. Rolin et Feuardent, considérés alors comme de grands connaisseurs d'objets antiques, en qualité d'experts. Parmi les acheteurs présents lors de cette vente, on retrouve le nom de Longperier, alors conservateur du département des Antiques du Louvre et ayant rédigé le catalogue de cette vente. Ce catalogue de vente présente les 276 objets ou lots proposés à la vente, parmi lesquels 87 vases décrits comme étant de *bucchero*.

Dans ce catalogue on trouve mention de trois des vases cités plus haut et achetés par François à Empoli⁷³.

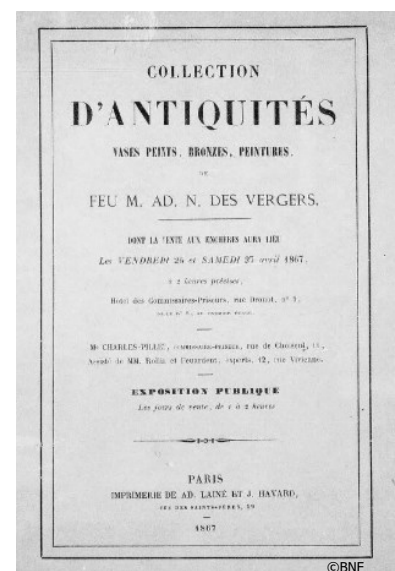


Figure 20 : Page de couverture du catalogue de la vente aux enchères de la collection de des Vergers en 1867, rédigé par Longperier.

⁷¹ Paolucci, 2014, p.117.

⁷² Paolucci, 2014, p.81.

⁷³ Longperier, 1867, p.9.

L'amphore 3272 y est décrite ainsi :

« 3 - Autre grand vase à reliefs, avec couvercle.

Hauteur totale 0^m,74

La panse, décorée de lions, de gorgonion et de têtes de profil, disposés sur plusieurs zones, est reliée au col par quatre anses ornées de mascarons ; quatre têtes de griffons se détachent du vase et alternent avec les anses. Le couvercle est, comme celui des vases précédents, surmonté d'un coq⁷⁴. »

Le préambule de ce catalogue présente les objets de cette vente comme provenant des fouilles de Chiusi et de Vulci menées par des Vergers. On ne trouve aucune mention de l'achat fait par François en ce qui concerne les vases acquis à Empoli.

Au cours de la vente, Arnold Morel-Fatio, alors directeur de ce qui allait devenir le musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne, acheta 107 objets à destination du musée⁷⁵, dont l'amphore n°3 de cette vente. Il était présent en personne lors de la vente et acheta les objets en son nom, expliquant qu'on ne trouve pas mention du musée sur les registres de vente⁷⁶.

1.3. La collection du musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne

Morel-Fatio portait un intérêt marqué pour les céramiques antiques. Parmi les 107 objets achetés à Paris, 89 sont des céramiques et 33 sont cataloguées comme étant de *bucchero nero*. Le vase 3272 est le plus grand et le seul de son style dans cette collection, tous les autres objets étant de plus petites dimensions et plus sobres en termes de décoration.

Un grand nombre de typologies différentes y sont représentées, amphores, œnochoés, calices, etc⁷⁷. reflétant la volonté de More-Fatio d'illustrer les connaissances de façon encyclopédique.



Figure 21 : Corpus d'objets provenant de la collection des Vergers et conservé au MCAHL.

En observant cette collection aujourd'hui, on remarque qu'une majeure partie des objets comportent des restaurations datables du XIX^e siècle et ayant été effectuées avant leur acquisition. De nombreux objets portent ainsi les traces de restaurations au caractère illusionniste et d'interventions typiques de cette période. Toutefois selon le Dr Lionel Pernet, directeur actuel de l'institution, il a été décidé de

⁷⁴ Longperier, 1867, p.10.

⁷⁵ Pernet, 2020a, p.184.

⁷⁶ Pernet, 2020b, p.40.

⁷⁷ Pernet, 2020a, p.184.

conserver cette collection dans son état du XIX^e siècle, sans que des dérestaurations ne soient envisagées, permettant de documenter les diverses phases de la vie d'un objet ainsi que de la manière dont les artefacts pouvaient être perçus. Elle doit également permettre de documenter les diverses manières dont les objets pouvaient être restaurés⁷⁸.

2. L'histoire matérielle de l'amphore 3272 et les valeurs culturelles associées

Si toutes les étapes de la vie de l'objet ne sont pas connues, il est possible de retracer au moins une partie de son parcours, permettant de mieux comprendre l'objet dans sa globalité.

2.1. Parcours de l'artefact

Si l'inventaire de l'institution ainsi que le catalogue de la vente aux enchères indiquent pour l'amphore 3272 Chiusi ou Vulci comme lieu de découverte, la réalité semble différente. L'amphore a bien été ramenée depuis la Toscane grâce à des Vergers et François, elle n'a en revanche pas été découverte par eux.

Un courrier de 1855 de François pour des Vergers signale qu'il a acquis 5 vases à un orfèvre d'Empoli⁷⁹, près de Florence pour un montant de 1500 francs. Au vu du courrier de François et de la somme déboursée, nous pouvons supposer que ces vases ont été acquis déjà restaurés à cet orfèvre et qu'ils devaient donc être visuellement en très bon état.

Trois de ces vases, parmi lesquels l'amphore 3272, restent dans la collection personnelle de des Vergers jusqu'à sa mort en 1867 et seront vendus aux enchères la même année. Nous ne savons pas quand ils furent envoyés en France, mais possiblement en 1865, entretemps ils étaient sûrement conservés dans la villa que des Vergers possédait à Rimini.

Il est difficile de connaître les circonstances exactes de la découverte de l'objet avant l'achat par des Vergers et François. Nous pouvons seulement supposer que des fragments archéologiques ont été trouvés dans la région d'Empoli avant d'être assemblés, peut-être par l'orfèvre ayant conclu la vente.

L'amphore a été acquise en avril 1867 par Morel-Fatio. A son arrivée à Lausanne, l'amphore a probablement été exposée durant un temps dans les salles d'exposition. En 1906 l'objet est sans doute déménagé dans les nouveaux locaux du Palais de Rumine.

Le vase a été prêté à l'Université de Lausanne pour y être dessiné dans le cadre des cours d'archéologie⁸⁰ sûrement au début des années 1980. Enfin l'objet réintègre les réserves du MCAHL jusqu'à nos jours. On ne trouve pas de rapport d'intervention à son sujet ou de mention d'exposition.

⁷⁸ Pernet, 2020a, p.187.

⁷⁹ Paolucci, 2014, p.81

⁸⁰ Dubois, 2022 [Courriel], 7 mars 2022.

3. Hypothèses de typologie

A première vue, l'amphore 3272 est à placer dans la catégorie du *bucchero* de prestige, de grande taille et richement décoré. Plus précisément au type du *bucchero pesante*⁸¹, caractérisé par une paroi épaisse et une surface noire et luisante ainsi que par une profusion de décors. La période de production est située entre la fin de la période orientalisante finale et le début de l'époque archaïque (-575 à -530 av. J.-C.). Après cette période la production de vase décoré cesse⁸².

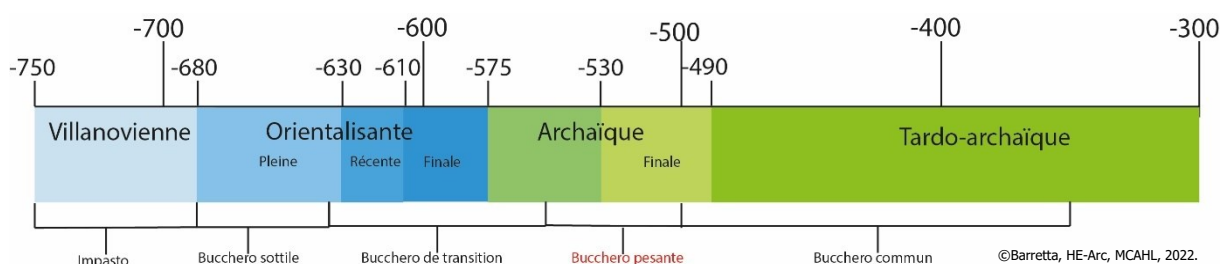


Figure 22 : Frise chronologique présentant les différentes époques de production du bucchero. En rouge le bucchero pesante, inspiration principale pour le vase 3272.

Toutefois des incohérences au niveau de la forme du vase sont à relever. L'amphore 3272 diffère du canon général des amphores étrusques par de nombreux aspects :

- Dimensions trop importantes pour ce type d'objet
- Forme profilée non représentative
- Incohérences chronologiques de divers éléments

Les amphores de tables ne dépassaient que très exceptionnellement les 40 cm de hauteur⁸³, or l'amphore 3272, caractérisée comme telle est bien plus grande avec ses 55 cm.

Les amphores étrusques ont généralement une forme plus globulaire, moins élancée, avec un épaulement plus marqué et un point d'inflexion inférieur plus bas, en particulier pour les amphores de tables les plus anciennes⁸⁴. Toutefois, même si les formes ont tendance à devenir de plus en plus allongées au cours du temps, les amphores étrusques n'atteignent pas un tel élancement.

Une particularité des amphores de table étrusque est d'avoir un col concavo-cylindrique et un pied bas peu développé. En effet à partir de la période de l'orientalisant récent⁸⁵, le pied a tendance à se développer, plus haut et parfois très légèrement concave. C'est également à cette même époque se développent des amphores à 4 anses⁸⁶ bien qu'étant relativement rares⁸⁷.

⁸¹ Gran-Aymerich, 2017, p.158.

⁸² Gran-Aymerich, 2014, p.123.

⁸³ Gran-Aymerich, 1982, p.40.

⁸⁴ Boitani *et al.*, 2014, p.70.

⁸⁵ Boitani *et al.*, 2014, p.71.

⁸⁶ Boitani *et al.*, 2014, p.71.

⁸⁷ Gran-Aymerich, 2017, p.72.

En ce qui concerne les décorations en relief, les décors d'appliques que l'on retrouve sont typiques des productions de Chiusi, Vulci et de la période archaïque. Les représentations de lions, vus de face ou de profil, organisés en frise sont des exemples emblématiques de l'iconographie étrusque. Il est toutefois difficile d'établir une chronologie propre aux différents motifs tant ils sont utilisés dès les périodes les plus anciennes de l'artisanat étrusque. L'inspiration de base semble toutefois être la période archaïque.



Figure 23 : Oenochœ de *bucchero pesante*. N°16,174.10. Datée vers -575.
.16 cm x 34 cm

En ce qui concerne les protomés saillants à tête féminine, ils sont considérés comme étant une grande spécialité de la deuxième moitié du VI^e siècle et des vases de *bucchero pesante*, en particulier à Chiusi⁸⁸.

Il faut considérer que la manière dont les décorations sont disposées sur un vase répond le plus souvent à des critères spécifiques. Ainsi pour le *bucchero pesante*, les parties basses d'un vase et en particulier le pied ne sont que rarement décorées⁸⁹. Ce qui est le cas sur le vase 3272, orné d'une frise de 3 lions.

Les protomés de griffons sont également des éléments que l'on retrouve dans l'artisanat étrusque où il était répandu d'avoir des éléments décoratifs détachables. Ce type de protomé semble être inspiré d'appliques sur des chaudrons en bronze et est particulièrement présent dans la région de Chiusi. Ce type de décors est à rattacher à la période orientalisante récente, vers la fin du VII^e siècle et le début du VI^e ⁹⁰.

Les décors incisés que l'on retrouve sur l'amphore sous la forme de chevrons sur le registre inférieur ou sous la forme de croix et de traits sur le ruban médian sont les décors les plus fréquents pour les vases du VII^e siècle av. J.-C., sont à rattacher à la période villanovienne et orientalisante pleine, avant d'être progressivement abandonnés dans la deuxième moitié du VII^e siècle⁹¹.

⁸⁸ Donati, 1968, p.319.

⁸⁹ Gran-Aymerich, 2017, p.128.

⁹⁰ Gran-Aymerich, 2017, p.110.

⁹¹ Gran-Aymerich, 1982, p.41.

3.1. L'amphore 3272, un pastiche ?

En comparant le vase 3272 avec les typologies documentées chez les Étrusques, nous pouvons relever de nombreuses incohérences. En ce qui concerne le profil général de l'objet, des formes aussi hautes et profilées ne sont pas connues dans les typologies d'Étrurie. De la même manière, le col comportant une carène est opposé au col concave, caractéristique des amphores étrusques. Le pied comportant un fond à piédestal est également beaucoup plus haut et convexe que ce que l'on trouve généralement.

Si la forme et l'aspect général de l'objet peuvent faire penser aux productions de *bucchero pesante* (entre 550 et 500 av. J.-C.), on observe des anachronismes dans les types de décors recensés.

Si les décors d'appliques ainsi que les protomés féminins sont propres à la période archaïque, les décors incisés ainsi que les protomés de griffon sont propres à la période orientalisante, vers -650. On observe donc un écart de presque un siècle entre les types de production.

Cette hypothèse nous a été confirmée par M. Paolucci, suspectant un objet fortement remanié : « *...la forma è ignota tra la produzione chiusina ... si tratta di una commistione tra un vaso di età orientalizzante decorato con protomi di grifo e un vaso di bucchero pesante di un secolo più tardi...*⁹² ».

En raison des anachronismes recensés dans les différents types de décors, ainsi que de la silhouette générale de l'objet, n'existant dans aucune typologie connue, nous soupçonnons que l'objet 3272 soit une interprétation du XIX^e siècle.

À la suite d'un échange de courrier avec le Dr Gran-Aymerich, spécialiste des céramiques étrusques, celui-ci nous confirme que ce type d'objet est représentatif des pièces remaniées dans la région de Chiusi, la qualifiant de « *pièce délirante*⁹³ ».

Un autre aspect de l'histoire matérielle du vase 3272 qui soulève des interrogations quant à son authenticité, est son achat par Alessandro François à un orfèvre d'Empoli. En effet, parmi les 5 vases mentionnés, nous savons que trois ont été vendus aux enchères en 1867, pour les deux premiers, le catalogue de vente les décrit comme « *...de beaux échantillons de la fabrique étrusques...*⁹⁴ », le troisième étant le vase que nous étudions.

Un de ces cinq vases est conservé à la *Biblioteca Gambalunga* à Rimini et est décrit comme étant un faux du XIX^e siècle (voir ci-contre).



Figure 24 : Vase de la collection des Vergers, acheté par François à un orfèvre d'Empoli. Désigné comme faux.

⁹² Paolucci, 2022 [Courriel], 26 avril 2022. « *...la forme est inconnue dans la production de Chiusi... nous avons affaire à un mélange entre un vase de la période orientalisante décoré avec des protomés de griffons et un vase de bucchero pesante d'un siècle plus tard...* »

⁹³ Gran-Aymerich, 2022 [Courriel], 12 avril 2022.

⁹⁴ Longperier, 1867, p.10.

Le dernier vase est probablement conservé à Yale⁹⁵, où il est inventorié comme étant une falsification. Paolucci également, parle de ces 5 objets en disant que « *...gravvi dubbi sull'autenticità sono ravvisabili... da far ipotizzare che sia l'opera dello stesso restauratore-falsificatore...* »^{96 97}.

D'après les caractéristiques exposées, la question se pose de comment considérer cet objet. Selon la définition de Cesare Brandi, la production d'une copie, d'une imitation ou d'un faux réside dans l'intention selon laquelle l'objet est mis en circulation. Selon sa pensée le vase 3272 pourrait ainsi être défini selon les points suivants :

« Production d'un objet... qui ressemble à un autre ou qui le reproduit...dans le style d'une époque historique déterminée ou d'une personnalité artistique...mais avec l'intention d'induire en erreur sur l'époque, la matière ou l'auteur »⁹⁸ . »

Il semble que l'objet ait été créé dans le but de le faire ressembler à un objet étrusque et d'induire en erreur, l'objet ayant été vendu à des Vergers ainsi qu'à Morel-Fatio en spécifiant qu'il s'agissait d'un objet étrusque. De plus il semble que cet objet ait été librement interprété, sachant qu'aucune forme similaire n'est connue.

Mais l'amphore pourrait également être décrite selon la définition suivante :

« Insertion de l'objet dans le commerce, même s'il n'a pas été produit avec l'intention d'induire en erreur, en le faisant passer pour une œuvre authentique, d'époque, de mode de fabrication ou d'auteur, différents de ceux qui composent l'objet »⁹⁹ . »

Lors de la vente aux enchères de 1867 elle clairement décrite comme étant un objet étrusque dans le catalogue rédigé par Longperier et sera inventoriée comme telle par le musée. Rappelons encore que Rollin et Feuardent étaient alors experts lors de cette vente et considérés comme des sommités à leur époque en termes d'identification des antiquités. Cet objet a donc induit en erreur des personnages instruits qui n'ont pas pu repérer les incohérences et que nous remarquons aujourd'hui. Au vu de ces définitions et des conditions de création et de vente, nous pouvons donc considérer cet objet comme un pastiche.

Pour caractériser l'objet et discerner les parties considérées comme archéologiques de celles plus modernes, il est impératif de se pencher sur l'étude des matériaux qui les composent, afin de mettre en évidence un éventuel objet remanié.

⁹⁵ Cf. Figure 17, p.22.

⁹⁶ Paolucci, 2014, p.119.

⁹⁷ « *...de sérieux doutes sur l'authenticité sont envisageables...ce qui laisse supposer qu'il s'agit de l'œuvre du même restaurateur-faussaire...* »

⁹⁸ Traduit de : Brandi, 2000, p.66.

⁹⁹ Traduit de : Brandi, 2000, p.66.

4. Valeurs culturelles associées à l'artefact

Au vu du nombre de matériaux différents recensés, de l'anachronisme des décorations qu'il possède ainsi que de l'incohérence archéologique de sa typologie générale, nous suspectons largement être en présence d'un objet largement remanié, un assemblage d'objets archéologiques retravaillés pour permettre de leur donner une apparence correspondant aux standards esthétiques du XIX^e siècle et répondant à l'imaginaire que l'on pouvait se faire des antiquités étrusques à la même époque.

Ces suspicions pouvant avoir un impact sur les valeurs culturelles associées à un objet, ces dernières ont été définies lors d'un entretien avec le Dr Lionel Pernet, directeur du MCAHL.

Six valeurs¹⁰⁰ associées à l'objet ont pu être caractérisées¹⁰¹. La plus importante d'entre elles est la valeur de recherche. Selon le Dr Lionel Pernet, cet artefact est « *...un objet perdu pour la science archéologique au sens strict...* ¹⁰² » et il ne pourrait être présenté en tant qu'objet archéologique à un potentiel public. Ainsi, sa valeur de recherche d'un point de vue archéologique est faible.

Cependant vase possède de nombreuses informations matérielles sur les pratiques artisanales et technologiques du XIX^e siècle. Ces informations ne sont pas disponibles en l'état, au vu de la complexité du système de couches décrit précédemment et de la diversité des matériaux, justifiant une étude plus approfondie permettant de renforcer la valeur de recherche ainsi que la valeur éducative.

L'objet possède également une valeur historique : du fait du contexte historique de grandes découvertes comme de celui de la naissance de l'archéologie en tant que science auquel il est associé.

Cette amphore est intimement liée à Noël des Vergers ainsi qu'à Alessandro François, personnages d'importances de leur époque, conférant à l'objet une valeur associative.

Il a été défini que l'objet possédait une valeur de rareté. Bien qu'il ne soit pas le seul représentant d'objets pastiches ou d'objets remaniés, il reste une production unique. L'absence de typologie du même type en témoignant.

Enfin, il possède également une valeur esthétique, bien que limitée. Cette notion est subjective, mais lors de sa création, un certain esthétisme a été souhaité, comme en témoigne la profusion de décors. Toutefois cette valeur a diminué jusqu'à nos jours. Si l'on sait que le style étrusque était apprécié au XIX^e siècle, les goûts ont changé aujourd'hui. De plus les altérations présentes ont encore diminué cette valeur.

¹⁰⁰ Les définitions de ces valeurs sont données en annexes, Annexe 3, Apport 2, p.157.

¹⁰¹ Un développement plus détaillé des valeurs dégagées de l'objet se trouve en Annexes, Annexe 2, Apport 3, p.159.

¹⁰² Pernet, [Entretien], 24 avril 2022.

Partie III – Investigations préalables

Le parcours de l'objet ainsi que l'étude de sa typologie a montré que nous n'étions pas en présence d'un archéologique « classique », mais plutôt face à un assemblage, à un objet remanié. La présente partie visera à déterminer les différents matériaux présents sur l'objet ainsi que les différentes parties le constituant.

1. Constat d'état des altérations et stratigraphie

A première vue le vase 3272 se présente sous la forme d'un objet non-lacunaire, seul un protomé est désolidarisé de l'objet et 4 protomés sont amovibles, conservés séparément. On repère toutefois de nombreuses craquelures sur sa surface ainsi que des pertes de matières, laissant apparaître les couches sous-jacentes.

L'amphore 3272 a été divisée en 4 parties (A, B, C, D), chacune centrée sur une des anses pour la réalisation du constat d'état.

Ce dernier recense les altérations des :

- Couches superficielles, comprenant également les produits d'une ancienne restauration
- Couches inférieures, comprenant également les décors d'appliques.

Il est basé sur les observations faites en lumière visible et ultraviolette ainsi que sur les images fournies par la radiographie et tomographie. Ci-dessous sont présentées de manière générale les différentes altérations, référencées sous la forme d'un schéma cartographié¹⁰³.

Altérations des couches superficielles

Craquelures

De nombreuses craquelures de la couche noire sont apparentes sur toutes les faces de l'amphore. Elles ont une largeur allant du 1/2 mm à 2 mm et laissent apparaître la structure inférieure¹⁰⁴. On les retrouve principalement sur les registres supérieur et central ainsi que sur le pied. On les remarque autour ou sur les décors en reliefs, en particulier à proximité des mascarons du registre supérieur et autour des lions du registre central. Autour de ces craquelures, la couche noire présente un manque d'adhésion, caractérisé par une certaine souplesse de la couche.



Figure 25 : Exemple de craquelures recensées sur le registre supérieur de face D.

¹⁰³ Cf. Schémas 2 et 3, pp.38-39.

¹⁰⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 161-162, p.139.

Lacunes

Sur les registres supérieur et central ainsi que sur le pied, des lacunes dans la couche noire, laissant apparaître les couches inférieures. Ces lacunes sont généralement associées à une ou plusieurs craquelures. Elles sont d'épaisseur et d'étendue variables. On les retrouve essentiellement sur les décors d'appliques et en particulier sur la tête des lions de la frise du registre central¹⁰⁵. Elles sont particulièrement visibles sur la face C où un décor d'applique du registre central est intégralement manquant ainsi que la quasi-totalité d'un médaillon du registre supérieur (voir Figure 26). Les 4 protomés de griffons présentent également des lacunes dans leur couche noire.



Figure 26 : Lacune de la couche noire, touchant également le décors d'applique. Mascaron du registre supérieur de la face D.

Abrasions

La couche noire est abrasée au niveau du registre inférieur et sur les cordons faisant la jonction entre le pied et la panse¹⁰⁶. L'abrasion engendre une perte de brillance et modifie la texture de la surface de l'objet. Ces manques sont à distinguer des lacunes citées plus haut du fait que toute l'épaisseur de la couche noire n'est pas touchée.



Figure 27 : Abrasion touchant le registre inférieur de la face D.

Vernis et consolidants

La présence de ce que nous supposons être un vernis ou un consolidant n'est pas une altération dans le sens de *dégradation*, mais fait état d'un changement d'état de l'objet, issus d'anciennes interventions sur l'objet. Trois produits présents en surface de l'objet ont été observés en lumière visible et ultraviolette.

Lumière visible :

- 1) Un vernis transparent est présent principalement sur le registre central et sur le pied, il forme un film fin et brillant¹⁰⁷. Il se retrouve sur le pourtour des décors d'appliques des frises, souvent associé à une lacune ou des craquelures.



Figure 28 : Vernis transparent présent sur un lion du pied de la face C

¹⁰⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 163-164, p.139.

¹⁰⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 165-166, p.140.

¹⁰⁷ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 167-168, p.140.

En lumière ultraviolette deux types de fluorescences sont notées, l'une blanche et l'autre verdâtre¹⁰⁸ :

- (2) Un produit émet une fluorescence blanche.
Distribué sur les têtes de deux lions du registre central (face B et D) ainsi que sur une tête de guerrier du registre sup, (Face C). Il est invisible à l'œil nu.



Figure 30 : Fluorescence blanche observée sur un mascarón du registre supérieur de la face C. Longueur d'ondes UV 365nm.

- (3) Invisible à l'œil nu, un vernis est présent sur l'ensemble du registre central, ainsi que sur deux des 4 protomés, il émet une fluorescence verdâtre.



Figure 29 : Registre central sous lumière UV. On remarque une fluorescence verdâtre. Longueur d'ondes UV 365nm.

Altérations des couches inférieures

Fissures

Des fissures sont présentes, touchant principalement les décors d'appliques et laissant parfois apparaître la structure sur laquelle ils sont posés¹⁰⁹. Visibles sous la forme de lignes plus ou moins larges et profondes. Le lion du pied de la face A est le plus touché.

Des fissures touchant les couches structurales se remarquent à la base de chaque protomé supérieur, entre eux et le haut des anses. Le protomé de la face A est d'ailleurs complètement désolidarisé de l'objet¹¹⁰.



Figure 31 : Fissures touchant les couches inférieures. Décors d'applique du pied de la face A.

La base du pied montre plusieurs lignes de cassures, indiquant qu'il est constitué de 8 parties différentes¹¹¹.

Chaque motif animal appliqué sur les anses présente une ligne de fracture dans leur partie supérieure. Ces fractures sont invisibles à l'œil nu, masquées par les couches superficielles.

¹⁰⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 169-170, p.140.

¹⁰⁹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 171-172, p.141.

¹¹⁰ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 173-174, p.141.

¹¹¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 175, p.141.

Lacunes

Les protomés de griffon présentent des manques dans leur partie supérieure, telles qu'oreilles manquantes ou mâchoire inférieure. (Voir figure 33.)

Des éléments des décors d'appliques sont lacunaires. On remarque en particulier un motif complet de lion de la frise central qui est manquant (voir Figure 32), ne laissant qu'un fragment. La quasi-intégralité d'un mascaron de la frise supérieur de la face D est également impactée¹¹².



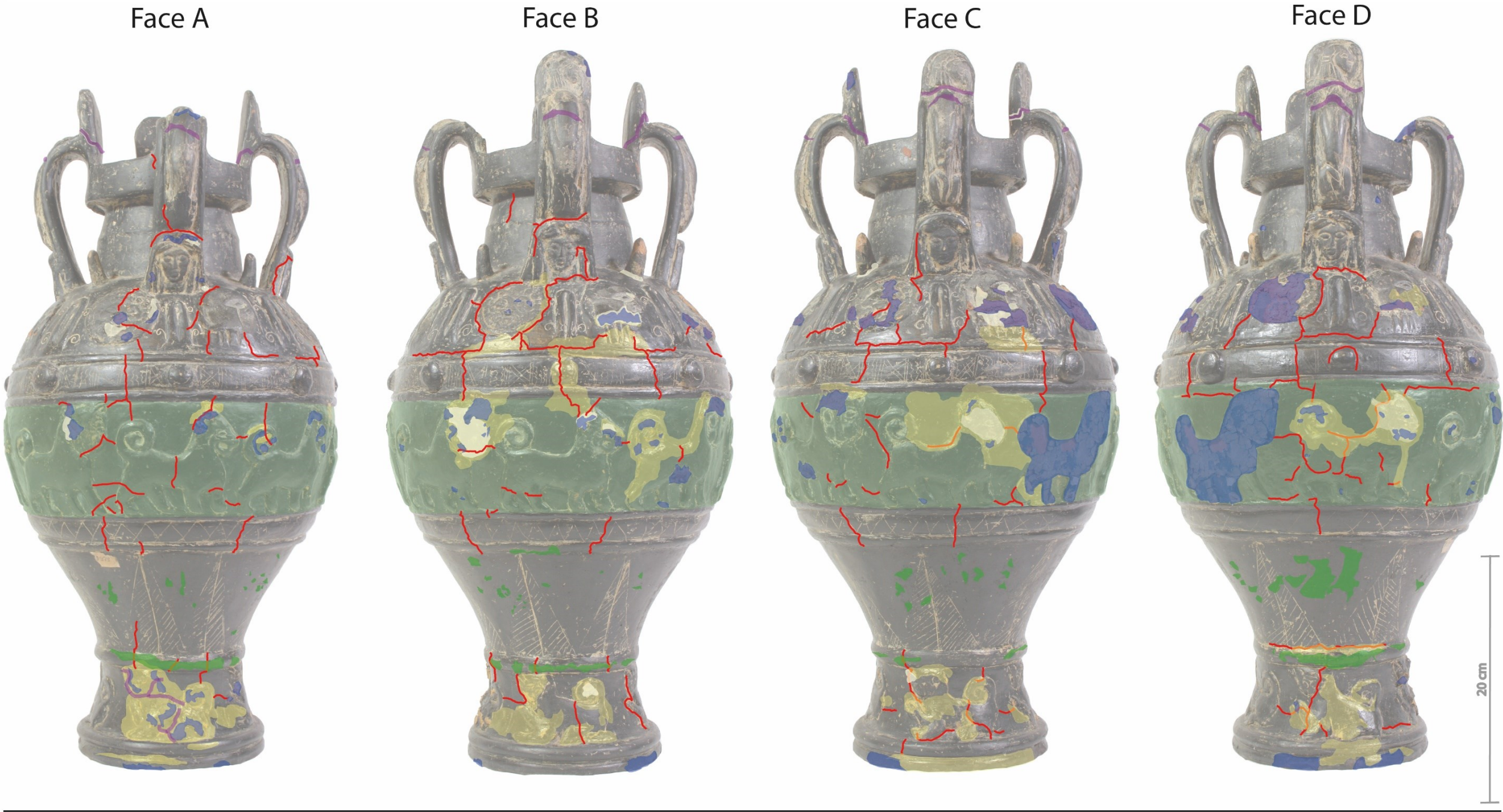
Figure 32 : Décors d'applique manquant sur la frise du registre central de la face C. A laissé sa silhouette visible.



Figure 33 : Deux protomés de griffon. On remarque des manques dans la couche noire. Les oreilles sont brisées.

¹¹² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 176, p.141.

Schéma 2 : Cartographie des altérations recensées sur l'amphore 3272. Vue des 4 faces de l'objets.



Code couleur



Craquelures de la couche noire



Abrasions de la couche noire



Lacunes



Vernis transparent



Couche à fluorescence blanche

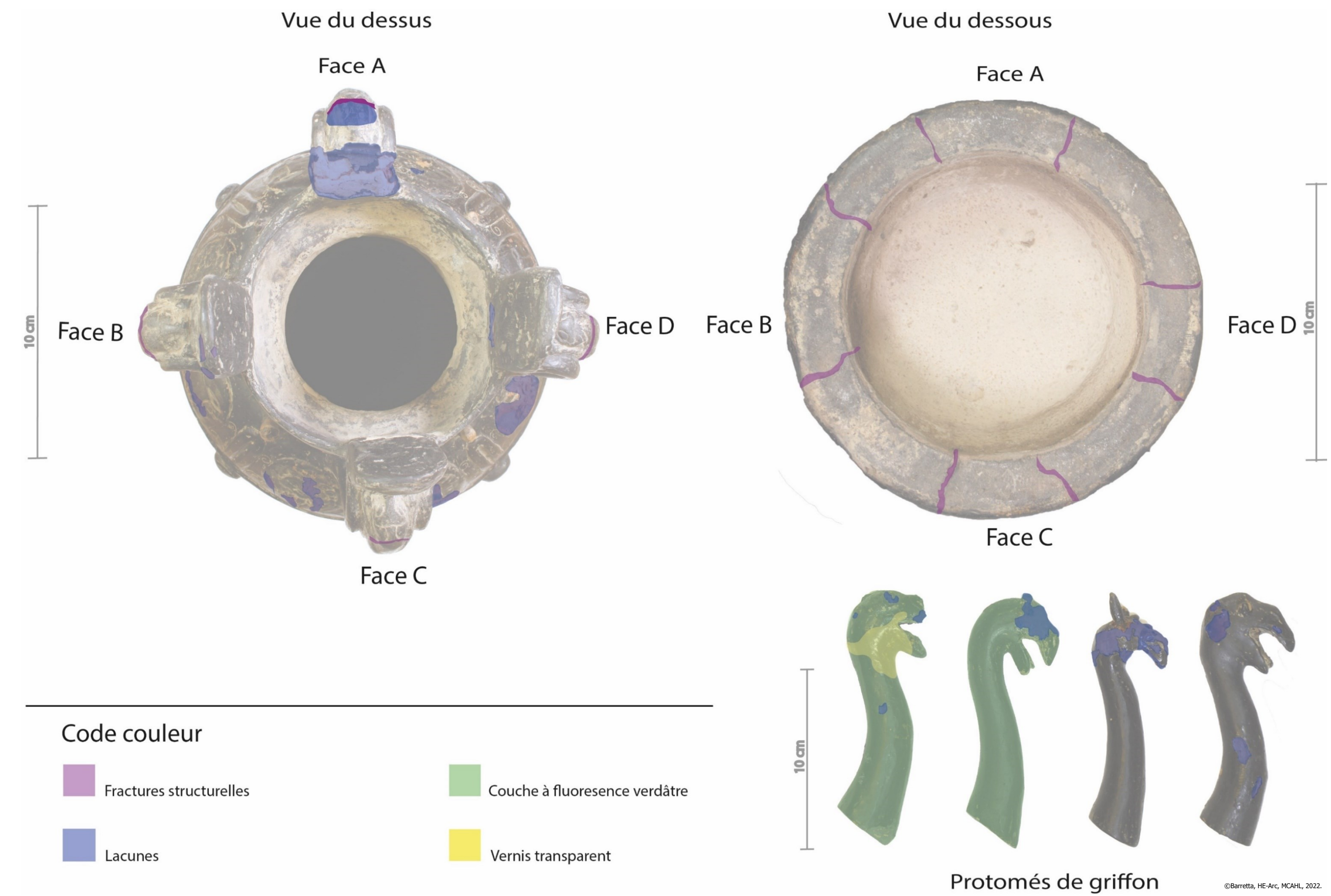


Couche à fluorescence verdâtre



Fractures structurelles

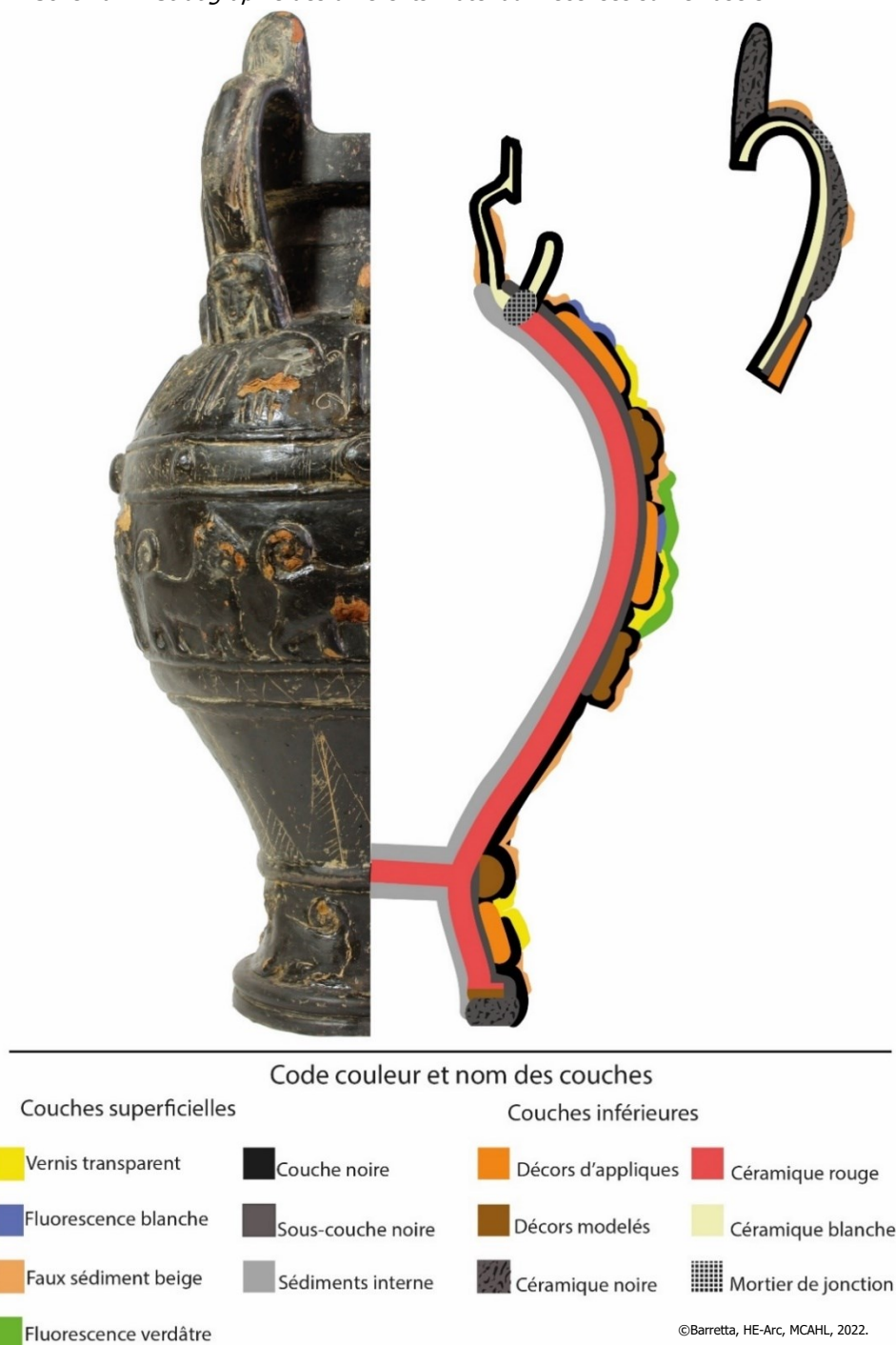
Schéma 3 Cartographie des altérations recensées sur l'amphore 3272. Vue de l'objet de dessus et dessous ainsi que les 4 protomés de griffon.



Stratigraphie

A partir des différentes observations, tests et analyses effectués sur l'objet, nous avons pu discerner un total de 13 matériaux différents constituant l'amphore 3272. Ces derniers ont été divisés en deux catégories ; les couches superficielles et les couches inférieures. Elles sont catégorisées par le fait qu'elles donnent son volume à l'objet et prennent en compte les décors d'appliques. Ces couches sont agencées généralement selon le schéma ci-dessous. Il indique la disposition générale des matériaux mais ne tient pas compte de leur épaisseur. Les dénominations des couches sont nommées d'après leur aspect et seront utilisées dans la suite du travail.

Schéma 4 : Stratigraphie des différents matériaux recensés sur le vase 3272.



2. Observations des couches superficielles

Parmi les divers matériaux constituant l'objet, 7 ont été catégorisés comme faisant partie des couches superficielles. Nous nous attacherons dans cette partie à les décrire d'après nos observations en lumière visible et UV. Deux de ces matériaux ne sont visibles qu'en observation en lumière ultraviolette.

2.1. Observation en lumière visible

Vernis transparent

Une couche de vernis transparent est présente de manière hétérogène sur l'amphore¹¹³. Situé sur le registre central ainsi que sur le pied, on le retrouve le plus fréquemment sur les décors d'appliques ou sur leur pourtour. Difficilement visible à l'œil nu, il se remarque du fait de sa brillance, ou parce qu'il fonce la couleur de la couche sur laquelle il est présent.

Il est apposé autour de craquelures et de zones lacunaires.



Figure 34 : Vernis transparent sur une zone altérée de la frise du pied, face A.

Il forme un film très fin et transparent, s'étant soulevé à certains endroits il se remarque davantage, car légèrement blanchâtre. En observation au microscope on observe une pellicule légèrement opaque et blanchâtre, présentant des bulles¹¹⁴.

Couche à fluorescence blanche

En lumière visible cette couche, nommée d'après sa fluorescence en lumière UV est presque imperceptible. Elle est présente ponctuellement sur les 4 faces de l'objet. On la retrouve principalement sur le registre central et supérieur, localisée en particulier sur les zones altérées des décors d'appliques¹¹⁵. Sur une zone seulement (voir ci-contre) on observe un empâttement de ce matériau, créant un très léger relief de couleur brun.



Figure 35 : Vernis à fluorescence blanche. Ici un des rares exemples où il est perceptible en lumière visible.

Dans les autres zones où il est présent, il semble avoir été appliqué de façon plus fine et uniforme, ne créant pas de dépôts, mais il s'observe par une perte de brillance de la surface et un jaunissement très léger. A la jonction entre le tenon devant accueillir un protomé de griffon, et l'épaule (Face B), on observe un produit incolore et opaque. En observation microscopique ce matériau se présente sous la forme d'un film très fin, opaque et blanchâtre¹¹⁶.

¹¹³ Cf. Schémas 2 et 3, pp. 38-39.

¹¹⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 177, p.142.

¹¹⁵ Cf. Schémas 2 et 3, pp. 38-39.

¹¹⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 178, p.142.

Faux sédiment beige

Ce matériau se retrouve de manière éparse sur l'ensemble de l'objet, de couleur beige clair, il est formé d'agréats de petite dimension, tant en étendue qu'en épaisseur. On retrouve ce matériau en particulier dans les creux des zones présentant du relief tel que les décors appliqués sur les anses ou encore dans les décors incisés du registre inférieur et du registre central. (Voir figure 36)

Ce matériau ressemble à un sédiment qui se serait inséré dans les zones en creux et qui n'aurait pas été nettoyé, cependant sa localisation systématique dans les décors incisés laisse

penser qu'il a été placé là volontairement, permettant de mettre en évidence les décorations ou encore de souligner les reliefs, créant une démarcation entre les décors et la surface les entourant.

Il est peu adhérent aux couches inférieures. En observation sous microscope¹¹⁷, il ressemble à un agrégat de grain de sable très fin et formants de petits agglomérats qui se dissocient facilement. Toutefois les grains composant les agglomérats semblent être trop fins et homogène pour être un simple sédiment. L'absence de grains minéral (quartz ou mica) laisse plutôt penser à l'utilisation d'un pigment.



Figure 36 : Vue au microscope digital du faux sédiment beige appliqués dans les reliefs du vase. Ici sous le cordon inférieur du registre central de la face A.

Couche noire

La couche noire recouvre la quasi-intégralité de la surface du vase, y compris celle des protomés de griffons, à l'exception de la surface interne et du dessous du pied. La surface de la couche a un aspect plastique, elle est homogène, brillante, dure et cassante.

Elle n'est pas répartie uniformément sur l'objet. Sur le col et le registre inférieur elle est très fine, de l'ordre du 1/4 de mm, alors que sur les registres supérieur et médian ainsi que sur le pied elle est très épaisse, pouvant aller jusqu'à 4 mm d'épaisseur.

En observant la tranche d'un fragment de cette couche sous microscope (voir ci-dessus), on remarque que de nombreuses inclusions sont présentes dans la masse noire. On peut en voir de trois types. Tout d'abord des inclusions jaunes, présentant une granulométrie variée, allant de 0,02 mm à 0,2 mm pour les plus grandes. On trouve également des inclusions de couleur rouge, de plus petite taille. Et enfin, beaucoup plus nombreux, mais de taille encore plus réduite, des inclusions blanches. Toutes ces inclusions sont de nature minérale, pouvant possiblement être de nature siliceuse (quartz) ou de la calcite*, type craie.

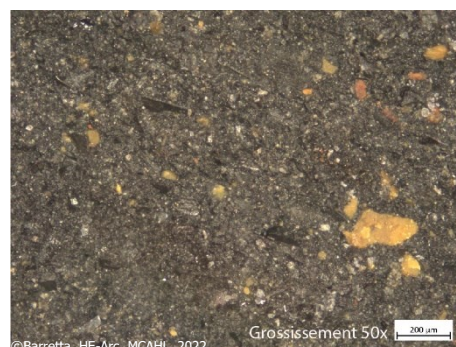


Figure 37 : Vue au microscope optique de la tranche d'un prélèvement de la couche noire.

¹¹⁷ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 179, p.142.

Sous-couche noire

La sous-couche noire est présente sous la couche noire et est localisée sur le registre supérieur, central ainsi que sur le pied. Elle mesure approximativement ½ mm et est de couleur noire. Elle présente un aspect brillant, sa surface est irrégulière, elle est légèrement molle (voir Figure 38). Toutefois en observation microscopique¹¹⁸ elle présente les mêmes inclusions minérales que celles présentes sur la couche noire, à la différence que ces inclusions y sont beaucoup plus nombreuses.



Figure 38 : Vue de la sous-couche noire à l'emplacement d'un décor d'applique manquant de la frise central de la face C.

Sédiments internes

L'ensemble de la surface interne de l'objet est recouvert d'une couche de sédiment. D'une couleur grise à blanc, il est pulvérulent et non cohésif à la couche inférieure. Il est présent sur une épaisseur de 2 mm environ et présente une surface irrégulière. En observation microscopique on remarque que ce sédiment est composé de plusieurs éléments. (Voir Figure 39) Il y a tout d'abord des grains d'une couleur jaunâtre et légèrement translucide, d'une taille de 0,2-0,3 mm. Puis des grains beaucoup plus petits pour une taille d'environ 0,01 mm et de couleur blanche. Il est constitué essentiellement de matière minérale.



Figure 39 : Vue au microscope optique du sédiment interne.

2.2. Observation en lumière ultraviolette

L'amphore a été observée en lumière ultraviolette, permettant de révéler des aspects non visibles à l'œil nu. Quand ce type de longueur d'onde entre en contact avec certains matériaux, ceux-ci les réfléchissent dans une lumière visible pour l'œil et produisant des couleurs différentes¹¹⁹.

La lumière UV permet de percevoir des détails non visibles à l'œil nu, tel que des vernis ou des adhésifs et plus globalement des matériaux différents du support principal, la céramique ne devant en principe pas émettre de fluorescence particulière¹²⁰. En observant l'amphore en lumière UV, cela nous a permis de déterminer la présence de deux autres couches, jusqu'alors non perceptible en lumière visible et également de constater que le vernis transparent émettait une fluorescence bleu pâle¹²¹.



Figure 40 : Vue générale de l'amphore en lumière UV. Longueur d'onde UV 365 nm.

¹¹⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 180, p.142.

¹¹⁹ Measday *et al*, 2017, p.1.

¹²⁰ Measday *et al*, 2017, p.2.

¹²¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 181, p.142.

Couche à fluorescence verdâtre

On remarque tout d'abord une fluorescence bleu-verdâtre, légèrement laiteuse et limitée sur l'amphore uniquement au registre central¹²². Sur les 4 protomés de griffons, deux émettent cette même fluorescence verdâtre¹²³. Ce matériau n'est pas observable en lumière visible, aucune différence de couleur, d'épaisseur ou de texture ne peut être constatée entre le registre central et les autres parties, ce qui laisse penser qu'un vernis, très fin et transparent a été appliqué à cet endroit, se confondant avec la couche inférieure.



Figure 41 : Vue du registre central en lumière UV. On remarque une fluorescence verdâtre. Longueur d'onde UV 365 nm.

Couche à fluorescence blanche

Une fluorescence blanche est visible. Très localisée, elle se remarque en particulier sur les têtes des lions du registre central ou sur les mascarons du registre supérieur. On observe cette fluorescence à la base d'un tenon censé retenir un protomé de griffon ainsi que dans une fissure présente à la base du protomé féminin surplombant l'anse C¹²⁴. Du fait de la localisation de cette fluorescence dans des zones altérées, on suspecte qu'il s'agisse d'un adhésif ou d'un consolidant dans ces zones.

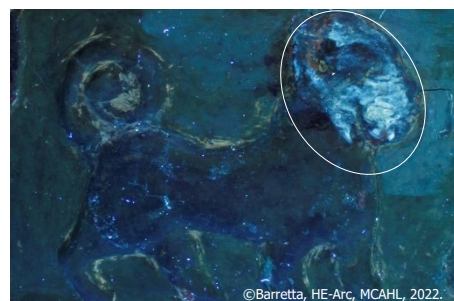


Figure 42 : Fluorescence blanche observée sur la frise du registre central de la face c. Longueur d'onde UV 365 nm.

Vernis transparent

La dernière fluorescence notable sur l'amphore est émise par le vernis transparent et donne une couleur bleu pâle. On retrouve ce vernis en particulier sur le registre central ainsi que sur le pied, détournant les décors d'appliques et apposée de manière débordante¹²⁵. Ce vernis est souvent situé à proximité du consolidant à fluorescence blanche, dans des zones altérées, ce qui nous amène à penser qu'il pourrait également s'agir d'un consolidant.



Figure 43 : Fluorescence décors d'applique du pied de la face A. Longueur d'onde UV 365 nm.

¹²² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 182, p.143.

¹²³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 183, p.143.

¹²⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 184, p.143.

¹²⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure, 185, p.143

3. Techniques d'imagerie par rayons X

Dans le but de mieux comprendre l'amphore 3272 nous avons effectué des radiographies ainsi qu'une tomographie à rayon X. A l'aide de ces techniques, nous souhaitons :

- Pouvoir déterminer l'agencement des couches inférieures, jusqu'ici peu accessibles.
- Comparer les matériaux, en fonction de leur densité et de les situer ou encore de déterminer si des zones de fractures ou des comblements sont présents.
- Visualiser si des assemblages de différents objets ou tessons sont présents et où se situent les jonctions.
- Voir diverses techniques de façonnage utilisées dans la constitution de l'objet, tel que des traces de tournages ou si des éléments d'assemblages métalliques sont présents¹²⁶.

Ces techniques fonctionnent sur le même principe. Un objet est placé entre une source de rayons X et un système de détection de ces rayons. La cible est ensuite bombardée par des photons qui vont passer au travers de la matière de l'objet et atteindre le système de détection.

En fonction des caractéristiques des matériaux (densité, épaisseur...) les photons seront plus ou moins absorbés par le matériau que l'on radiographie, changeant la quantité de rayons qui atteindront le système de détection¹²⁷. Il est ainsi possible de créer une image en noir et blanc en fonction de l'énergie détectée par le système, plus le rendu sur l'image est blanc, plus le matériau est dense.

Il faut toutefois noter une limite aux techniques d'imagerie par les rayons X. Ces méthodes peuvent empêcher une éventuelle datation d'un matériau céramique au moyen de la thermoluminescence*. Cette technique permet de dater 'un matériau pour autant qu'il ait été chauffé (céramique, four de potier). Un matériau tel que le quartz par exemple, accumule naturellement une certaine quantité de radiation. Lorsqu'il est chauffé au-dessus de 500°C, toute la radiation accumulée est éliminée¹²⁸. Il est ensuite possible, en laboratoire de quantifier la quantité d'énergie accumulée par le matériau depuis sa dernière chauffe, permettant une proposition de datation.

En soumettant un objet aux rayons X d'une radiographie ou d'une tomographie, une nouvelle quantité d'énergie est amenée, modifiant la quantité d'énergie que l'objet avait reçu depuis sa dernière chauffe et faussant le calcul de datation¹²⁹.

Après discussion avec l'institution et devant les contraintes amenées par la thermoluminescence (coût, taille et profondeur de l'échantillon, envoi du prélèvement à l'étranger), il a été d'opter pour la radiographie et la tomographie, jugeant que ces techniques apporteraient plus de réponses sur la constitution de l'objet qu'une datation.

¹²⁶ Nicolas, 2020, [En ligne].

¹²⁷ Millet et Bernadet, 2020, [En ligne].

¹²⁸ Schweizer, 1993, p.215.

¹²⁹ Bassett, 2007, p.36.

3.1. Radiographie à rayons X

La radiographie à rayons X nous a permis de confirmer qu'il s'agissait d'un objet remanié et a permis de mettre en lumière différents aspects de sa matérialité.

On constate que l'amphore semble constituée de plusieurs parties assemblées, ceci se remarque en fonction de la densité des matériaux constitutifs des différentes zones de l'objet.

En observant les motifs appliqués sur les anses ainsi que les protomés supérieurs et inférieurs, on observe qu'ils sont plus clairs que le col ou que la panse, amenant au constat qu'ils sont constitués d'un matériau plus dense¹³⁰. Les anses elles-mêmes semblent être moins denses que le motif appliqué dessus. On observe une légère différence de densité entre ces deux éléments, soulignant qu'il s'agit de deux parties distinctes. (Voir Figure 44)



Figure 44 : Radiographie du col et des anses.

Le même raisonnement s'applique en ce qui concerne les différents décors d'appliques ornant l'objet, ceux-ci semblent être plus denses que le matériau sur lequel ils sont apposés, particulièrement pour les boutons séparant le registre supérieur et central. (Voir figure 45) Il est toutefois difficile d'observer si des variations sont perceptibles dans la structure même de l'objet, entre le col, la panse et le pied, la nuance de gris observée étant semblable. En observant le pied, on remarque que le cordon inférieur est plus dense que le reste du pied, signalant des caractéristiques différentes¹³¹.

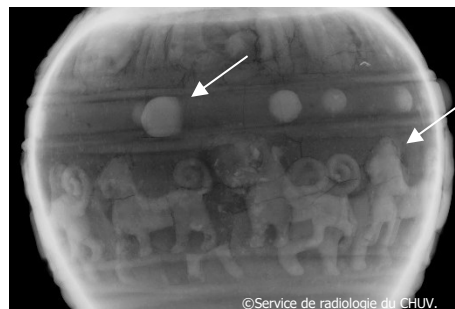


Figure 45 : Différence de densité observée sur une radiographie du registre central.

Le registre inférieur ne comporte pas de différence notable de densité, ce qui nous permet d'affirmer qu'il est constitué d'une seule pièce¹³².

Des altérations ont également pu être décelées. Sur la lèvre tout d'abord, on voit une fine ligne noire verticale¹³³. On observe encore des fractures à la jonction entre les protomés supérieurs et les anses¹³⁴. Enfin sur les décorations appliquées sur les anses, le motif animal comporte une ligne foncée dans sa partie supérieure¹³⁵.

¹³⁰ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 186, p.143.

¹³¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 187, p.143.

¹³² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 188, p.144.

¹³³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 189, p.144.

¹³⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 190, p.144.

¹³⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 191, p.144.

Le registre supérieur et central du vase, de même que son pied (voir figure 46) comportent également un grand nombre de stries plus foncées. Il est toutefois difficile de déterminer qu'il s'agisse bien de fissures des couches inférieures, la couche superficielle noire étant également largement craquelée, celle-ci se confond avec son support, prêtant à confusion.

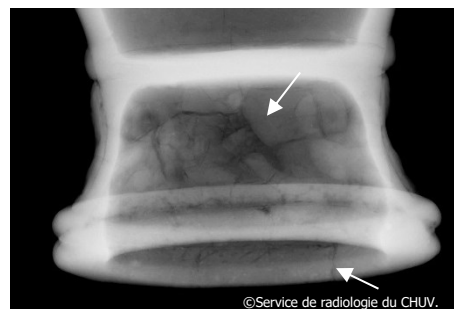


Figure 46 : Radiographie du pied de l'amphore.

La radiographie à rayons X a ainsi permis de déterminer que différents matériaux et différentes parties assemblées sont présents sur l'amphore. Elle a aussi mis en évidence que des fractures et différents éléments ne formant pas un ensemble homogène étaient présents, corroborant l'hypothèse d'anciennes interventions. Les protomés de griffons sont constitués d'une seule pièce¹³⁶ et de fines lignes sombres sont visibles.

La radiographie rend une image peu précise et en deux dimensions. Rendait difficile la différenciation des strates.

Elle ne permet pas de démontrer avec précision de quelles manières pouvaient être agencés les matériaux constitutifs des couches inférieures ou encore les éventuelles zones d'assemblage. Ce type d'investigations ne nous a pas permis d'obtenir des images de l'objet en entier, rendant l'interprétation difficile. Au vu des questions restées en suspens, il a été décidé d'effectuer une tomographie à rayons X.

¹³⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 192-193, p.144.

3.2. Tomographie à rayons X

La tomographie est un outil d'examen non destructif, permettant de voir au cœur de la matière d'un objet¹³⁷. L'acquisition de l'image est la même que pour la radiographie, à la différence que la source émettrice de rayons X est capable d'effectuer une rotation complète autour de l'objet¹³⁸ et de prendre plusieurs centaines voire milliers d'images¹³⁹, compilées pour obtenir une image 3D.

Il est possible, à l'aide d'un logiciel¹⁴⁰, de se déplacer à l'intérieur de la structure de l'objet, les images prises étant assemblées sous forme de pile, ce qui permet de décomposer l'objet en tranches et ainsi de visualiser les différentes couches. Ainsi la tomographie nous a permis d'obtenir des informations plus précises que la radiographie.

Du point de vue de la structure générale du vase 3272, nous avons tout d'abord pu observer que les anses, le col, la panse et le pied étaient assemblés séparément. Ceci se remarque par la fine ligne noire séparant les différentes parties, signe d'une zone de jonction. Le col est constitué d'une pièce et est posé sur l'épaule de la panse. (Voir Figure 47) La panse est également constituée d'une même pièce jusqu'au niveau du fond où l'on aperçoit une ligne de jonction faisant la séparation avec le pied¹⁴¹.

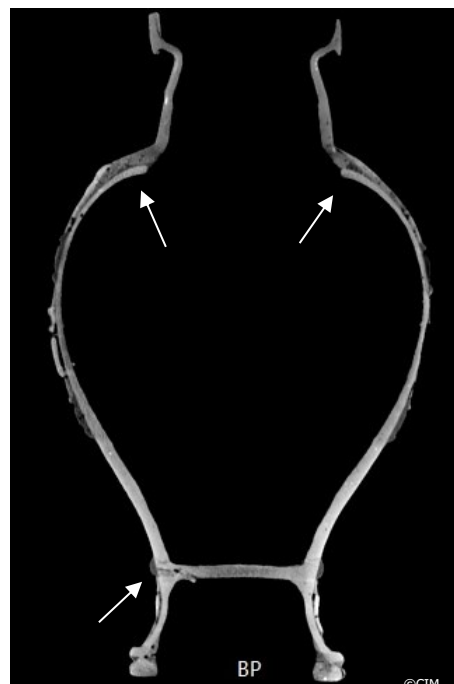


Figure 47 : Vue générale de l'amphore en tomographie. On observe une différence de densité ainsi qu'une ligne de jonction entre le col et la panse.

¹³⁷ Wills, 2020, [En ligne].

¹³⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 194, p.145.

¹³⁹ Wills, 2020, [En ligne].

¹⁴⁰ Toutes les images issues de la tomographie et présentées dans ce travail ont été obtenues à l'aide du logiciel open source InVesalius® v.3.1.1.

¹⁴¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 195, p.145.

Les 4 anses présentent une ligne noire à la jonction avec la lèvre sur laquelle elles reposent¹⁴². Il en est de même pour les 4 protomés supérieurs où une ligne de jonction est visible entre eux et les anses (voir ci-contre). Peu de lignes de cassures sont visibles, on en repère une sur le col, partant du haut de la lèvre jusqu'à la base du col (située entre anse B et C). Les 4 motifs d'animaux couchés présents sur les anses montrent tous une fracture dans leur partie supérieure. (Voir ci-contre) Enfin, au niveau de la base du pied, on observe que le cordon est morcelé en 8 fragments¹⁴³.

En observant les décors d'appliques des différentes frises depuis le dessus, on aperçoit qu'ils ne sont pas appliqués directement contre la surface de l'objet, mais une fine ligne noire les en sépare. On note la même caractéristique pour les protomés inférieurs, appliqués sur les anses. Cette particularité indique que ces différents éléments ont été rapportés à la surface de l'amphore et qu'ils ne sont pas estampés.

D'importantes différences de densités ont été observées entre différentes parties, signalant ainsi des matériaux aux propriétés diverses. En examinant la partie du col et la zone de jonction avec la panse, on voit que cette dernière présente une teinte plus claire, annonçant ainsi une densité plus importante¹⁴⁴. Les anses semblent avoir la même densité que le col, en revanche on décèle que les motifs d'animaux appliqués sur elles, ainsi que les protomés supérieurs sont particulièrement denses, contrastant nettement avec le reste de l'objet. La panse et le pied offrent la même nuance de gris, signalant ainsi qu'il s'agit sans doute du même matériau¹⁴⁵.



Figure 48 : Différence de densité entre l'anse et le décors appliqué. On remarque également une ligne de cassure dans le haut du motif.

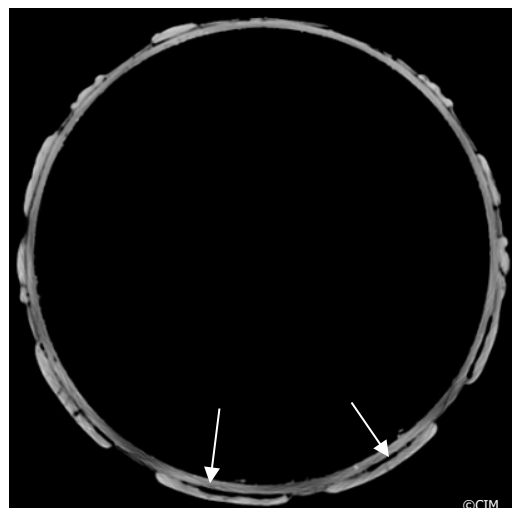


Figure 49 : Vue du dessus du vase en tomographie. On remarque une différence de densité des décors d'applique ainsi qu'une ligne sombre les séparant du support.

¹⁴² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 196, p.145.

¹⁴³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 197, p.145.

¹⁴⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 198-199, p.145.

¹⁴⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 201, p.146.

En revanche, les différents décors d'appliques présents sur la panse montrent une image très claire, indiquant une plus haute densité que le support sur lequel ils sont appliqués. Les boutons présents sur le bas du registre supérieur ainsi que les différents cordons font toutefois exception, ils sont plus foncés que les autres décors d'appliques ainsi que le support sur lequel ils sont posés, montrant une densité plus faible¹⁴⁶.

L'examen par la tomographie à rayons X a révélé que l'intérieur de la panse comportait des traces de tournages. Elles sont également visibles à l'intérieur du col et du pied, bien qu'elles soient moins marquées. (Voir Figure 50).

Cette technique d'imagerie a mis en évidence que le vase était constitué de plusieurs éléments (col et anses, panses et pied) assemblés séparément, une zone de jonction étant visible. Nous avons aussi pu déterminer via la densité que plusieurs matériaux étaient présents, le col et les anses présentant la même nuance de gris, tandis que la panse et le pied montraient une densité différente.

Nous avons aussi pu voir que les différents éléments de décors appliqués étaient également constitués de matériaux différents et qu'ils semblent être collés sur la surface inférieure de l'objet.



Figure 50 : Coupe de l'objet effectuée par la tomographie. On observe les traces de tournages.

4. Dégagement d'une bande de sondage

Afin de dresser des hypothèses de stratigraphies et de déterminer les différents matériaux présents sous la couche noire, des fenêtres de dégagement (3 mm x 3 mm) ont été réalisées (voir Figure 51). Ces dernières ont permis une première compréhension de l'agencement de l'objet et ont aussi permis de prélever des échantillons en vue des tests et analyses nécessaires à l'identification des matériaux



Figure 51 : Vue au microscope digital d'une fenêtre ouverte sur le registre inférieur.

¹⁴⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 200, p.146.

Cependant ces fenêtres ne permettent pas de comprendre la nature complète de l'objet et des assemblages présents ni d'obtenir une vue globale.

Avec les premiers dégagements ainsi que les observations par les techniques d'imagerie, nous avons pu constater que des matériaux, jusque-là difficilement observables, se trouvaient sous les couches superficielles. Ceci nous a amené, après concertation avec l'institution et en accord avec la valeur de recherche associée au vase, à la décision d'ouvrir une bande de sondage. Les prélèvements et premiers dégagements ont été effectués dans la mesure du possible à l'emplacement de la future bande de sondage, limitant ainsi les impacts sur le reste de l'objet¹⁴⁷.

Cette bande a plusieurs buts :

- 1) Permettre un accès aux couches inférieures pour pouvoir les caractériser.
- 2) Comprendre la manière dont les différentes parties du vase sont agencées et ainsi préciser les zones de jonctions observées en tomographie.
- 3) Comprendre les techniques mises en œuvre pour la création de l'objet et amener un moyen visuel permettant de comprendre qu'il s'agit d'un objet ne correspondant pas à des typologies antiques en amenant un contraste évident entre la zone dégagée et le reste de l'objet.

L'emplacement de la bande de sondage a été défini entre les anses C et D, depuis le haut de la lèvre jusqu'au bas du pied (voir figure ci-contre) Cette zone étant déjà altérée (manque d'un décor d'applique, craquelures, etc.) l'impact du dégagement sur l'objet sera moins important et permettra de retirer moins de matière.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 52 : Vue de l'emplacement de la future bande de sondage.

Une bande d'une largeur de 12mm sera suffisante pour obtenir les informations voulues, et n'impactera visuellement qu'une seule des faces. Sa position permettra de traverser tous les registres de l'amphore de même que différents décors d'appliques ou les cordons, permettant une bonne visualisation de l'agencement des parties.

¹⁴⁷ Cf. Annexes, Annexe 6, Tableau 1 et 2, pp. 179-180.

Une moitié de la face de l'anse D sera également dégagée, la tomographie ayant montré une importante différence de densité de matière entre l'anse et le décor appliqué. Le dégagement de l'anse sera ensuite relié à la bande de dégagement principale, dans le but de mettre à jour la jonction entre le col et la panse.

Au vu des valeurs culturelles associées à l'objet, nous avons vu que la valeur esthétique était limitée. Un tel dégagement n'aura ainsi qu'un impact limité sur elle. De plus cette intervention permettra de renforcer la valeur de recherche et éducative.

Pour procéder au dégagement de la bande de sondage, nous avons effectué des tests de solubilité à l'aide de différents solvants, permettant de comprendre les propriétés des matériaux et de mener un dégagement efficace sur une zone délimitée.

Dans la mesure du possible nous souhaiterions éviter les contraintes mécaniques sur l'objet et nous envisageons donc un nettoyage au moyen de gels. Différents types de gels seront ainsi testés sur des éprouvettes, afin de définir les paramètres de traitements adaptés au dégagement de la bande de sondage.

4.1. Solubilité des couches superficielles

La définition de la solubilité des différents matériaux constituant l'objet répond à plusieurs objectifs :

- 1) Amener une compréhension des matériaux qui constitue l'objet, permettant d'envisager sa consolidation.
- 2) Préparer le dégagement de la bande de sondage

En connaissant les paramètres de solubilité propres à l'objet, il sera possible de retirer plus efficacement une substance ou au contraire la préserver de solvants pouvant lui être dommageables.

Nous nous appuierons sur le diagramme de Teas pour déterminer les meilleurs paramètres de traitement à appliquer en fonction des différentes propriétés des couches.

Le test de solubilité des composants du vase a été fait en se servant de 4 solvants aux polarités différentes et agissant de diverses manières selon les propriétés des matériaux :

- Eau
- Éthanol
- Acétone
- Isooctane

Le test a consisté à frotter légèrement les différents matériaux et de manière identique (pression, nombre de passages) à l'aide d'un bâtonnet ouaté imbibé du solvant en question. Le but est d'évaluer la solubilité du matériau en nous basant sur le résidu laissé sur le coton. Ces tests ont été faits à l'emplacement de la future bande de dégagement. Nous cherchons à connaître en particulier la solubilité

de la couche noire sur les différents registres, ainsi que la sous-couche, ce sont principalement ces matériaux qui devront être dégagés.

Les tests ont amené les conclusions suivantes¹⁴⁸ :

La couche noire présente sur l'ensemble de l'objet ne montre pas la même solubilité en fonction des registres. Si le col et le registre inférieur ont une sensibilité à l'eau ainsi qu'aux autres solvants testés, le registre supérieur, central et le pied sont hygrophobes¹⁴⁹, comme l'a démontré le test de la goutte d'eau (voir figures ci-dessous). L'angle important pris par la goutte sur ces trois parties dénote une tension de surface haute et qu'elles sont peu mouillables¹⁵⁰, ce qui est sans doute lié au vernis visible en lumière UV sur le registre central. L'angle pris par la goutte était plus faible sur les surfaces du col et du registre inférieur.



Figure 53 : Test de la goutte sur le registre sur le registre inférieur.



Figure 54 : Test de la goutte sur le registre central.

La sous-couche noire, visible dans la lacune laissée par le lion manquant de la frise centrale s'est révélée être soluble dans l'eau, mais pas dans les autres solvants. Les mêmes propriétés ont été relevées sur le matériau composant les décors d'appliques.

Le vernis transparent, ainsi que la couche à fluorescence blanche se sont révélés sensibles à l'acétone et à l'éthanol.

Le mascaron altéré de la frise supérieure (Face C) a montré une sensibilité à l'eau, laissant présager que les autres décors d'appliques le sont également.

Les zones ayant montrées une sensibilité à l'eau pourront être dégagée avec ce solvant, pour autant que la surface sous-jacente le permette.

En parallèle des tests de solubilité, nous avons également mesuré le pH des différentes surfaces du vase¹⁵¹. Les résultats sont homogènes et les valeurs obtenues oscillent entre 6.1 et 6.3. Soit une surface très légèrement acide.

¹⁴⁸Cf. Annexes, Annexe 4, Test 1-10, pp.163-167.

¹⁴⁹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 202 et 203, p.146.

¹⁵⁰ Masschelein-Kleiner, 1995, p.3.

¹⁵¹ Cf. Annexes, Annexe 4, Test 11, p.168.

Au vu de ces propriétés, nous nous sommes appuyés sur le diagramme de Teas pour élaborer un mélange de solvant propre à être utilisé pour dégager les couches superficielles de l'objet et en particulier celle qui ne semblait pas être soluble dans l'eau¹⁵².

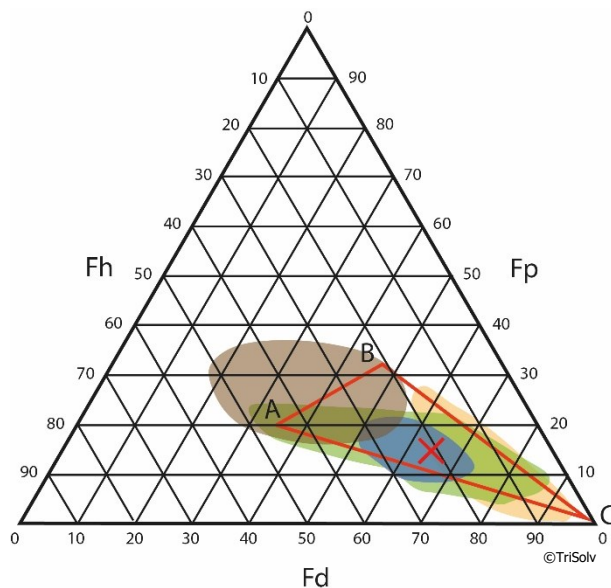
Le mélange a été élaboré pour tenter de nous situer dans la zone de solubilité d'un maximum de matériaux que nous pensions présents. Il devrait pouvoir agir sur les huiles siccatives, la cire d'abeille ainsi que les résines types mastic. Les colles protéiniques (peau, os, etc.) sont en revanche sensible à l'eau.

Il peut être placé sur le diagramme de Teas selon : Fd : 66 Fp : 15 Fh : 19, et est composé de :

Éthanol : 26%

Acétone : 31%

Isooctane : 43%



Zones de solubilité

— Protéines et polysaccharides — Cire d'abeille

— Huile siccative — Mastic

✗ Mélange de solvants
- Ethanol : 26%
- Acétone : 31%
- Isooctane : 43%

Schéma 5 Localisation des solvants et emplacement des zones de solubilités des matériaux.

Afin d'évaluer l'efficacité du mélange sur la couche noire du registre supérieur et central, hydrophobe. Des échantillons ont été placés dans des éprouvettes comportant de l'eau, de l'éthanol, de l'acétone, de l'isooctane ainsi que le mélange de solvants. Après 8h, les prélèvements des 4 premières éprouvettes n'avaient subi qu'un léger gonflement. En revanche l'échantillon placé dans le mélange s'était désagrégé. (Voir figure ci-dessous) Ce mélange sera donc employé dans le retrait de la couche noire.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

*Figure 55 : Test de solubilité de la couche noire prélevée sur le registre central.
De gauche à droite : Eau, éthanol, acétone, isooctane, mélange de trois solvants (en rouge)*

¹⁵² Cf. Annexes, Annexe 4, Apport 4, p.162.

4.2. Les gels dans le nettoyage ou retrait de couches

En entreprenant le nettoyage ou le retrait d'une couche sur un objet, il est avantageux d'employer le solvant désiré sous forme gélifiée. Un gel est une substance dont la consistance peut aller du mou au visqueux. Il contient un solvant, en proportion variable, ainsi qu'un épaississant, matériau comportant un haut poids moléculaire¹⁵³.

Ils se présentent sous diverses formes, rigides, semi-rigides, visqueux, appliqués à chaud ou à froid. Il existe différents types de gels, permettant d'utiliser une large gamme de solvants, polaires ou apolaires.

Parmi les nombreux avantages offerts par les gels, nous souhaiterions les utiliser pour le dégagement de la bande de sondage pour les raisons suivantes :

- 1) Capacité à retenir les solvants, limitant la diffusion au sein du matériau que l'on souhaite nettoyer ainsi que son évaporation, permettant de le laisser agir plus longtemps qu'un solvant libre¹⁵⁴.
- 2) Application délimitée et sur des surfaces difficiles d'accès, il peut être appliqué sur des surfaces irrégulières, épousant le relief de l'objet et s'insinuant dans les anfractuosités, tout en restant dans une zone délimitée.
- 3) Réduction de l'action mécanique sur une surface fragile limitant ainsi les risques d'abrasions de la surface ou les nettoyages débordants.
- 4) Limitation de l'évaporation des solvants et ainsi réduisant la toxicité de certains solvants¹⁵⁵.

Ces caractéristiques permettent ainsi un meilleur contrôle de l'intervention. Au vu des possibilités offertes par les gels, nous souhaitons qu'ils puissent répondre aux critères cités plus mais également posséder un pH légèrement plus haut que celui de la surface. Lors d'un retrait de couche, il est bon que le moyen de nettoyage soit légèrement plus basique que la surface pour donner une meilleure efficacité à l'intervention¹⁵⁶.

Deux gels répondant à ces critères ont été sélectionnés. Le gel d'agar-agar¹⁵⁷ pour un nettoyage aqueux et le gel à base d'acide polyacrylique¹⁵⁸, permettant d'accueillir le mélange de solvant élaboré.

¹⁵³ Khandekar, 2004, p.6.

¹⁵⁴ Cremonesi, 2016, p.366.

¹⁵⁵ Khandekar, 2004, p.8.

¹⁵⁶ Wolbers, 2000, p.13.

¹⁵⁷ Cf. Annexes, Annexe 9 Fiche produit de l'Agarart™, p.209.

¹⁵⁸ Cf. Annexes, Annexe 9, Fiche produit du Carbopol® Ultrez, p.211.

Les gels d'agar-agar

Le gel d'agar-agar¹⁵⁹ se prête bien pour la pratique d'un nettoyage aqueux des surfaces solubles à l'eau. Il est obtenu à partir d'une algue marine. Constitué de deux polysaccharides, l'agarose qui lui donne ses propriétés gélifiantes et l'agaropectine¹⁶⁰. Dans l'eau froide il est insoluble, mais à partir des 90°C les molécules sont solubilisées et en refroidissant un gel se crée, les chaînes moléculaires formant une double hélice capable de piéger des molécules d'eau en leur sein¹⁶¹.



Figure 56 : Gel d'agar-agar semi-rigide prêt à être appliqué.

L'agar peut ainsi être appliquée semi-rigide, permettant de profiter de la chaleur qu'il dégage pour solubiliser ou faire gonfler un matériau, ou sous forme rigide. Dans les deux cas, il agit comme une éponge, capable de relâcher une certaine quantité d'eau, en fonction de sa concentration. Ce gel laisse en principe peu de résidus et il n'est pas nécessaire de le rincer après usage¹⁶².

Le gel d'acide polyacrylique

Le gel d'acide polyacrylique¹⁶³ a la capacité de retenir des solvants, qu'ils soient polaires ou apolaires (l'eau n'est ici pas prise en compte). Son efficacité repose sur le solvant qu'il contiendra en fonction de ce que l'on souhaite retirer ou nettoyer¹⁶⁴. Il peut être utilisé de la même manière qu'un autre gel, mais sa composition et son mécanisme d'action est plus complexe. Ce type de gel est composé d'acide polyacrylique qui joue le rôle d'épaississant et d'un tensio-actif qui doit être

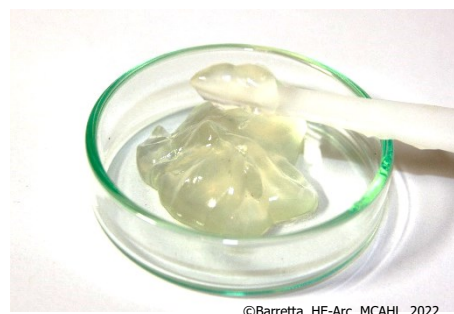


Figure 57 : Gel d'acide polyacrylique.

basique, permettant de neutraliser l'acide polyacrylique et d'obtenir un gel à pH neutre. Cette base, généralement de l'Ethomeen®¹⁶⁵ permet également de polariser les chaînes de l'acide polyacrylique et ainsi de les dérouler, permettant la formation du gel¹⁶⁶. Il contient également de l'eau, en faible quantité ainsi que le solvant choisit pour procéder au nettoyage¹⁶⁷. En fonction de la polarité de ce solvant, le type de tensio-actif utilisé doit être adapté. En revanche, ce type de gel laisse des résidus devant impérativement être rincés avec un solvant apolaire¹⁶⁸.

¹⁵⁹ Une explication des mécanismes du gel d'agar-agar se trouve en Annexes, Annexe 5, Apport 5, p.169.

¹⁶⁰ Dupke *et al.*, 2020, p.72.

¹⁶¹ Cremonesi, 2016, p.363.

¹⁶² Cremonesi, 2016, p.366.

¹⁶³ Une explication des mécanismes du gel d'acide polyacrylique se trouve en Annexes, annexe 5, Apport 6, p.170.

¹⁶⁴ Khandekar, 2004, p.14.

¹⁶⁵ Cf. Annexes, Annexe 9 Fiche produit de EthomeenC25™, p.214.

¹⁶⁶ Dupuis, 2012, [En ligne].

¹⁶⁷ Khandekar, 2004, p.14.

¹⁶⁸ Stulik et Miller, 2004, p.38.

Test de diffusion des gels

Pour choisir selon quelle condition les gels allaient être employés pour effectuer le dégagement de la bande de sondage, des tests de diffusion ont été effectués sur des éprouvettes de plâtre. La porosité de ce matériau nous permettra d'observer la diffusion du solvant dans le support.

Le but est de déterminer de quelle manière les gels relâchent leur solvant dans le substrat. La bande que nous souhaitons dégager devant rester bien délimitée, il est nécessaire de contrôler la diffusion des gels. La diffusion d'un solvant relâchée par un gel dépend de¹⁶⁹ :

- Sa viscosité en fonction du pourcentage de solvant dans le gel.
- Du temps d'application.
- Utilisation ou non d'une interface entre le gel et la surface.

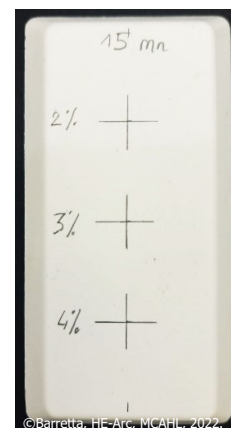


Figure 58 :
Eprouvette de plâtre
préparée pour le
test.

Concernant la mise en œuvre, une croix a été dessinée sur les plaquettes de plâtre à l'emplacement du gel testé, une fois celui-ci posé, la plaquette est immédiatement photographiée. Après le temps de pose voulu le gel est ôté et la marque laissée détournée, permettant de constater la diffusion de ce dernier.

Le gel d'agar a été testé à des pourcentages de 2%, 3% et 4% et durant 5, 10 et 15 min¹⁷⁰.

Pour le gel d'acide polyacrylique, seul le temps de pose peut être modifié. En revanche nous l'avons aussi testé en ajoutant une interface de papier japon entre le gel et le support en plâtre¹⁷¹. Certains auteurs conseillant cette méthode pour laisser moins de résidus sur la surface.

Choix de la mise en œuvre des gels

Gel d'agar-agar

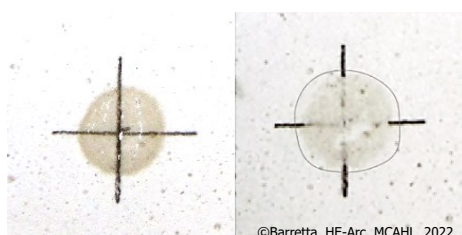


Figure 59 : Diffusion du gel d'agar-agar à 4% avant et après 15 min d'application. La trace laissée par la diffusion est peu visible en photo, d'où le détournement.

Il a été décidé d'appliquer le gel d'agar sous forme semi-rigide, à une concentration de 4% (p/v) dans l'eau. Les tests de diffusions ont montré qu'à une telle concentration la diffusion dans le substrat (ici une plaquette de plâtre) dépassait de très peu la surface occupée par le gel, même après 15 minutes d'applications, limitant le risque de débordement¹⁷².

¹⁶⁹ Hernando et Dominguez, 2013, p.112.

¹⁷⁰ Cf. Annexes, Annexe 5, Protocole 1 : Fabrication du gel d'agar-agar, p.172

¹⁷¹ Cf. Annexes, Annexe 5, Protocole 2 : Fabrication du gel d'acide polyacrylique, p.173

¹⁷² Cf. Annexes, Annexe 5, Test 12-13, pp.174-175.

L'application sous forme semi-rigide permettra d'épouser les reliefs présents sur la surface de l'amphore et la température qu'il apportera permettra de solubiliser plus facilement les couches superficielles. Nos mesures de pH du gel donnant un résultat de 6,9, il n'est pas nécessaire de l'ajuster, le pH de la surface tournant autour de 6,2. Ce gel sera appliqué sur le col et le registre inférieur, les tests de solubilité ayant montré que la couche noire y était soluble à l'eau. Le temps d'application ne devra pas dépasser les 15 minutes avant de retirer le gel, afin de pouvoir évaluer l'état de la surface et au besoin renouveler l'application.

Gel d'acide polyacrylique

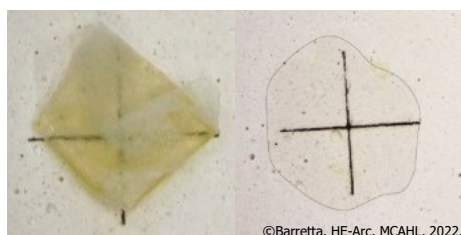


Figure 60 : Diffusion du gel d'acide polyacrylique avec interface.

Il a été décidé de l'utiliser sans interface, le test de diffusion a montré que l'interface de papier japon fait que le solvant se diffuse largement autour de la surface traitée, risquant ainsi d'étendre la solubilité de manière moins contrôlée¹⁷³.

Quand il n'y a pas d'interface, la diffusion semble limitée à la seule surface occupée par le gel.

La bonne viscosité de ce gel lui permettra d'être appliqué dans une zone précise en ayant un bon contact avec la surface, tout en évitant les risques de coulures sur le reste de l'objet. De plus il pourra facilement agir dans les anfractuosités de l'objet.

Le pH du gel d'acide polyacrylique lorsqu'il est préparé correctement est neutre¹⁷⁴, ce qui nous avantage pour le retrait des couches superficielles, au vu du pH légèrement plus acide de la surface du vase.

Nous laisserons agir le gel pour une durée de 10 minutes, tout en frottant régulièrement à l'aide d'un bâtonnet ouaté, permettant de contrôler l'état de la surface et d'enlever les résidus solubilisés par le gel. L'application du gel sera renouvelée jusqu'à obtention d'une surface jugée propre. La surface devra être rincée avec de l'isooctane pour ne pas laisser de résidus du gel sur l'objet¹⁷⁵.

Ce gel sera appliqué sur le registre supérieur et central de l'objet ainsi que sur le pied et l'anse. Ces zones étant moins solubles à l'eau que le reste du vase et le test de la goutte a montré que ces surfaces étaient hydrophobes. En outre la composition des reliefs d'appliques, des cordons et du protomé inférieur n'est pas connue à ce stade, mais nous avons vu que le mascarón de la frise supérieur avait montré une sensibilité à l'eau. Nous voulons donc éviter le risque de détériorer ces parties en mettant en œuvre un nettoyage aqueux.

¹⁷³ Cf. Annexes, Annexe 5, Test 14, p.178.

¹⁷⁴ Dupuis, 2012, [En ligne].

¹⁷⁵ Wolbers, 2000, p.164.

4.3. Dégagement de la bande de sondage

La zone sélectionnée pour le dégagement a été préalablement dépoussiérée avec un pinceau doux, le risque étant que des poussières soient solubilisées et ne migrent dans le matériau de manière incontrôlée.

Puis cette zone a été délimitée par du ruban adhésif, afin de ne pas dépasser de cette zone et protéger les surfaces adjacentes. (Voir ci-contre) Un test d'arrachement préalable a été fait pour vérifier que les couches sous-jacentes ne s'enlèvent pas au retrait du ruban.

Le gel d'agar-agar est appliqué sous forme semi-rigide à une concentration de 4% (p/v). Il est appliqué par petites zones et est laissé à agir 10 minutes¹⁷⁶. Lorsqu'il se teinte de noir, il est retiré et la surface est essuyée à l'aide d'un bâtonnet ouaté. L'application est renouvelée jusqu'à obtention d'une surface propre.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 61 : Emplacement de la bande de sondage délimitée par un ruban adhésif.

Le gel d'acide polyacrylique est appliqué à la spatule et couvert d'un film plastique, limitant l'évaporation des solvants¹⁷⁷. Toutes les 5 minutes, il est remué, permettant une légère action mécanique sur la surface à traiter. Lorsque le gel se teinte de noir, il est essuyé et une nouvelle couche de gel est apposée. Lorsque la surface est jugée propre, elle est rincée à l'isooctane pour éliminer les résidus de gel. Une inspection au microscope digital a été faite pour être certain de ne pas laisser de résidus sur la surface.

Col et registre inférieur

Le dégagement du col ainsi que du registre inférieur a été effectué à l'aide du gel d'agar. L'enlèvement de la couche noire, très fine, a permis de montrer qu'au niveau du col elle était appliquée sur une surface de céramique beige, lisse et homogène¹⁷⁸.

Sous la couche noire du registre inférieur, nous avons découvert une surface de céramique rouge, homogène et légèrement granuleuse¹⁷⁹. Son apparence intacte nous amène à l'hypothèse d'une terre cuite non-antique.

¹⁷⁶Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 204, p.146.

¹⁷⁷Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 205, p.146.

¹⁷⁸Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 206, p.147.

¹⁷⁹Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 207, p.147.

Registre supérieur, central et pied

La couche noire couvrant ces deux registres a été dégagée à l'aide du gel de solvant. Sous la couche du registre supérieur, nous avons pu constater que le motif de godron et les cordons de séparation des registres étaient constitués d'une pâte brune, (correspondant à la couche « Décors modelés » de la stratigraphie) très dure, soluble à l'eau, mais pas dans les solvants et reprenant la forme des motifs¹⁸⁰. (Voir figure 62) Le nettoyage de ces parties a pu être poursuivi avec le gel de solvant.



Figure 62 : Motif de godron constitué d'une pâte brune très dure sous la couche noire.

Cette pâte brune est posée sur une sous-couche noire, fine, semblant couvrir tout le registre supérieur et le registre central. Cette sous-couche s'est révélée être sensible à l'eau et a été éliminée à l'aide du gel d'agar, permettant de délimiter la zone sans toucher à la pâte brune. Cette même sous-couche noire a été retrouvée sur le pied, recouvrant toute sa surface¹⁸¹. Après retrait de la couche noire à l'aide du gel de solvant, la sous-couche a été ôtée à l'aide du gel d'agar-agar. Le dégagement du registre supérieur, central ainsi que du pied a révélé la même surface de céramique rouge que celle découverte pour le registre inférieur¹⁸².



Figure 63 : Cordon de séparation entre le pied et la panse. Ligne de jonction entre les deux éléments sous le cordon.

Une ligne de jonction entre le pied et la panse a été trouvée, sous la forme d'une mince ligne, ne présentant pas de trace d'adhésifs. (Voir Figure 63) En revanche la base du pied, constitué de fragments d'une céramique noir-gris semble être appliqué sur la terre cuite rouge du pied à l'aide d'un matériau brun, dur et sensible à l'eau. Très ressemblant à celui des cordons et godrons.

Anse D et protomés

La moitié de la face de l'anse D a également été dégagée. Le gel de solvant a été utilisé pour nettoyer le protomé inférieur, ce qui a permis de révéler un matériau beige, pulvérulent et sensible à l'eau mais pas aux solvants, semblable à la patte du lion restante dans la lacune de la frise centrale. Ce protomé est appliqué contre l'anse à l'aide d'un matériau très semblable à la sous-couche trouvée sur les autres registres.



Figure 64 : Application de gel de solvant sur le protomé inférieur de l'anse.

¹⁸⁰ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 208-209, p.147.

¹⁸¹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 210, p.147.

¹⁸² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 211-214, p.148.

Le reste de l'anse a été nettoyée à l'aide du gel d'agar appliqué sous forme semi-rigide, ce qui a permis de montrer qu'elle est composée d'un matériau céramique semblable au col, tandis que le motif animal appliqué dessus est en céramique noire, lisse et brillante.

En ce qui concerne le protomé supérieur de l'anse, nous avons émis l'hypothèse qu'il soit en céramique noire, comme le protomé brisé de l'anse A¹⁸³. Mais il s'est avéré qu'il était recouvert d'une couche noire très épaisse, sans doute posé sur un noyau en céramique. Nous n'avons pas poussé le dégagement à cet endroit, n'étant pas certains de l'épaisseur nous séparant de l'éventuelle partie céramique.



*Figure 65 : Anse et relief
d'applique
après
dégagement.*

Enfin, une bande a été dégagée depuis le bord de l'anse jusqu'à la bande principale, dans le but de trouver la jonction entre le col et la panse. Sous la couche noire, nous avons découvert un matériau ressemblant à du mortier, de couleur grise, très dur, comportant une charge minérale importante et insoluble dans l'eau ou les solvants¹⁸⁴. Cette matière enserre la base du tenon et s'étend sur les côtés. Nous en concluons donc que ce matériau a servi à jointoyer la ligne de jonction entre le col et la panse. Nous n'avons pas poussé le dégagement de ce matériau, nécessitant des moyens mécaniques plus importants et craignant d'endommager l'objet par les vibrations.

Après dégagement des différents registres, la bande de dégagement apparaît très nette, contrastant avec le reste des surfaces alentour¹⁸⁵. Grâce à ce dégagement, quasiment la totalité des matériaux constitutifs du vase est ainsi visible ainsi que les zones de jonctions entre les différentes parties. Le rendu visuel est ainsi très clair et permet de constater la manière dont l'objet est construit.

¹⁸³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 215, p.148.

¹⁸⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 216, p.148.

¹⁸⁵ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 217, p.148.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 66 : Amphore 3272 après le dégagement de la bande de sondage.

5. Observation des couches inférieures

Le dégagement de la bande de sondage nous a permis de détecter la présence de 6 nouveaux matériaux, jusqu'alors non visibles, ainsi que de confirmer la présence de certains matériaux que nous suspicions être présents. Ces matériaux sont classifiés sous le terme de couches inférieures, étant situés sous les couches superficielles décrites plus haut. Dans cette partie nous aborderons ces matériaux uniquement en observation en lumière visible, aucune fluorescence notable n'étant perceptible en lumière ultraviolette.

5.1. Observation en lumière visible

Le dégagement de la bande de sondage a permis de mettre en évidence trois types de céramique différents sur l'objet, jusque-là masqué en grande partie par la couche noire.

Céramique rouge

La partie céramique la plus présente constitue l'entier de la panse de l'objet ainsi que son pied. Cette partie semble être constituée d'une seule pièce, aucune ligne de fracture n'étant visible, elle donne son volume à l'objet et sert de support structural à toutes les autres couches. Elle est de couleur rouge orange, lisse au toucher et très cohésive. Elle est relativement poreuse. En observation au microscope digital on remarque de nombreuses inclusions de plusieurs types.



Figure 67 : Vue au microscope digitale de la panse (registre inférieur) en céramique rouge.

Nous observons ce qui semble être des nodules de fer, d'une taille d'environ 0,2mm et de couleur brun foncé. Nous voyons également des dégraissants de trois types. Tout d'abord des grains blancs pouvant atteindre 0,2 mm, relativement peu nombreux et épars. On voit aussi des grains de plus petite taille, beaucoup plus nombreux. Et enfin des points noirs, de taille variable. Ces dégraissants sont tous de nature minéral.

Céramique blanche

Le second type de céramique mis à jour compose le col et le tenon ainsi que la partie plate de l'anse D. Cette pâte céramique est blanc-beige, très lisse et légèrement pulvérulente. Ces pores sont de petites tailles, pratiquement invisibles même sous loupe binoculaire. Les dégraissants sont uniformes et de petite taille, de couleur blanche et de nature minérale. On observe également des points rouges, non visibles à l'œil nu et dispersés. Sur le bord de l'anse D, une coloration rouge de la pâte est présente. Cette anse et le col sont constitués du même type de pâte.



Figure 68 : Vue au microscope digitale de la céramique blanche de l'anse dégagée.

Céramique noire

Enfin, deux types de céramiques noires ont été découverts. Le premier type compose le motif animal appliqué sur la face des anses ainsi que les protomés supérieurs. De couleur très noire, la surface est lisse et brillante, très compacte, elle semble peu poreuse. En observation microscopique de la surface, ainsi que d'un prélèvement dans la tranche du protomé brisé¹⁸⁶, on observe des dégraissants minéraux blancs, très fins, relativement nombreux.

Le second type de céramique noir observé compose le cordon inférieur du pied. Ce matériau est moins foncé et présente une plus grande rugosité au toucher et plus poreuse que la céramique noire décrite ci-dessus. En observation au microscope digital on remarque la présence de dégraissants de grande taille (jusqu'au 1/2 mm) de nature minérale et blanc. (Voir Figure 70)

Les décors d'appliques

Les différents décors d'appliques (mascarons, frises, etc.) présentent des teintes différentes allant du rouge au beige. Toutefois en observant ces matériaux, il semble que seule la couleur change. Ils sont constitués d'un agrégat de matière minérale, très fine, soluble à l'eau et très poreuse. En observation microscopique on remarque différentes granulométries dans le matériau. Tout d'abord des grains de couleur blanche, d'une taille d'environ 0,05 mm, ceux-ci sont moins nombreux. Ils sont englobés dans des agrégats de grains beaucoup plus fins, de l'ordre de 0,01 mm. En comparant le matériau constitutif des décors d'appliques de couleur rouge avec ceux de couleur jaune, on remarque principalement une différence de teinte. (Voir ci-dessous)



Figure 71 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du protomé inférieur de l'anse D.



Figure 69 : Vue au microscope digitale de la céramique noire du relief appliqué sur l'anse D.



Figure 70 : Vue au microscope digitale de la céramique noire de la base du pied.



Figure 72 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du mascaron du registre supérieur du secteur C.

¹⁸⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 215, p.148.

Les décors modelés

Ce que nous appelons décors modelés sont les cordons séparant les différents registres ainsi que les godrons, présent sur le registre supérieur. Les matériaux constitutifs de ces différents éléments n'étaient pas visibles avant le dégagement. Tous sont constitués d'une pâte de couleur brun foncé à noir, extrêmement dure et cohésive. Cette pâte est poreuse et soluble dans l'eau mais pas dans les autres solvants. Si elle semble homogène à l'œil nu, l'observation microscopique révèle que cette pâte est constituée d'un agrégat de charges minérales (voir Figure 73).



Figure 73 : Vue au microscope optique d'un prélèvement de décors modelé, bouton du registre central.

La plus présente est formée de grains blancs, de petite taille et homogène. Mais on voit également de nombreux grains couleur brique, de taille variable. Enfin, notons que le même matériau est présent à la jonction entre la céramique noire constituant le cordon inférieur du pied et le reste du pied en céramique rouge, laissant penser à une utilisation comme adhésif.

Mortier de jonction

Le dernier matériau que le dégagement de la bande de sondage a permis de mettre à jour, nommé d'après son aspect, a été découvert dans la zone de jonction entre le col et la panse. De couleur grise, il se présente sous la forme d'une pâte très dure, insoluble dans l'eau et les solvants. Il est constitué d'un agrégat de charge minérale dont les grains sont de très grande taille, pouvant aller jusqu'à 1 mm. (Voir Figure 74.)



Figure 74 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du mortier de jonction.

Partie IV – Caractérisation des matériaux constitutifs de l'amphore

Les investigations préalables ainsi que le dégagement d'une bande de sondage ont permis de mettre en évidence différents matériaux constitutifs de l'amphore, soulignant son caractère composite et issus d'une construction du XIX^e siècle. Dans la partie suivante nous nous attacherons à les caractériser à l'aide de techniques d'atelier ainsi que d'analyses plus poussées. Nous amènerons également des hypothèses quant aux étapes de fabrications ayant servies à composer cet objet.

1. Caractérisation des matériaux constitutifs de l'amphore 3272

Un total de treize matériaux a été mis en évidence sur le vase. La plupart sont des composites, comprenant des charges minérales, des liants ou des pigments.

Afin de les caractériser, des échantillons ont été prélevés au préalable à l'emplacement de la bande de sondage. Une cartographie de l'emplacement des prélèvements est présente en annexes¹⁸⁷.

Sur la base d'hypothèses tirées de nos observations et de la littérature consultée, chaque échantillon a été étudié avec des moyens d'atelier, comprenant :

- Observation en lumière visible
- Observation en lumière ultraviolette
- Microscopie optique
- Test d'identification microchimique (spot-test)

Concernant ce dernier point, il offre un moyen relativement simple, rapide et peu onéreux d'identifier un matériau. Il est toutefois nécessaire d'avoir des hypothèses sur le matériau que l'on souhaite identifier, afin de choisir un test adapté. L'identification d'un matériau est soulignée dans les tests par un changement de couleur ou d'aspect du matériau testé et nécessite une observation attentive. Il faut noter qu'un résultat négatif ne signifie pas que le matériau recherché est absent, mais parfois que le test n'a pas fonctionné correctement. Il est donc conseillé de croiser les informations obtenues avec d'autres techniques. Seuls les tests révélés positifs seront présentés ici. Les protocoles d'application des tests sont présents en annexes¹⁸⁸, nous présentons tout d'abord les protocoles ayant eu un résultat positif, suivi des négatifs.

Afin de confirmer ou d'affiner nos résultats, une spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier¹⁸⁹ a été effectuée sur les échantillons. Cette technique se base sur l'excitation des molécules d'un matériau par des ondes du domaine des infrarouges. En fonction de la quantité de « lumière » absorbée par un matériau, un spectre est émis, permettant de le caractériser.

¹⁸⁷ Cf. Annexes, Annexe 6, Tableau 1 et 2, pp.179-180.

¹⁸⁸ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 3-11, pp.181-189.

¹⁸⁹ Le nom de cette technique sera abrégé *IRTF* dans la suite du texte.

1.1. Caractérisation des couches superficielles

Vernis transparent (VT)



Schéma 6 : Vernis transparent, emplacement stratigraphique.

Au vu de la localisation de ce produit près de zones altérées, nous suspectons qu'il s'agisse d'un consolidant des couches superficielles. Plusieurs types de consolidants peuvent émettre le type de fluorescence bleu pâle observé :

- les adhésifs protéiniques
- les acétates/nitrates de cellulose ou encore
- les colles vinyliques¹⁹⁰.

Trois tests d'identification microchimiques ont alors été menés ;

- 1) Spot test d'identification de composés protéiniques¹⁹¹
- 2) Spot test d'identification du nitrate de cellulose¹⁹²
- 3) Spot test d'identification du polyvinyle alcool¹⁹³

Seul le test d'identification du polyvinyle alcool s'est révélé positif. L'échantillon testé a réagi en gonflant et en prenant une couleur rouge orange, confirmant la présence d'un adhésif vinylique.



Figure 75 : Vue au microscope digital du prélèvement VT1 avant spot-test.

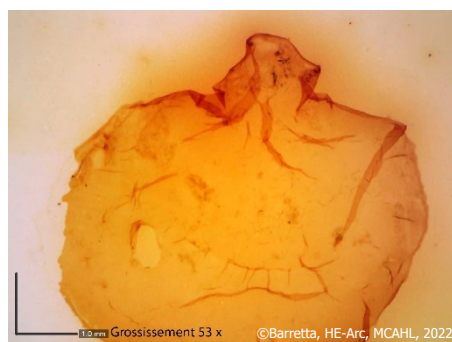


Figure 76 : Vue au microscope digital du prélèvement VT1 après spot-test.

Ce résultat a pu être confirmé par une analyse IRTF¹⁹⁴, le spectre obtenu pour ce prélèvement correspond au spectre de référence des adhésifs vinylique. Il s'agit bien d'un adhésif, sans doute utilisé pour consolider les couches superficielles du vase. Toutefois ce type de produit ayant été principalement utilisé à partir de la deuxième moitié du XX^e siècle, cela présuppose qu'il y ait eu une intervention récente sur le vase.

¹⁹⁰ Measday *et al*, 2017, p.4.

¹⁹¹ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 7, p.185.

¹⁹² Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 9, p.187.

¹⁹³ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 3, p.181.

¹⁹⁴ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 1, p.190.

Couche à fluorescence blanche (FB)



Schéma 7 : Fluorescence blanche, emplacement stratigraphique.

Nous avons les mêmes hypothèses pour cette couche que pour celle du vernis transparent, en raison de sa localisation nous suspicions la présence d'un adhésif ou d'un consolidant.

De nombreux adhésifs sont susceptibles d'émettre une fluorescence blanche, c'est le cas par exemple des colles protéiniques¹⁹⁵. Certains adhésifs synthétiques peuvent également avoir cette propriété, comme les résines époxydiques, ou encore les adhésifs vinyliques¹⁹⁶.

Les trois mêmes tests que pour le vernis transparent ont été effectués et les résultats obtenus sont identiques, soulignant la présence d'un composé vinylique.



Figure 77 : Vue au microscope digital du prélèvement FB1 avant spot-test.

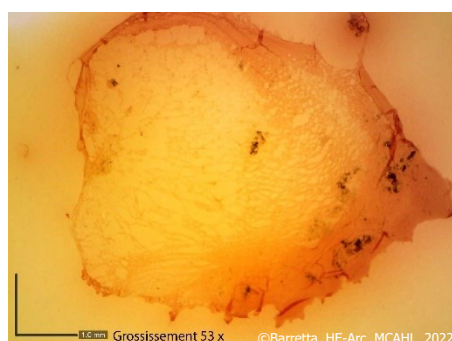


Figure 78 : Vue au microscope digital du prélèvement FB1 après spot-test.

L'analyse IRTF a donné un spectre identique au spectre de référence de composés vinyliques, prouvant la présence d'un tel adhésif¹⁹⁷.

La différence d'aspect et de fluorescence de ces couches peut résulter d'une composition et période d'application différente, amenant à un vieillissement différencié.

¹⁹⁵ Markevicius, 2003, p.62.

¹⁹⁶ Measday *et al*, 2017, p.4.

¹⁹⁷ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 1, p.190.

Faux sédiment beige (FS)



Schéma 8 : Faux sédiment beige, emplacement stratigraphique.

En ce qui concerne le faux sédiment beige, nous pensons qu'il a été appliqué à la surface de l'objet pour lui donner l'apparence d'un vase sortant de fouilles, recouvert de sédiments.

Nous suspectons la présence d'un pigment, les observations sous microscope ayant montré une substance trop fine et homogène, exempte de charge minérale, pour qu'il s'agisse d'un sédiment.

Toutefois en nous basant sur la littérature concernant les matériaux employés au XIX^e siècle, deux types de pigments reviennent très souvent. Tout d'abord les terres, couvrant un large panel de couleur, du jaune au brun. Et le jaune de Naples, pigment jaunâtre utilisé dans de nombreuses préparations.

Deux types d'identification microchimiques ont ainsi été menés.

- 1) Spot test d'identification d'oxydes de fer¹⁹⁸
- 2) Spot test d'identification de l'antimoniate de plomb/jaune de Naples¹⁹⁹

Dans les terres, le fer se présente sous la forme d'oxyde (Fe_3O_4) et peut être mis en évidence à l'aide de divers tests²⁰⁰. Le protocole d'identification employé ici se base sur la réaction entre l'oxyde de fer (potentiellement présent dans les échantillons) avec du thiocyanate de potassium (KSCN), sel qui combiné avec l'oxyde de fer formera un complexe thiocyanatofer (III) $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ caractérisé par sa couleur rouge²⁰¹.

Le jaune de Naples est principalement composé d'antimoniate de plomb ($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$). Le test d'identification se base sur la réaction de l'antimoniate de plomb avec de l'acide chlorhydrique. Un révélateur organique de couleur rose est ensuite utilisé (Rhodamine B), celui-ci passe au violet avec la présence de précipités si de l'antimoniate de plomb est présent, soulignant la présence du jaune de Naples²⁰².

Les deux tests se sont révélés positifs. L'identification des oxydes de fer a toutefois montré une faible coloration rouge, signe d'une faible quantité présente ou alors que ces oxydes proviennent d'une pollution de l'échantillon avec un autre composé.

¹⁹⁸ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 4, p.182.

¹⁹⁹ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 5, p.183.

²⁰⁰ Grisson, 1986, p.154.

²⁰¹ Matteini *et al*, 2016, p.83.

²⁰² Wainwright, Ian *et al*, 1986, p.238.



Figure 79 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 avant spot-test d'identification des oxydes de fer.

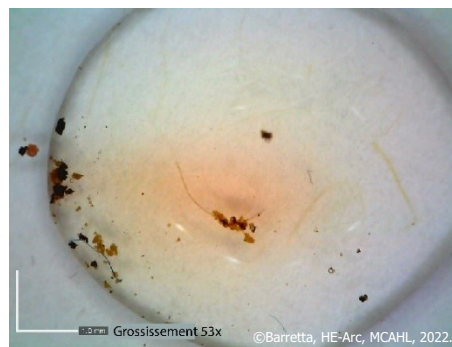


Figure 80 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 après spot-test d'identification des oxydes de fer.

Le test d'identification du jaune de Naples s'est en revanche révélé très clair, montrant la présence bien visible de précipités dans la solution d'HCL ayant réagi avec la Rhodamine B.



Figure 81 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 avant spot-test d'identification du jaune de Naples.

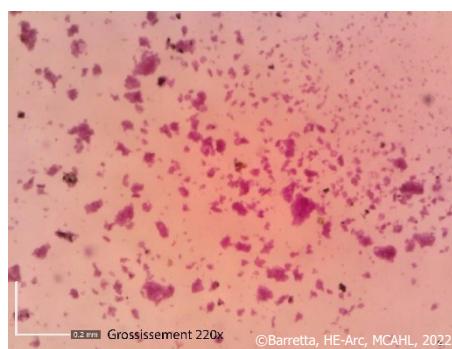


Figure 82 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 après spot-test d'identification du jaune de Naples.

La présence de jaunes de Naples a été confirmée par une analyse IRTF bien que le signal soit relativement faible. Ce qui peut s'expliquer par la présence d'autres composés dans l'échantillon, mis en évidence lors de l'analyse. On trouve ainsi la présence d'aluminosilicates, un composé minéral, ainsi que des traces de composants organiques et protéiniques²⁰³.

Cela laisse à penser qu'un liant a été utilisé pour l'application de ce pigment sur la surface du vase, tel qu'une huile siccative ou un liant protéinique, servant à appliquer le mélange sur l'objet. La présence de silicates peut être le signe d'une contamination du prélèvement ou alors que le pigment n'était pas pur.

Notons que ce type de pigment a été très utilisé en Italie entre 1750 et 1850 avant d'être progressivement remplacé par d'autres composés²⁰⁴.

²⁰³Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 2, p.191.

²⁰⁴ Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2019 [En ligne].

Couche à fluorescence verdâtre (FV)



Schéma 9 : Fluorescence verdâtre, emplacement stratigraphique.

En raison de l'aspect de cette couche en lumière UV et sa localisation bien délimitée, nous suspectons l'application d'un vernis. Plusieurs types de vernis sont susceptibles d'émettre une telle fluorescence verdâtre :

- Les résines végétales et plus particulièrement la résine dammar, le mastic et la sandaraque.
- Les huiles siccatives²⁰⁵.

Aucun spot test n'a été effectué ici, la couche étant invisible à l'œil nu et extrêmement fine. En revanche un prélèvement a été recueilli pour une analyse IRTF.

L'analyse a révélé que cette couche était composée principalement d'une huile siccative²⁰⁶. Soulignant l'hypothèse d'un vernis à base d'huile, ce qui expliquerait le caractère hydrophobique de cette couche lors du test de la goutte.

L'analyse a également montré la présence de calcite, provenant sans doute d'une contamination de l'échantillon. Il est probable que d'autres éléments composent ce vernis mais qu'ils soient difficilement lisibles à la IRTF, le signal pouvant être brouillé par le composé minéral ou en trop faible quantité pour être détecté correctement.

Couche noire (CN)

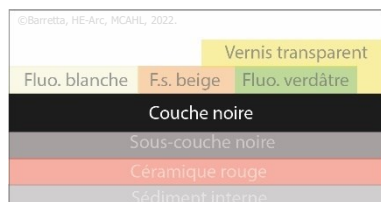


Schéma 10 : Couche noire, emplacement stratigraphique.

En nous fondant sur nos observations et sur la littérature concernant les restaurations du XIX^e siècle, nous suspectons que cette couche soit composée de :

- Charges minérales, de type craie de champagne ou poudre de marbre
- Pigments noirs de type oxyde de fer ou noir d'os, nous pensons que les grains rouges et jaune observés soient également des pigments, servant à ajuster la teinte de la couche.
- Liant d'origine végétale, tel que de l'huile siccative ou des gommes et résines végétales, ou alors d'un liant protéinique tel que de la colle de peau ou d'os.
- Blanc de plomb, très utilisé dans les matériaux des couches picturales, servant non seulement de pigment opacifiant, mais également utilisé comme siccatif, accélérant la polymérisation des huiles siccatives.

²⁰⁵ Markevicius, 2003, p.62.

²⁰⁶ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 3, p.191.

Plusieurs échantillons ont été prélevés en raison des différences d'aspects (brillance, épaisseur) de la couche noire en fonction des registres. Les analyses microchimiques suivantes ont été menées :

- 1) Spot test d'identification de la présence de carbonate de plomb²⁰⁷
- 2) Spot test d'identification de la présence d'oxydes de fer²⁰⁸
- 3) Spot test d'identification de la présence de colophane²⁰⁹
- 4) Spot test d'identification de la présence d'huile siccative²¹⁰
- 5) Spot test d'identification de la présence de composés protéiniques²¹¹

Parmi ces tests, celui d'identification du carbonate de plomb s'est révélé négatif. Mais son résultat nous a indiqué qu'il pouvait y avoir des oxydes de fer. Ce test se base sur le principe suivant :

Le plomb ou ses composés potentiellement présents dans l'échantillon à tester sont mis à réagir avec de l'acide nitrique (HNO_3), permettant d'obtenir du nitrate de plomb. Ce nitrate est dilué avec une goutte d'eau et un cristal d'iodure de potassium (KI) est déposé, formant un précipité d'iodure de plomb PbI_2 de couleur jaune²¹². Le test que nous avons mené nous a donné une teinte jaunâtre tirant vers le brun rouge. Ce résultat doit être considéré comme négatif pour la présence de carbonate de plomb. En revanche cela indique la présence d'autres composés tels que les oxydes de fer²¹³.

Pour les autres tests effectués, seuls ceux d'identification des huiles siccatives et d'identification d'oxydes de fer se sont révélés positifs.

Le test d'identification des oxydes de fer s'est révélé positif pour les cinq échantillons. La coloration rouge prise lors du test est toutefois ténue, indiquant une faible proportion d'oxydes de fer. Il est également intéressant de constater qu'un faible dégagement gazeux se manifeste lorsque l'échantillon est placé en contact avec HCl pouvant signifier la présence de carbonates²¹⁴ composant de différentes charges minérales qui réagiraient avec l'acide.

²⁰⁷ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 10, p.188.

²⁰⁸ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 4, p.182.

²⁰⁹ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 11, p.189.

²¹⁰ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 6, p.184.

²¹¹ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 8, p.186.

²¹² Gettens *et al.*, 1993a, p.72.

²¹³ Odegaard *et al.*, 2005, p.69.

²¹⁴ Gettens *et al.*, 1993b, p.214.



Figure 83 : Vue au microscope digital du prélèvement CN2 avant spot-test d'identification des oxydes de fer.



Figure 84: Vue au microscope digital du prélèvement CN2 après spot-test d'identification des oxydes de fer.

Le deuxième test positif sur les prélèvements de la couche noire est celui de l'identification de la présence d'huile siccative.

Les huiles siccatives sont des composés qui ont la propriété de passer d'un état liquide à un état solide via un processus d'oxydation entraînant la polymérisation du matériau. Ces huiles sont des triglycérides, principalement composés d'acides gras, parmi lesquels les acides oléiques, linoléiques et linoléniques²¹⁵. L'identification de la présence d'une huile siccative peut se faire en mettant le matériau à tester en contact avec une base forte. Il en résultera une hydrolyse des triglycérides et donc une rupture des ponts entre la glycérine et les acides gras, donnant lieu à une réaction de saponification²¹⁶.

Le résultat du test est considéré comme positif si la couche prélevée se désagrège, libérant son pigment dans la solution²¹⁷. Il faut noter que si un adhésif est présent, le fragment pourra gonfler mais ne se désagrégera pas forcément complètement. Tous les éléments testés se sont en partie désagregés, confirmant la présence d'une huile siccative dans la couche noire.



Figure 85 : Vue au microscope digital du prélèvement CN1 avant spot-test d'identification de l'huile siccative.

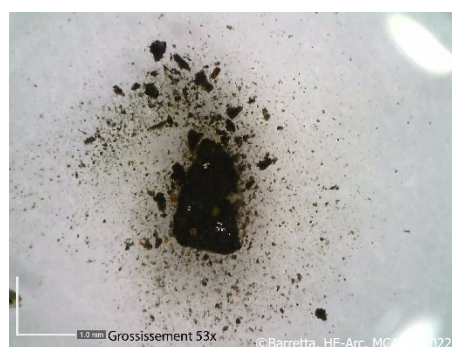


Figure 86 : Vue au microscope digital du prélèvement CN1 après spot-test d'identification de l'huile siccative.

²¹⁵ Morin, 2015, p.2.

²¹⁶ Joseph, 2021, p.4, *non publié*.

²¹⁷ Joseph, 2021, p.4, *non publié*.

L'analyse IRTF des prélèvements a révélé un spectre identique, révélant que la couche noire était constituée des mêmes matériaux sur l'ensemble de l'objet, que ce soit là où elle était appliquée en couche très fine (col et registre inférieur) ou en couche plus épaisse (registre supérieur, central et le pied). L'analyse a confirmé la présence d'une huile siccative ainsi que de charges minérales (silicate et calcite)²¹⁸.

Elle n'a en revanche pas révélé la présence d'autre liant, qu'il soit végétal ou animal. Mais ceci peut être expliqué par la présence d'éléments minéraux, brouillant le signal.

Il est en effet surprenant qu'il n'y ait pas d'autre liant que l'huile siccative au vu de l'épaisseur de la couche (jusqu'à 3 mm). Si elle était composée uniquement de pigments, de charges et d'huile siccative, sans adjonction de siccatif ou d'un autre liant mettrait des mois voire des années à durcir²¹⁹.

Nous suspectons donc qu'un liant végétal (au vu du spot test négatif pour les composés protéiniques) de type gomme arabique soit présent mais que le signal soit trop faible pour être détecté. La nature des pigments n'a pas non plus été révélée, mais l'analyse IRTF de la sous-couche (voir point suivant) a montré la présence de noir d'os. Il est probable que ce pigment soit également celui de la couche noire.

Sous-couche noire (SCN)

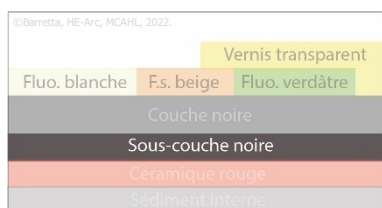


Schéma 11 : Sous-couche noire, emplacement stratigraphique.

La sous-couche noire est présente sur le registre supérieur, central et sur le pied, là où l'on retrouve des décors d'appliques. Il pourrait s'agir d'une couche d'apprêt, appliquée directement sur la céramique rouge, servant à homogénéiser le fond et à boucher les pores de la céramique. Ceci aurait permis une meilleure adhérence des décors d'appliques.

Soluble à l'eau mais non aux solvants organiques, la couche pourrait être constituée de colle protéinique, additionnée de charges minérales. Sa couleur noire viendrait de l'ajout de pigment noir, comme l'oxyde de fer ou le noir d'os. Les tests d'identifications microchimiques suivants ont été appliqués sur les prélèvements :

- 1) Spot test d'identification de la présence de composés protéiniques²²⁰
- 2) Spot test d'identification de la présence d'oxydes de fer²²¹
- 3) Spot test d'identification de la présence d'huile siccative²²²
- 4) Spot test d'identification de la colophane²²³

²¹⁸Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 4, p.192.

²¹⁹ Masschelein-Kleiner, 1995, p.16.

²²⁰ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 8, p.186.

²²¹ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 4, p.182.

²²² Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 6, p.184.

²²³ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 11, p.189.

Les trois premiers tests se sont révélés positifs.

Le test d'identification de composés protéiniques se base sur une solution de solution de sulfate de cuivre (II) (CuSO_4), qui en présence de protéine prendra une teinte violette. Les prélèvements testés ont montré un résultat positif, la solution se teintant de violet.

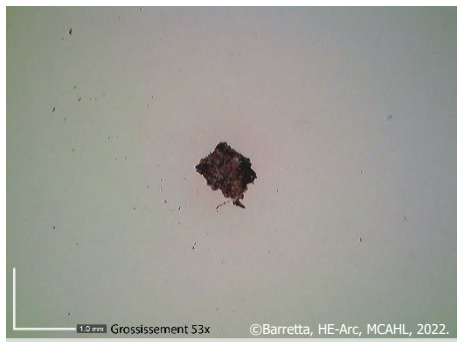


Figure 87 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.

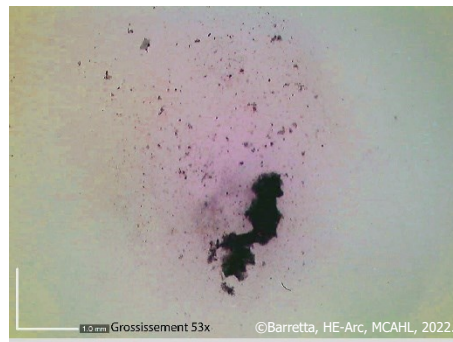


Figure 88 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 après spot-test d'identification de composés protéiniques.

La sous-couche noire contient également des oxydes de fer, révélés par la teinte rouge obtenue lors du test d'identification, nous supposons qu'ils proviennent d'un pigment noir utilisé pour teinter cette couche.



Figure 89 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN2 avant spot-test d'identification d'oxydes de fer.

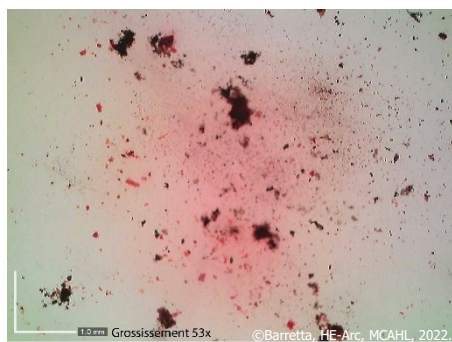


Figure 90: Vue au microscope digital du prélèvement SCN2 après spot-test d'identification d'oxydes de fer.

Enfin, la présence d'huile siccative a également été révélée par le test d'identification, le prélèvement gonflant et se dissolvant partiellement.



Figure 91 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 avant spot-test d'identification d'huile siccative.

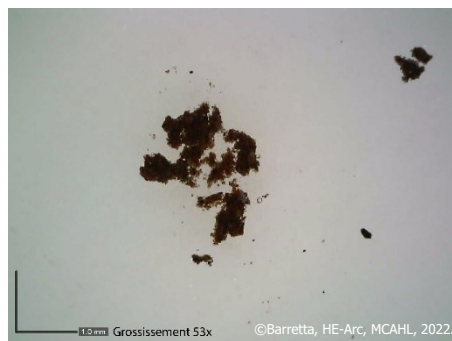


Figure 92 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 après spot-test d'identification d'huile siccative.

L'analyse IRTF est venue confirmer nos hypothèses, montrant la présence d'un adhésif protéinique ainsi que d'huile siccative²²⁴. Selon cette analyse on pourrait également supposer la présence de noir d'os utilisé comme pigment. De la calcite et des aluminosilicates ont également été mis en évidence, utilisés sans doute comme texturant de la sous-couche.

Sédiment interne (SI)



Schéma 12 : Sédiment interne, emplacement stratigraphique.

Au vu de la localisation de ce sédiment à l'intérieur de l'amphore, nous pensons qu'il s'agit d'un moyen de masquer la céramique rouge qui constitue la panse du vase ainsi que les diverses zones de jonctions, tout en lui donnant l'apparence d'un objet qui sortirait de fouilles. De par son peu d'adhésion à la surface sur laquelle il est appliqué, de même que sa pulvérulence et sa solubilité à l'eau, nous avons supposé qu'il s'agit de sédiments appliqués humides sur la surface interne et laissée à sécher. Il est très différent du faux sédiment beige présent à l'extérieur, le sédiment interne présente une charge minérale importante alors que le sédiment beige présente une texture fine sans charge minérale visible.

Ces hypothèses ont été confirmées par l'analyse IRTF, n'ayant mis en évidence que la présence d'aluminosilicates, aucun liant n'a été détecté par l'analyse²²⁵.

²²⁴ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 5, p.192.

²²⁵ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 6, p.193.

1.2. Caractérisation des couches inférieures

Décors d'appliques (DA)



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

*Figure 93 : Emplacement
des décors d'appliques.*

L'observation en lumière visible montre un matériau ressemblant à de la terre cuite. Toutefois les tests de solubilité ont montré qu'ils étaient solubles dans l'eau, excluant l'hypothèse d'une terre cuite. Nous avons également supposé qu'il pourrait s'agir d'une terre crue. Les décors d'applique semblent avoir été moulés avec des matériaux de couleur rouge brique, à beige. L'observation microscopique a montré que ces deux matériaux étaient visuellement semblables, constitués d'une charge minérale agglomérée. Les différences de teintes peuvent provenir d'un potentiel pigment.

Nous avons donc émis l'hypothèse que ces décors ont été fabriqués à partir d'une charge siliceuse (sable) amalgamée à l'aide d'un liant protéinique selon la forme voulue, pratique documentée pour la création de décors ou fragments manquants²²⁶.

Les tests d'identifications microchimiques suivants ont été appliqués sur les prélèvements :

- 1) Spot test d'identification de la présence de composés protéiniques²²⁷ pour l'échantillon beige.
- 2) Spot test d'identification de la présence de composés protéiniques *bis*²²⁸ pour l'échantillon rouge.

L'échantillon beige a été testé selon le protocole impliquant du noir Amide, colorant capable de mettre en évidence des protéines en teintant en bleu noir le matériau concerné²²⁹. Le test appliqué sur l'échantillon de pâte rouge est celui déjà cité, mettant en œuvre du sulfate de cuivre, donnant une teinte violette à la solution si des protéines sont présentes.

Tous deux se sont révélés positifs, avec un résultat plus marqué pour les échantillons beiges. L'échantillon rouge n'a montré qu'un résultat très léger et difficilement perceptible, même à l'œil nu. Mais ces tests soulignent qu'un liant de type colle de peau a probablement été utilisé pour la fabrication de ces deux décors.

²²⁶ Bertini, 1998, p.157.

²²⁷Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 7, p.185.

²²⁸ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 8, p.186.

²²⁹ Mathe et Vieillescazes, 2002, p.11.



Figure 94 : Vue au microscope digital du prélèvement DA3 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.

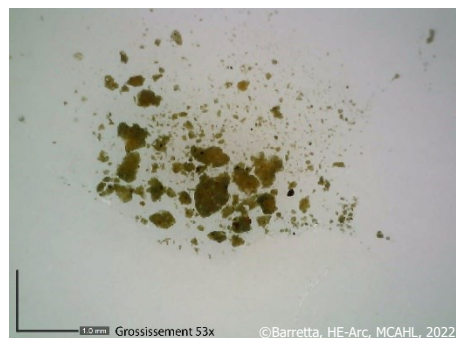


Figure 95: Vue au microscope digital du prélèvement DA3 avant spot-test d'identification de composés protéiniques

L'analyse IRTF de ces prélèvements a montré des spectres quasiment identiques²³⁰, soulignant que ces deux matériaux sont d'une composition très semblable. Ces échantillons semblent être principalement constitués d'aluminosilicates. Les charges minérales brouillant les autres signaux, les composés protéiniques sont très peu visibles dans ces spectres. D'autres composés tels que des pigments ne sont pas visibles. Bien que le signal soit faible, ces analyses viennent confirmer nos hypothèses d'un matériau siliceux, mis en œuvre par moulage et possédant un liant à base protéinique. Il est probable que la différence de couleur entre les différents décors provienne simplement de l'utilisation de pigment pour la mise en teinte de la masse employée.

Décors modelés (DM)



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 96 : Emplacement des décors modelés.

Les cordons ainsi que les godrons du registre supérieur et l'adhésif ayant été utilisé pour relier les fragments céramiques du pied à la terre cuite rouge semblent tous être constitués du même matériau. L'observation microscopique a montré l'utilisation d'une charge minérale.

Nous suspectons qu'il s'agisse du mélange décrit par les restaurateurs du Musée de Chiusi dans la deuxième moitié du XIX^e et cité comme *stucco per bucchero*²³¹, constitué de charge minérale, d'huile de lin et de colle animale. Les tests d'identifications microchimiques suivants ont été appliqués sur les prélèvements :

- 1) Spot test d'identification de la présence de composés protéiniques²³².
- 2) Spot test d'identification de la présence d'huile siccative²³³.

²³⁰Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 7-8, p.193-194.

²³¹ Paolucci, 2005, p. 29.

²³² Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 8, p.186.

²³³ Cf. Annexes, Annexe 6, Protocole 6, p.184.

Les deux tests se sont révélés positifs, confirmant la présence d'huile siccative et d'un liant protéinique.



Figure 97 : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 avant spot-test d'identification d'huile siccative.



Figure 98 : : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 après spot-test d'identification d'huile siccative.



Figure 99 : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.

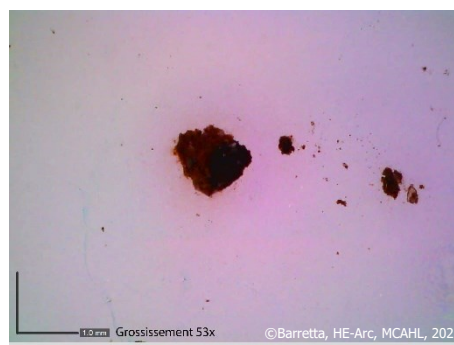


Figure 100 Vue au microscope digital du prélèvement DM2 après spot-test d'identification de composés protéiniques.

Nos hypothèses ont été validées par une analyse IRTF, donnant un spectre montrant des traces d'adhésifs protéiniques ainsi que des charges à base de silicates et de calcite²³⁴. Ces analyses montrent que le *stucco per bucheri*, mis au point au XIX^e siècle, était donc une recette employée par divers artisans et restaurateurs, sans doute adaptée au cas par cas.

²³⁴ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 9, p.194.

Mortier de jonction (MJ)



Figure 101 : Emplacement du mortier de jonction.

Ce matériau se retrouve à la jonction entre le col et la panse ainsi que sur la partie supérieure des motifs d'animaux des 4 anses, assurant la jonction entre deux parties en céramiques.

Du fait de son emplacement, nous estimons que ce matériau sert à assembler les éléments en céramique. D'une couleur grise, il est très dur et insoluble dans les solvants ainsi que dans l'eau.

Il présente une charge minérale importante, le rendant granuleux au toucher. En observation microscopique, nous ne voyons qu'un agrégat de grain blanc, possiblement du quartz (QZ), d'une dimension d'environ 0,3 mm. On y voit également des grains beaucoup plus nombreux, d'une taille d'environ 0,01 mm (voir figure 102).

Au vu de l'aspect et de la texture de ce matériau, ainsi que de l'utilisation qui en a été faite, nous suspectons qu'il s'agisse d'un mortier (d'où le nom de cette couche). Nous nous serions donc attendus à trouver des composés du calcium entrant dans la composition de la chaux.



Figure 102 : Vue au microscope optique du mortier de scellement.

L'analyse IRTF n'a pu mettre en évidence de manière certaine que des silicates²³⁵. On trouve également des traces d'un liant protéinique. Cela pourrait indiquer que ce matériau est composé de charges minérales, aggloméré avec un liant protéinique. Il se pourrait que ce liant ait suffisamment réticulé en vieillissant pour ne se montrer que partiellement soluble dans l'eau.

²³⁵ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 10, p.195.

Céramique rouge



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 103 : Emplacement de la céramique rouge.

La couleur rouge brique de la pâte nous indique qu'il s'agit sûrement d'une pâte argileuse peu calcaire, chargée en oxyde de fer²³⁶. La pâte peut être classifiée dans les textures moyennes²³⁷, sa surface étant lisse au toucher et les grains peu nombreux.

On note ponctuellement la présence de grains anguleux, incolores et translucides, possiblement du quartz (QZ), d'une taille comprise entre 0,1 et 0,05 mm²³⁸. En observant la surface, on remarque également des grains brun-noir qui font penser à des nodules de fer (voir figure ci-dessous).

On remarque également la présence de pores dans la pâte, nombreux et d'une taille d'environ 0,1 mm, lui conférant une porosité importante. Le fait qu'aucune ligne de cassure n'ait été détectée sur l'ensemble de cette céramique rouge nous donne à penser qu'il ne peut s'agir d'une céramique archéologique mais plutôt d'une confection datable du XIX^e siècle.

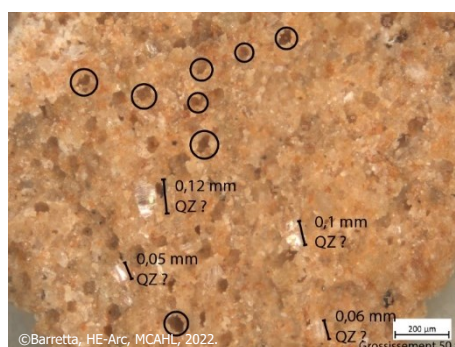


Figure 104 : Observation au microscope optique de la pâte céramique rouge. Les cercles indiquent les pores.

²³⁶ D'Anna *et al.*, 2011, p.41.

²³⁷ D'Anna *et al.*, 2011, p.61.

²³⁸ Druc, 2015, p.24.

Céramique blanche



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 105 : Emplacement de la céramique blanche.

indiquant une porosité très fermée de la pâte. La nature de cette céramique, différente de la panse en céramique rouge, ainsi que sa texture légèrement pulvérulente nous amène à supposer qu'il pourrait s'agir de fragments provenant d'un objet archéologique. Les anses présentant également une ligne de fracture avec le haut du col, nous pensons qu'il s'agirait de fragments brisés trouvés sur un site de fouille. Notons que certaines céramiques corinthiennes présentaient une couleur relativement semblable. La typologie précise d'un col semblable n'a pas pu être trouvée, mais ceux des céramiques corinthiennes pourraient également s'en rapprocher²⁴².

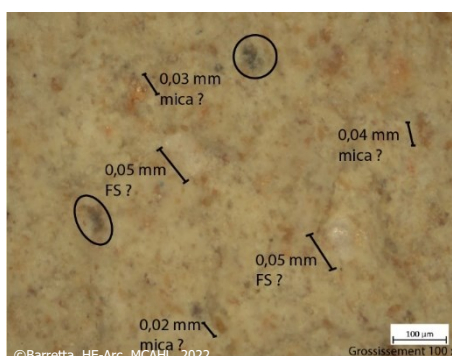


Figure 106 : Vue au microscope optique de la céramique blanche. Les cercles mettent en évidence les inclusions noires.

²³⁹ Le nom de cette analyse sera abrégé *FRX*.

²⁴⁰ Druc, 2015, p.28.

²⁴¹ Druc, 2015, p.32.

²⁴² Cf. Partie IV, Point 2, p.85.

Céramiques noires



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 107 : Emplacement de la céramique noire.

Deux types de céramiques noires ont été observées sur le vase 3272. La première compose la base du pied et la seconde les motifs animaux plaqués sur les anses ainsi que 2 des 4 protomés supérieurs.

La céramique composant la base du pied est de couleur gris foncé, signifiant sûrement une haute teneur en fer ainsi qu'un mode de cuisson et post-cuisson en atmosphère réductrice, possiblement avec l'implication d'une fumigation permettant de colorer la pâte. Elle a une texture granuleuse au toucher et l'on observe même à l'œil de nombreux grains et inclusions.

Parmi ces inclusions nous trouvons possiblement des grains de quartz (QZ) d'une taille atteignant le ½ mm.

Beaucoup plus nombreux et de plus petite taille, on observe la présence de grains blancs, dont la forme plus arrondie fait penser à des feldspaths ou du mica.²⁴³ Enfin, quelques grains brun rouge font penser à des nodules de fer. (Voir Figure 108)

Les pores de cette pâte sont larges, induisant une porosité ouverte.

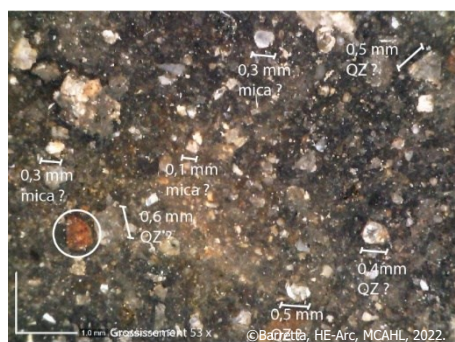


Figure 108 : Vue au microscope digital de la céramique noire de la base du pied.

Le second type de céramique noire recensé et formant les décors des anses et les protomés est beaucoup plus fine. Elle présente une surface noire et brillante, lisse au toucher. Le protomé de l'anse A, désolidarisé du reste de l'objet nous a permis de constater que la pâte était également noire à cœur. Beaucoup plus fine on observe également des possibles grains de quartz (QZ), mais de taille plus réduite, ne dépassant pas les 0,2 mm. Enfin, on remarque des grains dont la forme plus arrondie fait penser à du mica. De taille réduite, ces grains ne dépassent pas les 0,08 mm. Les pores de cette

²⁴³ Druc, 2015, p.32.

céramique sont nombreux, mais de petite taille. (Voir figure ci-dessous) Un pointage FRX sur ce fragment nous a permis de détecter que moins de 1% de calcium était présent dans la pâte, excluant cette céramique du groupe des céramiques calcaire²⁴⁴.

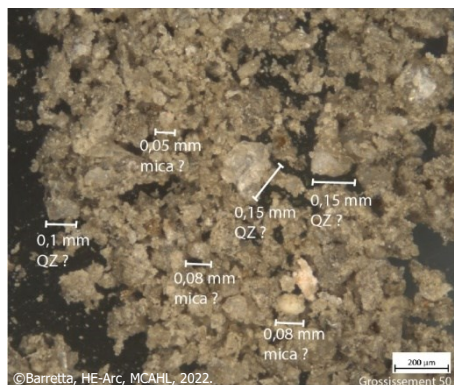


Figure 109 : Vue en microscope optique de d'un prélèvement céramique noire du protomé brisé.

La surface du relief appliqué sur l'anse A, également en céramique noire est extrêmement lisse et d'un noir intense. L'observation au microscope digital nous a permis de constater les mêmes propriétés que celles observées sur le protomé désolidarisé.

D'après les propriétés observées sur ces différents fragments de céramiques, nous supposons qu'ils sont d'origine antique et qu'ils correspondent à des éléments de céramiques étrusques. En ce qui concerne les fragments assemblés de la base du pied, nous estimons qu'il pourrait s'agir de céramique *d'impasto* comme en témoignent sa texture granuleuse et ses dégraissants nombreux et de grande taille. La surface lisse, brillante et les dégraissants fins rencontrés dans les éléments des anses et du protomé désolidarisé nous indiquent qu'il s'agit de *bucchero*.

Enfin, ce qui appuierait notre hypothèse est que ce sont les seuls éléments du vase en céramique noire, ce qui signifierait que ces éléments ont été trouvés sur un site archéologique et été intégrés à l'objet. La teneur en calcium relevé par la FRX pourrait signifier une production issue de couches sédimentaires volcaniques, plus souvent rencontrées dans le sud de l'Etrurie²⁴⁵.

²⁴⁴ D'Anna, 2011, p.60.

²⁴⁵ Gran-Aymerich, 2017, p.38.

2. Hypothèse des étapes de fabrication employées pour la création de l'amphore

Les investigations menées sur le vase 3272 nous ont permis d'établir des hypothèses quant aux différentes étapes de fabrication.

La panse et le pied ont été façonnés par tournage dans une terre cuite rouge, comme en attestent les traces mises en évidence par la tomographie. Le pied a sûrement été tourné à part avant d'être assemblé au reste de la panse avant cuisson, la ligne de jonction entre ces deux éléments ne montrant pas de trace d'adhésif. Cette matrice en céramique rouge ne présentant aucune fracture visible, il nous paraît plausible qu'elle ait été fabriquée entièrement au XIX^e siècle et ne provienne pas d'un site archéologique. Cependant nous suspectons que certaines parties de l'objet auraient une origine archéologique.

C'est le cas pour les anses et le col, constitués du même type de céramique beige. Nous pensons que les 4 anses ainsi que le col proviennent potentiellement d'un objet archéologique.

Il nous paraît en effet peu plausible qu'un artisan potier ait travaillé avec différents types de terres (rouge et blanche) pour les cuire séparément et de les assembler après cuisson avant de masquer l'ensemble sous une couche noire. En revanche il nous paraît réaliste qu'un haut de vase ainsi que des anses aient été découverts sur un site archéologique et assemblés pour former un nouvel objet. Toutefois malgré nos recherches, aucun col correspondant à la typologie du vase n'a été trouvé, bien que les cols et lèvres de certains vases corinthiens présentent une certaine similitude avec celui du vase 3272, de même qu'une pâte de couleur beige relativement semblable (voir figure ci-contre).



Figure 110 : Amphore corinthienne n° CP82. Vers-550. 34,8 cm x 22,6 cm.



Figure 111 : Vue au microscope digitale de traces d'outils relevés sur les fragments céramique de la base du pied.

Nous avons également jugé que les 8 tessons constituant la base du pied aient également une provenance archéologique. Des traces de limes sont visibles sur le côté intérieur de ces fragments, ce qui laisse penser que ces tessons ont été retailés avant d'être appliqués sur l'objet. Le fait 8 fragments aient été retravaillés et assemblés suggère qu'ils proviennent potentiellement d'un site archéologique. Le placement de ces fragments sous le pied a servi à masquer la terre cuite rouge au-dessus, de telle manière qu'en inspectant l'objet du dessous on trouve une céramique noire. Ces traces d'outils sont les seules que nous avons découvertes sur des parties céramiques, mais il est probable que d'autres soient masqués sous les couches superficielles. Enfin, les derniers fragments de l'objet que nous pensons archéologiques sont les protomés supérieurs ainsi que les reliefs d'animaux appliqués sur les anses.

Ce sont les seules parties, avec la base du pied, à être constituées en céramique noire et brillante, ressemblant aux descriptions que nous avons faites du *bucchero*. De plus il semble que les artisans du XIX^e siècle ne savaient pas forcément reproduire la céramique noire, les contraignant à d'autres stratagèmes²⁴⁶.

De plus, l'observation des anses par la tomographie a montré que les 4 motifs animaliers semblaient fracturés dans leur partie supérieure, tous au même endroit. Cela laisse penser que ces parties en céramique ont été volontairement fractionnées à cet endroit, permettant de faire épouser la courbe de l'anse aux motifs et ainsi de les adapter à la morphologie des anses.

Le col et la panse ont été assemblés à l'aide d'un matériau ressemblant à un mortier de scellement. Là où nous pensions trouver la jonction entre les deux éléments, nous avons trouvé ce matériau. Ce qui signifierait que ces deux éléments ont été assemblés à l'aide de ce matériau de même que les tenons de l'épaulement.



Figure 112 : Emplacement du protomé de l'anse A. En rouge, un joint de pâte céramique semblable à celle de la panse.

La base de l'anse semble être assemblée à la panse à l'aide d'un mélange de colle protéinique. L'assemblage utilisé pour joindre les anses au col semble de nature différente. En observant la zone de jonction entre les deux éléments, à l'endroit de la cassure laissée par le protomé de l'anse A, on remarque un joint de céramique rouge ayant les mêmes caractéristiques que la céramique constituant la panse (voir figure 112).

Nous pourrions supposer que les anses aient été jointes au col à l'aide de cette même céramique rouge avant cuisson. Bien qu'il soit rare qu'une terre cuite et une terre crue soient cuites ensemble, ce type de pratique pouvant engendrer des tensions et des cassures lors de la cuisson, ce qui pourrait expliquer les fractures visibles en tomographie dans les zones de jonction entre le col et les anses. Toutefois cette hypothèse reste peu probable et la raison de cette terre cuite rouge à cet endroit reste inexpliquée.

Nous estimons qu'ensuite les fragments de céramique noire constituant la base du pied de même que les reliefs en céramiques noires des anses ont été collés sur leur emplacement à l'aide de colle de peau, mêlée d'une charge minérale, semblable à la sous couche noire décelée sur le registre supérieur, central et sur le pied.



Figure 113 : Pâte brune constituant le décors modelé du cordon inférieur du registre central.

²⁴⁶ Thierrin-Michael, 2022 [Entretien], 11 mai 2022.

A la suite des assemblages des parties donnant sa structure à l'objet, nous pensons que les cordons servant à délimiter les registres du vase ont été modelés dans un mélange de charges minérales, de colle protéinique et de pigments avant d'être appliqués à la main sur le vase, n'étant pas très réguliers. (Voir figure 113)

Les registres ainsi délimités, le registre supérieur, central et le pied ont dû être enduits de la sous-couche noire à base protéinique, servant d'apprêt et préparant la surface à accueillir les décors d'appliques.

Ceux-ci ont été préalablement moulés avec du sable et un liant protéinique avant d'être appliqués sur la surface, collés grâce à cette sous-couche noire.

Avant l'application de la couche noire, nous pensons que l'intérieur de la panse a été enduit du sédiment qui la recouvre, servant sans doute à masquer les différents types de céramiques employés ainsi que les zones d'assemblages

Ensuite de quoi la couche noire a été appliquée, en couche fine sur le col, les anses et le registre inférieur et en couche plus épaisse sur le registre supérieur et central. Cette couche a également servi à la finition des décors modelés, comme en atteste le godron dégagé, présentant une forme approximative sous la couche noire. Cette couche a sans doute dû être appliquée au pinceau, un unique poil a été retrouvé lors du dégagement. Ressemblant à une soie de porc, il pourrait s'agir d'un poil de pinceau.



Figure 114 : Vue au microscope optique d'un poil pris dans la couche noire.

L'avant-dernière étape pour la création de ce vase a sans doute été l'incision des décors dans la couche noire. Ceux-ci ont été réalisés après le séchage de la couche, en observation au microscope digitale, on observe des incisions nettes. Si elles avaient été effectuées sur une surface encore humide, cela aurait laissé des bourrelets le long des incisions. Enfin le faux sédiment beige, à base de jaune de Naples, lié à un adhésif protéinique a été appliqué sur la surface de l'objet afin de remplir les creux et incisions, donnant à l'objet l'aspect d'un vase archéologique qui serait encore recouvert de sédiments issus de son enfouissement.



Figure 115 : Vue au microscope digital des décors incisés.

En dernier lieu, nous supposons que le vernis à fluorescence verdâtre a été appliqué sur le registre central. Nous n'arrivons en revanche pas à expliquer pourquoi il est visible uniquement sur ce registre et non sur l'ensemble de l'objet.

En ce qui concerne les consolidants vinyliques recensés, nous estimons qu'il s'agit d'une phase d'intervention plus récente, ayant eu lieu au XX^e siècle dans le but de consolider des zones altérées.

3. Comparaison du vase 3272 avec un lot de la collection des Vergers

Nous avons souhaité pouvoir comparer l'objet 3272 avec d'autres de la même collection, permettant de constater si des matériaux semblables étaient présents ou si d'autres objets présentaient les mêmes caractéristiques et pouvoir constater si l'amphore était représentative du reste de la collection.

Nous avons eu accès à un lot de six objets inventoriés comme étant de *bucchero* et acquis lors de la même vente aux enchères en 1867²⁴⁷. Nos moyens de comparaisons avec ces objets sont toutefois limités, nous avons reçu pour indication de l'institution de n'intervenir d'aucune manière sur ces artefacts et que seule une observation visuelle était autorisée. En se fondant uniquement sur l'observation en lumière visible et ultraviolette, nous avons pu en tirer certaines conclusions et points de comparaisons avec le vase 3272. Notons toutefois que des analyses IRTF avaient déjà été effectuées au sein de la Haute Ecole Arc sur deux objets de cette collection ; la kylix 3292 et le calice 3283, permettant d'avoir un point de comparaison supplémentaire.

Tous ces objets présentent des traces de restaurations anciennes et débordantes. Aucun de ces objets ne présente de lacune et il semble qu'ils aient tous reçu un repeint noir, plus ou moins épais. Ces repeints semblent plus localisés, suivant la morphologie d'éventuelles lignes de cassures ou concentré dans une zone, masquant un possible comblement. Il est toutefois difficile de dire précisément si ces repeints sont plus marqués dans ces zones où s'ils recouvrent l'ensemble de l'objet.

L'observation en lumière UV vient mettre en évidence le caractère débordant des anciennes restaurations²⁴⁸. L'un des éléments le plus visible est que la lumière permet de voir distinctement ce que nous supposons être des lignes de cassures, masquées par des repeints et très visible en lumière UV (voir figure 117). Ce qui donne à penser que les objets sont constitués d'assemblage de tessons. En revanche les surfaces n'émettent pas la couleur violet sombre, caractéristique de la céramique, ce qui semble indiquer que les repeints sont étendus à l'ensemble des surfaces. Notons que ces repeints et adhésifs émettent des fluorescences différentes en lumière UV, allant du blanc brillant au jaune-orange, ce qui signifie qu'ils sont composés de matériaux hétérogènes, pouvant éventuellement être



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.
Figure 116 : Calice 3286 provenant de la collection des Vergers.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.
Figure 117 : Calice 3286 en observation UV. Les lignes blanches représentent des lignes de cassures. Longueur d'onde UV 365nm.

²⁴⁷Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 218-223, pp.149-150.

²⁴⁸Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 224-229, pp.150-151.

associés à diverses phases d'interventions ou à différents restaurateurs. Deux prélèvements du repeint provenant du calice 3283 et de la kylix 3292 avaient été faits avant de commencer ce travail. Les résultats obtenus sont relativement semblables à ceux obtenus pour la couche noire de l'amphore 3272, mais on y a trouvé également de la cire d'abeille²⁴⁹.

Les adhésifs utilisés pour les tessons de ces deux objets avaient également été analysés. Les analyses ont montré la présence de polysaccharides dans le cas du calice²⁵⁰ et la présence de gomme-laque ou de résine dammar dans le cas de la kylix²⁵¹. Ce qui diffère des adhésifs relevés sur 3272, comprenant une base protéinique.

La différence la plus notable entre ce lot d'objet et le vase 3272 est que les objets du lot semblent ainsi constitués de plusieurs tessons, comme en témoignent les lignes de cassures visibles. Les surfaces de ces céramiques diffèrent de celle du vase 3272, elles sont moins homogènes et d'un noir moins intense, dans les tons gris. Ce qui laisse penser qu'une part plus importante de tessons antiques compose les objets du lot, au contraire du vase 3272 où seuls quelques fragments sont présents. Au niveau des matériaux observés sur le lot d'objet, il est très difficile de tirer des hypothèses quant à leur composition uniquement par l'observation. Une investigation matérielle plus poussée serait nécessaire.

Enfin, une grande différence par rapport au vase 3272 est que ces objets semblent appartenir à des typologies plus réalistes et moins



Figure 118 Calice 3282 en observation UV. Les lignes blanches représentent des lignes de cassures. Longueur d'onde UV 365nm.

fantaisistes que le vase 3272. Toutefois même si ces typologies semblent plus proches de celles connues, cela n'implique pas que tous ces objets soient nécessairement des assemblages cohérents, il peut tout à fait s'agir d'assemblage de différents objets. Si l'on reprend les définitions du pastiche²⁵², il semblerait que ce lot d'objet corresponde à cette catégorie : « ...qui consiste à recomposer un objet à partir de fragments antiques provenant de différents individus... »²⁵³. Bien qu'en l'état il ne soit pas possible d'affirmer que ces objets soient assemblés d'objets différents. En conclusion, cette brève observation d'un lot d'objet de la collection des Vergers a permis d'établir que le vase 3272 se distingue du reste de la collection et ne semble pas en être représentatif. Cela peut s'expliquer par le fait que le vase 3272 et le reste de la collection n'ont pas les mêmes origines. Si la collection provient sûrement des sites fouillés par des Vergers et François, le vase 3272 a en revanche été acquis en l'état. Ainsi, les six objets observés semblent être de réel remontage de fragments antique. Toutefois seule une investigation matérielle plus poussée pourrait le confirmer.

²⁴⁹ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 11 et 13, pp.195, 196.

²⁵⁰ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 12, p.196.

²⁵¹ Cf. Annexes, Annexe 6, Spectre 14, p.197.

²⁵² Cf. Partie I, point 4.1, p.22.

²⁵³ Giroire, 2018, p.323.

4. Synthèse générale

Toutes les observations et investigations menées sur l'amphore 3272 ont amené à montrer qu'elle était constituée de 13 matériaux différents (14 en comptant deux types de céramiques noires). Parmi ces 13 matériaux, seuls trois sont de la céramique. Un tableau récapitulatif de tous les matériaux rencontrés ainsi que des différents tests et analyses effectués est présent en annexe²⁵⁴.

La majeure partie de l'objet est constitué de céramique rouge (panse et pied) que nous avons définie comme étant une création du XIX^e siècle, du fait de son aspect parfaitement intact ainsi que de sa couleur.

Deux types de céramiques ont été ajoutées. Un type de céramique blanche, composant le col et les anses. Et deux types de céramiques noires aux caractéristiques différentes. L'une à la texture très lisse, noire et brillante, constituant les décors appliqués sur les anses ainsi que les protomés supérieurs et l'autre constituant la base du pied, à la texture plus grossière.

Nous avons estimé que ces différents types de céramiques provenaient d'objets archéologiques différents et ayant été unis. Cette hypothèse est étayée par le fait que les tessons constituant le pied présentent des traces d'outils, montrant qu'ils ont été retaillés. De plus la panse et le col n'appartiennent pas au même type d'objet et ont été joints.

Ces différents éléments céramiques ont été assemblés à l'aide d'au moins deux adhésifs différents, ayant en commun une base d'adhésif protéinique et une charge minérale.

L'intérieur de l'amphore est recouvert de sédiments (silicates), ayant servi à masquer les zones d'assemblages et à camoufler les différentes céramiques (blanche et rouge) qui sinon auraient été visibles. En dernier lieu un pigment beige à base de jaune Naples a été appliqué sur la surface du vase ainsi que dans les décors incisés, servant à rehausser ceux-ci, comme à donner un aspect « sorti de fouilles » à l'ensemble de l'artefact. Les adhésifs vinyliques relevés dans certaines zones altérées correspondent à une phase d'intervention plus récente, sans doute dans la deuxième moitié du XX^e siècle.

Ainsi au vu de toutes nos analyses et observations, nous pouvons conclure que l'objet 3272 n'a que de rares fragments d'origine archéologique (col, anses et les parties en céramiques noires), tout le reste ayant été créé au XIX^e siècle²⁵⁵. Il est difficile de donner une date précise, si ce n'est que l'objet a été acheté pour le compte de des Vergers en 1855. Nous supposons qu'il a dû être créé peu de temps auparavant.

Cet objet présente un caractère unique, création presque complète du XIX^e siècle, issue de l'imaginaire d'un artisan. Son aspect noir ainsi que les décorations employées et les rares fragments archéologiques

²⁵⁴ Cf. Annexes, Annexe 8, Tableau 4, p.207.

²⁵⁵ Cf. Annexes, Annexe 8, Schéma 16, p.206.

montrent que l'artisan a voulu faire ressembler l'objet à une céramique de *bucchero*. L'abondance de décorations ainsi que sa grande taille supposent la volonté de le faire passer pour un vase prestigieux, susceptible d'intéresser les collectionneurs. Le sédiment appliqué à l'intérieur de l'amphore, comme le faux sédiment beige à base de Jaune de Naples montrent que l'on a voulu donner à l'objet un aspect vieilli. Le fait que plusieurs types de céramique aient été utilisées indiquent un réemploi de matière potentiellement archéologique, donnant une certaine valeur à l'objet, mais également que l'artisan ignorait probablement comment confectionner une céramique noire, expliquant l'utilisation d'une terre cuite rouge pour la panse. L'enduit noir appliqué sur l'ensemble a donc servi à imiter la couleur et la brillance des authentiques *buccheri* étrusques.

Au vu des définitions concernant les assemblages, les pastiches et les faux, vues dans la première partie de ce travail, nous estimons que cette amphore possède un caractère ambivalent et être placée dans deux catégories.

Tout d'abord dans la catégorie des pastiches, pratique « *...qui consiste à recomposer un objet à partir de fragments antiques provenant de différents individus...* »²⁵⁶. Cet objet comporte en effet différents fragments provenant d'objets différents et ayant été assemblés. Mais ces fragments sont peu nombreux en regard de l'ensemble du matériel utilisé et lié au XIX^e siècle. De plus ces parties ne sont pas suffisamment importantes pour donner son profil à l'objet qui a donc été interprété librement. De la même manière l'ensemble des décorations ainsi que le profil ne correspondent pas aux typologies connues chez les Etrusques et différents anachronismes ont été recensés.

Toutefois, et selon la définition de Cesare Brandi, ce vase peut également être considéré comme un faux. Même si nous ne connaissons pas le contexte de création de l'objet et l'intention de celui qui l'a composé, Brandi nous dit :

« Insertion de l'objet dans le commerce, même s'il n'a pas été produit avec l'intention d'induire en erreur, en le faisant passer pour une œuvre authentique, d'époque, de mode de fabrication ou d'auteur, différents de ceux qui composent l'objet »²⁵⁷. »

En effet, nous savons que l'amphore 3272 a été insérée dans le commerce via une vente aux enchères où elle a clairement été déclarée comme céramique de *bucchero* dans le catalogue de vente, avant d'être inventoriée comme telle par l'institution à Lausanne.

Ainsi si l'authenticité archéologique de l'objet peut être largement remise en question, il ne fait aucun doute que nous sommes face à une authentique création du XIX^e siècle.

²⁵⁶ Giroire, 2018, p.323.

²⁵⁷ Traduction depuis l'italien.



*Schéma 13 : Schéma récapitulatif de l'emplacement
des matériaux.*

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Partie V – Intervention de conservation-restauration

Après l'étude de l'objet et la caractérisation des matériaux le constituant et discussion avec l'institution, nous avons proposé qu'une intervention de consolidation des couches superficielles soit entreprise sur le vase afin de le stabiliser et pour limiter de potentielles altérations ultérieures de l'objet. La partie ci-dessous présentera les différentes propositions étudiées à la suite du diagnostic et pronostic de l'objet, ainsi que la mise en œuvre de l'intervention de consolidation.

1. Diagnostic et pronostic

Les altérations relevées au cours du constat d'état résultent de plusieurs facteurs. Ces altérations risquent d'évoluer ce qui entraverait la bonne conservation de l'objet. Avant d'établir une proposition d'intervention, nous procéderons au diagnostic et pronostic du vase 3272.

1.1. Diagnostic

Comme souligné dans le constat d'état, la dégradation la plus étendue se relève sur la couche noire, comportant de nombreuses fissures, craquelures et lacunes. Plusieurs facteurs peuvent en être la cause.

Variations thermo hygrométriques

La couche noire est posée sur un apprêt de colle protéinique, elle-même appliquée sur un support de céramique. Tous ces matériaux ont des sensibilités différentes aux variations climatiques, l'apprêt de colle protéinique, comme la couche noire y sont sensibles. Ainsi ces deux dernières couches vont gonfler ou se rétracter en fonction des variations alors que le support céramique ne bougera pas. Il en résultera donc des tensions et une fragilisation des matériaux²⁵⁸.

De plus la colle protéinique est un adhésif à forte adhérence qui maintiendra fortement les couches appliquées sur elles (couche noire, décors d'appliques...), les contraignant à la rupture, pouvant même amener à un arrachement de matière²⁵⁹. Cette hypothèse expliquerait pourquoi les fractures sont plus nombreuses à proximité des décors d'appliques, sur le registre supérieur, central et sur le pied. C'est également là où la couche noire est la plus épaisse et où l'on trouve la présence de la sous-couche noire.

Vieillessement des matériaux constitutifs

Le vieillissement des matériaux ainsi que leur exposition à des variations de température ou d'humidité peut également amener à des dégradations physico-chimiques des matériaux.

Les matériaux à base protéinique, que nous savons être présents dans la sous couche noire ainsi que dans divers adhésifs sont principalement constitués de collagène, issu de déchets d'os ou de peau. Le collagène se présente sous la forme d'une longue chaîne d'acides aminés reliée par des liaisons

²⁵⁸ Pauchard *et al.*, 2007, p.7.

²⁵⁹ Schellmann, 2007, p.62.

covalentes et des liaisons H. L'adhésif est préparé par dénaturation via la rupture des liaisons grâce à de l'eau chaude²⁶⁰. Ces produits sont ainsi très sensibles aux changements d'humidité, pouvant se réactiver et gonfler en cas d'exposition prolongée à des variations importantes. En vieillissant, les adhésifs protéiniques ont tendance à réticuler davantage, au point qu'ils peuvent devenir insolubles dans l'eau. De plus ils deviennent durs et cassants tout en restant adhérent à leur support, pouvant entraîner des ruptures. Les adhésifs protéiniques ont également tendance à s'acidifier avec le temps, contribuant à leur dégradation²⁶¹.

Nous supposons que des polysaccharides soient également présents sur l'objet, et servant de liant à la couche noire. Les polysaccharides sont les principaux constituants des gommes végétales (gomme arabique, gomme adragante...) et se présentent sous la forme de chaînes moléculaires ramifiées, assemblées par liaisons covalentes²⁶². Lorsque les polysaccharides sont soumis à des variations importantes de températures ou d'humidité relative, un phénomène de dépolymérisation peut survenir, brisant les liaisons des chaînes qui se décomposent en monomères²⁶³. Les polysaccharides sont également sensibles à la lumière et en particulier aux UV, ce qui peut amener une photooxydation du matériau, entraînant lui aussi une dépolymérisation²⁶⁴. Lorsque les liaisons se brisent, cela entraîne une fragilisation générale du matériau, lui faisant perdre de sa résistance et de sa consistance. Cela peut également entraîner un changement de couleur.

Ces mécanismes semblent être responsables d'une grande partie des altérations de l'objet, ayant entraîné des contraintes sur les matériaux et amenant les fissures et craquelures, jusqu'à la perte de matière.

Il est envisageable que l'objet déjà fragilisé par le temps ait subi des altérations mécaniques lors des divers déménagements ou encore lors de son passage pour étude à l'université de Lausanne. Nous supposons donc que ces altérations ont amené à une seconde phase d'intervention sur l'objet au XX^e siècle, perceptible par la présence de composés vinyliques, principalement dans des zones altérées de l'objet.

La manipulation

Enfin, la désolidarisation d'un protomé supérieur semble être postérieure à cette phase d'intervention, comme en témoigne l'absence d'adhésif sur la zone de cassure. Cette dernière altération semble être liée à une mauvaise manipulation de l'objet ou à un choc, lors d'un transport par exemple.

²⁶⁰ Schellmann, 2007, p.56.

²⁶¹ Schellmann, 2007, p.62.

²⁶² BeMiller, 2019, p.77.

²⁶³ BeMiller, 2019, p.99.

²⁶⁴ Horie, 2010, p.226.

1.2. Pronostic

Le risque d'étendue des altérations semble principalement limité aux couches superficielles du vase. Sa structure en céramique ainsi que les assemblages de ses différentes parties ne devraient pas s'altérer davantage si l'objet est maintenu dans des conditions de conservation adaptées. En revanche, comme vu dans le constat d'état, la couche noire est fragilisée et des pertes de matières sont à craindre, en particulier en cas de manipulation ou si les conditions climatiques de manière répétées. Au vu du risque possible d'altérations supplémentaires, une consolidation des couches superficielles, permettant de les stabiliser et ainsi d'éviter des pertes de matière est préconisée.

2. Objectifs du traitement et propositions d'interventions

Les altérations présentes sur l'objet ont un risque de s'étendre si rien n'est entrepris et des pertes de matières supplémentaires sont à craindre. Trois niveaux d'interventions ont ainsi été envisagés.

2.1. Propositions d'interventions

Lors de discussions avec l'institution, plusieurs niveaux d'interventions sur l'artefact 3272 ont été envisagés.

Proposition 1 – Intervention de restauration visant à faciliter la lecture de l'objet

Au vu de l'état lacunaire de la surface de l'objet, impactant sa valeur esthétique, il a été envisagé de diminuer l'impact visuel de ces lacunes en les atténuant. Le but visé ici n'était pas de réintégrer complètement les parties manquantes, par exemple au moyen de moulage et de comblement, mais d'atténuer la visibilité de ces lacunes par le biais d'un médium, tel que du papier japonais, préalablement mis en teinte et appliqué sur les lacunes les plus visibles. Cette intervention aurait ainsi pu être largement réversible et peu invasive.

Après discussion il a été jugé que même si les lacunes étaient relativement nombreuses, elles n'étaient pas suffisamment importantes pour gêner la lisibilité de l'objet. De plus, il n'est pas envisagé que l'amphore soit exposée dans un futur proche, cette intervention n'est donc pas considérée comme nécessaire. De plus, comme nous l'avons vu précédemment, la valeur esthétique n'est pas la plus importante sur cet objet. Cette proposition d'intervention n'a donc pas été retenue.

Proposition 2 – Retrait sélectifs de produits hexogènes

Il a été envisagé de retirer les produits de restaurations les plus récents présents sur l'objet, tel que les adhésifs vinyliques. Cette intervention aurait permis de ne conserver que les matériaux liés à l'état supposé de l'objet au XIX^e siècle. Toutefois cette proposition n'a également pas été retenue. Il a été jugé que les matériaux de restaurations plus récents faisaient également partie de l'histoire matérielle de l'objet et qu'en décidant de les retirer des informations concernant le vase seraient perdues.

Bien que ces produits de restaurations aient été jugés comme récents et postérieurs à la construction de l'artefact, ils font maintenant partie de l'objet et de son histoire, amenant des informations sur les interventions qu'il a reçues. Ces produits n'ont pas été jugés nuisibles. Ils sont peu visibles à l'œil nu et relativement stables dans le temps, ne risquant pas de dégrader davantage le vase.

2.2. Proposition retenue

Proposition 3 – Stabilisation des couches superficielles

Il a été décidé de ne mener sur le vase 3272 qu'une intervention minimale de conservation curative. Cette intervention visera à consolider la couche noire pour empêcher de nouvelles pertes de matière sur le registre supérieur et central ainsi que le pied. L'intervention consistera en une infiltration de consolidant dans les craquelures de cette couche, lui permettant de retrouver son adhérence avec les couches inférieures. Le choix a également été fait de refixer le protomé de l'anse A à l'objet.

Les consolidants envisagés pour l'intervention devront être stables physiquement, chimiquement et dans le temps et être compatibles avec les matériaux constitutifs de l'objet. Divers consolidants devront être testés préalablement pour s'assurer de leur efficacité ainsi que de leur compatibilité avec l'objet.

3. Tests de consolidation

Des tests préalables à la consolidation de la couche noire du vase 3272 ont été menés afin de sélectionner le consolidant ayant les meilleures propriétés, adaptées à l'objet et à l'intervention voulue.

Ces tests ont été effectués de la manière suivante :

- 1) Des éprouvettes visant à imiter la couche noire ont été fabriquées, en nous basant sur nos analyses et observations de l'artefact.
- 2) Ces plaquettes ont été altérées artificiellement afin de pouvoir tester les consolidants.
- 3) Consolidation avec les produits préalablement sélectionnés, permettant ainsi d'évaluer leurs propriétés et de choisir le consolidant le plus adapté à la situation.

3.1. Fabrication des plaquettes tests

Des éprouvettes ont été fabriquées, cherchant à imiter la couche que nous souhaitons consolider. Ces éprouvettes sont constituées d'un support en plâtre²⁶⁵, dans une proportion de 1 part d'eau pour 2 parts de plâtre. Ce support est censé imiter la couche de céramique rouge, présentant une certaine porosité et se rapprochant de la texture de la céramique.

Nous avons cherché à imiter le plus fidèlement possible la sous-couche noire ainsi que la couche noire présente sur le vase 3272 en nous basant sur les résultats d'analyses effectuées précédemment. Nous nous sommes aussi appuyés sur deux manuels de restaurations de peinture du XIX^e siècle, permettant de trouver des informations quant à la mise en œuvre des matériaux²⁶⁶.

Fabrication de la couche d'apprêt

Pour imiter la sous-couche noire, nous avons fabriqué un apprêt en colle de peau. Les observations et résultats d'analyses ont montré que cette couche contenait des protéines animales ainsi que de la calcite.

Nous avons élaboré cette couche d'après selon la méthode suivante²⁶⁷ :

- 1 volume de colle de peau en grain (correspond à 8g de colle)
- 2 volumes d'eau (correspond à 20 ml d'eau)
- L'ensemble est mis à tremper durant 6h00
- Passé ce délai le mélange est mis à chauffer au bain-marie jusqu'à obtention de la consistance désirée.
- Adjonction de 3g de poudre de marbre pour donner une certaine texture.
- Ajout de pigment ocre (permettant de mieux visualiser la couche par la suite)

Le mélange ainsi obtenu est appliqué encore tiède sur les plaquettes de plâtre. L'ensemble est laissé à sécher durant 6 heures.



Figure 119 : Eprouvettes enduite de l'apprêt de col de peau.

²⁶⁵ Plâtre de type *Gesso dentistico* de chez CTS®.

²⁶⁶ Forni, 1866 et Secco-Suardo, 1866.

²⁶⁷ Forni, 1866, p.368.

Fabrication de la couche noire

Pour imiter la couche noire, nous avons vu dans les tests et analyses qu'elle comportait un possible un liant végétal, de l'huile siccative ainsi qu'une charge minérale et des pigments. Nous avons utilisé de la gomme arabique, liant très utilisé dans le monde de la peinture et soluble dans l'eau. Elle entre dans la composition de l'aquarelle ou de la peinture a tempera « *...in luogo della colla forte...*²⁶⁸ », signifiant qu'elle remplace la colle animale. De la poudre de marbre a été employée en guise de charge et du pigment noir d'ivoire a été utilisé pour teinter le mélange. Nous avons fait différents mélanges en faisant varier les proportions de poudre de marbre et d'huile de lin cuite.

Le but étant d'observer d'éventuelles différences dans l'aspect de la couche apposée. Notons que ces préparations se rapprochent des *recettes* de restauration du *buccherò* du XIX^e siècle, évoquées en Partie I, Point 4.2.

La couche noire a donc été fabriquée de la manière suivante :

- 1 volume de gomme arabique
- 2 volumes d'eau
- L'ensemble est placé au bain-marie dans obtention d'un liquide visqueux, puis laissé à refroidir.

Cette solution a servi de base pour différents mélanges²⁶⁹, contenant des proportions variables de :

- Solution de gomme arabique
- Poudre de marbre
- Huile de lin.

Les différents mélanges ont été appliqués sur l'apprêt de colle animale appliqué sur les plaquettes de plâtre. Il est possible de poser une grande épaisseur de ces mélanges, jusqu'à 4mm. Les mélanges contenant de l'huile de lin s'appliquent mieux que ceux n'en contenant pas, même si la quantité de charge est plus importante. Cependant, une fois sec, aucune différence notable de dureté ou de cohésion n'est remarquée sur aucune des plaquettes. L'aspect de ces plaquettes est relativement ressemblant à la surface du vase 3272. Les éprouvettes sont ensuite laissées à sécher durant 24 heures.



Figure 120 : Couche noire en cours de séchage.

²⁶⁸ Secco-Suardo, 1866, p.207.

²⁶⁹ Cf. Annexes, Annexe 7, Protocole 12, p.200.

Dégradation accélérée des éprouvettes



Figure 121 : Plaquettes dans l'enceinte saturée de vapeur d'eau.

Les plaquettes ont été placées dans une enceinte fermée saturée en vapeur d'eau durant trois heures afin que l'ensemble se gorge d'eau et gonfle. Dans un second temps elles sont sorties de l'enceinte et chauffées à 200°C avec un fohn industriel durant 1 min. Le but est de créer des tensions dans la matière qui en séchant va se rétracter, créant des fissures dans la couche noire.

Le résultat est immédiat, en quelques secondes la couche noire se fendille et se soulève, laissant apparaître la couche d'apprêt teintée à l'ocre.

Toutes les plaquettes ont été dégradées artificiellement par ce traitement, mais il faut noter que les mélanges ne contenant pas d'huile se craquellent plus que les autres²⁷⁰. L'huile amenant une certaine souplesse à l'ensemble de la couche, de plus elle sèche également plus lentement, limitant l'évaporation brutale des fluides contenus dans les mélanges.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 122 : Plaquette C (ne contenant pas d'huile de lin) avant et après dégradation accélérée.

²⁷⁰ Cf. Annexes, Annexe 7, Test 15, p.200.

3.1. Consolidants envisagés

Le consolidant employé pour la consolidation de la couche noire du vase devra répondre aux critères suivants :

Mécanique

- Fluide, permettant d'être infiltré dans les fissures.
- A capacité adhésive forte : La couche noire étant épaisse, permettant de maintenir au mieux cette couche à son support.
- Souple, pour ne pas créer de tensions et puisse suivre le mouvement des matériaux en cas de gonflement ou de rétractation de la matière.

Chimique

- Base aqueuse : Pour éviter de solubiliser les divers adhésifs et vernis déjà présents sur les couches superficielles. Cela permettrait de réactiver légèrement la sous-couche noire, à base protéinique, offrant ainsi une meilleure capacité d'adhésion au consolidant sélectionné²⁷¹.
- pH neutre : pour ne pas risquer des interactions non contrôlées avec les autres matériaux et éviter une acidification des surfaces.
- Différentiable : Pour ne pas être confondu avec les matériaux constituant le vase en cas d'investigations ultérieures. Il serait par exemple exclu d'utiliser un produit à base de colle de peau comme consolidant, celui-ci risquerait de se confondre avec la sous-couche noire et d'empêcher une différenciation des matériaux.

Esthétique

- Brillance : Le consolidant devra être peu brillant pour être le moins visible sur les surfaces traitées.
- Facile à nettoyer en cas de débordement.

²⁷¹ Gehrig-Jaggi, 2022 [Entretien], 20 mai 2022

Trois consolidants ont été sélectionnés pour être testés et dont nous pensions qu'il pourrait répondre à la plupart des critères mentionnés ci-dessus²⁷². Il s'agit de :

Aquazol®200

L'Aquazol®200²⁷³ est un polymère composé de dérivés d'acide carboxylique²⁷⁴. Réputé stable dans le temps, il est soluble dans un grand nombre de solvants organiques polaires ainsi que dans l'eau²⁷⁵. Hygroscopique il suit les mouvements du matériau en cas de retrait ou de gonflement. Nos mesures de pH du produit dilué à 10% (p/v) dans l'eau ont donné un résultat de 7,6.



Figure 123 : Aquazol®200 avant dissolution dans un solvant.

Médium de consolidation Lascaux® 4176

Ce médium²⁷⁶ se trouve en solution liquide et blanche, légèrement bleuâtre, composée d'acrylate et de méthacrylate en dispersion aqueuse²⁷⁷. Il se comporte de manière très stable dans le temps, résistant aux fluctuations d'humidité relative et de température, ne jaunissant pas après une longue exposition à la lumière²⁷⁸ tout en conservant une bonne souplesse. Il est censé être transparent après séchage et peut être dilué dans l'eau afin d'ajuster sa viscosité et son caractère adhésif. Nos mesures de pH nous ont donné un résultat de 6,9, soit très légèrement acide.

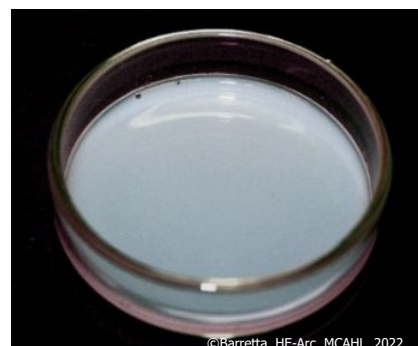


Figure 124 : Médium de consolidation Lascaux® 4176.

Methocel™A4M

Il est constitué de méthyl cellulose, sous la forme d'une poudre blanche, pouvant être délayée dans l'eau²⁷⁹. Très visqueux sa concentration ne dépasse pas les 2%. Il présente l'avantage d'être mat après séchage et il est possible de le nettoyer à l'eau. En vieillissant, il y a un risque de ruptures des chaînes de molécules, entraînant un jaunissement. Nos mesures de pH ont donné un résultat de 8,1.



Figure 125 : Methocel™ A4m avant dissolution dans un solvant.

²⁷² Des précisions quant aux produits utilisés se trouvent en Annexes, Annexe 7, Apport 7, p.198.

²⁷³ Cf. Annexes, Annexe 9, Fiche produit de l'Aquazol®200, p.216.

²⁷⁴ Horie, 2010, p.196.

²⁷⁵ Arslanoglu, 2003, p.12.

²⁷⁶ Cf. Annexes, Annexe 9, Fiche produit du Médium de consolidation Lascaux®4176, p.218.

²⁷⁷ Lardet, 2014, [En ligne].

²⁷⁸ Marriott *et al*, 2010, p.34.

²⁷⁹ Cf. Annexes, Annexe 9, Fiche produit du Methocel™A4M, p.219.

3.2. Consolidation des plaquettes tests

Les trois consolidants mentionnés plus haut ont été testés sur les éprouvettes²⁸⁰. Ils ont été appliqués à la seringue à diverses concentrations et dans le cas de l'Aquazol® il est également testé dans l'éthanol.

Trois critères sont pris en compte pour l'évaluation du consolidant :

- La qualité de l'adhésion
- La facilité d'application
- L'état visuel de la surface après séchage

Bilan des consolidants testés

Un tableau de bilan évaluant les propriétés des consolidants se trouve en annexes²⁸¹.

Aquazol®200

Lorsqu'il est dilué dans l'eau, son application est peu aisée, à 10% (p/v) il est déjà trop visqueux pour être appliqué confortablement. De plus sa qualité d'adhésion est faible et l'état de surface obtenu après séchage n'est pas satisfaisant, laissant des traces plus foncées et brillantes le long des craquelures. Lorsqu'il est dilué dans l'éthanol, à 7% et 10%, son infiltration est très facile, beaucoup plus fluide, il pénètre par capillarité dans les craquelures. En revanche son adhésion est encore plus faible que diluée à l'eau. L'état de surface est correct. De légères traces sont visibles, mais cette fois-ci beaucoup plus mates et moins foncées.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 126 : Avant et après consolidation de l'éprouvette avec de l'Aquazol®200 à 10% dans l'eau.

²⁸⁰ Cf. Annexes, Annexe 7, Test 16, p.202.

²⁸¹ Cf. Annexes, Annexe 7, Tableau 3, p.204.

Médium de consolidation Lascaux® 4176

Ce médium a donné de très bons résultats. Testé pur, il présente une facilité d'application moyenne, mais sa qualité d'adhésion est excellente. C'est dilué à 50% (p/v) dans de l'eau que nous obtenons les meilleurs résultats. Il est plus fluide et s'infiltre par capillarité dans les fissures tout en conservant une excellente qualité d'adhésion. De plus il est invisible après séchage, ne laissant aucune brillance ou saturation de la couleur.

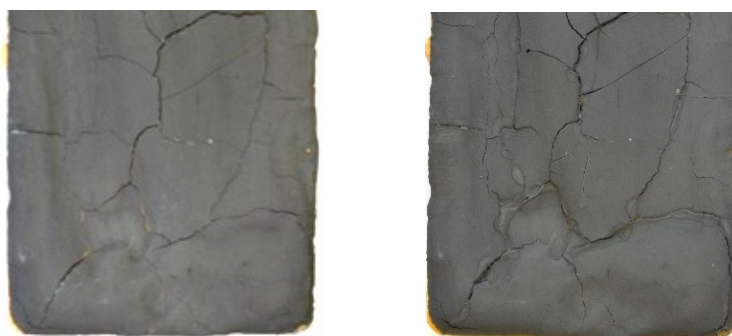


©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 127 : Avant et après consolidation de l'éprouvette avec de l'éprouvette avec le Médium de consolidation Lascaux®4176.

Methocel™A

Le Methocel™ A n'a pas été considéré comme satisfaisant. A une concentration de 0,5% (p/v) dans l'eau, il n'est pas facile à appliquer, trop visqueux, sa qualité d'adhésion n'est pas non plus concluante. De plus il laisse des traces foncées le long des zones consolidées. A une concentration de 1%, il est trop visqueux pour être appliqué correctement, en revanche sa qualité d'adhésion est meilleure. Mais l'état de surface après séchage est également peu satisfaisant.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 128: Avant et après consolidation de l'éprouvette avec du Methocel™A à 0,5% dans l'eau.

Au vu des tests effectués sur les plaquettes et des propriétés des adhésifs mises en évidence, il a été décidé d'utiliser le Medium de consolidation Lascaux® 4176, dilué à 50% dans l'eau (v/v) pour procéder à la consolidation de la couche noire. Ce consolidant ayant répondu aux critères de sélections que nous souhaitons.

4. Intervention de consolidation

À la suite des tests de consolidation sur des éprouvettes, il a été décidé, en consultation avec l'institution, de procéder à la consolidation de la couche noire du vase 3272 à l'aide du Médium de consolidation Lascaux® 4176, dilué à 50 % (v/v) dans l'eau, qui avait donné les meilleurs résultats et répondait à nos critères sur la sélection de l'adhésif. Cette intervention s'est déroulée selon les points suivants :

Dépoussiérage

Un dépoussiérage des surfaces externes a été effectué au moyen d'un pinceau doux. Le but étant de ne pas laisser de poussières à proximité des zones à consolider, ce qui pourrait limiter l'efficacité du consolidant qui risquerait d'englober des poussières et de les faire migrer sous les couches à consolider. Ce dépoussiérage a dû être fait de manière très délicate pour ne pas risquer d'enlever des matériaux constitutifs de l'objet, tel que le faux sédiment beige. Toujours dans le but de ne pas risquer de faire migrer des poussières en consolidant la couche noire, un second nettoyage, plus localisé cette fois-ci a été effectué à l'aide d'une gomme éponge en latex. Ce nettoyage a été effectué sur les bords des fissures à consolider.

Infiltration du consolidant

Le médium de consolidation a été appliqué à la seringue, à l'aide d'une aiguille hypodermique, pouvant être inséré dans les fissures²⁸². En observant attentivement, il était possible de suivre l'infiltration du consolidant par capillarité dans les craquelures (voir figure ci-contre). Nous nous sommes appuyés sur les schémas du constat d'état, permettant de suivre l'avancée de l'intervention.



Figure 129 : Infiltration du consolidant. On le remarque avant séchage et infiltration complète dans la fissure.

Nous avons travaillé en plusieurs fois, en ne consolidant que la moitié du vase à la fois. Une fois un secteur terminé, cette partie était recouverte d'un film alimentaire, permettant ainsi de ralentir l'évaporation du solvant (eau) contenue dans le consolidant et ainsi d'assurer une consolidation efficace²⁸³. Après 24h de séchage, nous avons procédé à l'infiltration de la deuxième moitié de l'objet. Le consolidant a été appliqué deux fois sur toutes les fissures recensées, selon la méthode décrite. Après séchage complet, l'état de la surface a été contrôlé par pression avec un pinceau en silicone. Le but était de vérifier que la « souplesse » constatée dans certaines zones, montrant une perte d'adhérence de la couche noire de son substrat, avait disparu et que la consolidation semble efficace.

²⁸² Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 230, p.152.

²⁸³ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 231, p.152.

Collage

En dernier lieu, nous avons procédé au collage du protomé brisé de l'anse A. Les surfaces ont tout d'abord été dépoussiérées et dégraissées à l'acétate d'éthyle. Puis une couche de résine acrylique Paraloid™B72 diluée à 20 % dans l'acétate d'éthyle a été déposée au pinceau sur les surfaces de cassure du protomé et du vase, permettant de préparer la surface au collage en l'imprégnant d'adhésif et ainsi permettre un collage efficace²⁸⁴. Le Paraloid™B44 est moins plastique que le B72 et permet de renforcer le collage. De plus sa température de transition vitreuse est plus élevée que celle du B72.



Figure 130 : Protomé emballée pour ralentir le séchage de l'adhésif.

Enfin un mélange de résine acrylique Paraloid™B44²⁸⁵ (25%) et Paraloid™B72 (75%), diluée à 40% dans l'acétate d'éthyle a été apposée sur la surface de cassure du protomé. Le protomé a ensuite été placé dans sa position définitive et maintenu avec des coupons de ruban adhésif pour s'assurer que le collage ne bouge pas jusqu'à séchage complet²⁸⁶.

La zone de collage a été couverte à l'aide de film alimentaire, permettant une évaporation plus lente de l'adhésif et assurant un meilleur collage²⁸⁷.

Bilan des interventions

L'intervention de consolidation s'est déroulée comme nous l'avions prévu initialement. Le médium de consolidation s'est révélé facile à appliquer. De plus après séchage il n'est absolument pas visible à l'œil²⁸⁸. Nous n'avons pas eu besoin de nettoyer les bords des fissures consolidées, aucun débordement d'adhésif n'ayant eu lieu. Ce consolidant semble s'être révélé efficace, les zones qui présentaient une certaine souplesse avant la consolidation semblent maintenant à nouveau cohésive avec la surface inférieure.

Enfin, le recollage du protomé assure une meilleure lecture de l'objet et le risque de perte du fragment est éliminé²⁸⁹. Les protomés de griffons amovibles ont été conservés à part. Au vu de la manière dont ils ont été construits, il ne semble pas qu'ils occupaient une place attitrée sur l'objet et leur morphologie laisse penser qu'ils n'ont jamais été collés sur l'objet.

²⁸⁴ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 232-233, p.152.

²⁸⁵ Cf. Annexes, Annexe 9, Fiches produits Paraloid™ B44 et B72, pp.221-222.

²⁸⁶ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 234, p.152.

²⁸⁷ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 235, p.152.

²⁸⁸ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 236-237, p.153

²⁸⁹ Cf. Annexes, Annexe 1, Figure 238, p.153.



Figure 131 : Amphore 3272 après interventions. Le protomé de l'anse A a retrouvé sa place et la consolidation de la couche noire n'est pas visible.

5. Préconisations des conditions de conservation

Si les objets céramiques sont habituellement peu sensibles aux changements climatiques ou aux hautes températures, l'amphore doit être considérée comme un objet composite dont certains de ces composants sont bien plus fragiles que la céramique²⁹⁰ et réactifs aux variations climatiques. Pour que le vase 3272 se préserve au mieux sur une longue durée, nous préconisons les conditions de conservations suivantes :

Humidité relative (HR)

Les couches superficielles de l'objet, en particulier la sous-couche noire et la couche noire, présentent une grande sensibilité à l'humidité relative²⁹¹. La colle protéinique composant la sous-couche noire est fortement hygroscopique et sa consistance variera en fonction du taux d'humidité. Si l'HR est trop basse, elle deviendra dure et cassante, risquant un arrachement de matière. En revanche si elle est trop haute la colle protéinique risque de prendre une consistance de gel.

En ce qui concerne ce type d'adhésif, sa température de transition vitreuse²⁹² dépendra de l'humidité relative. Si l'humidité relative augmente, la Tg du matériau va baisser. Ainsi pour une HR de 50%, la Tg d'une colle protéinique sera de 45°C. Et si l'HR dépasse les 70%, la Tg du matériau va s'abaisser aux alentours de 20°C²⁹³.

Les polysaccharides que nous supposons présents dans la couche noire sont également sensibles à une HR trop élevée, pouvant amener des changements dans leur structure et une dégradation du matériau. Il y a également un risque de développement de micro-organismes auquel les adhésifs protéiniques comme les liants végétaux peuvent être sensibles.

Idéalement l'humidité relative ne devrait pas dépasser 40%-55% avec une variation de +/- 5%.

Température

Ce sont principalement les couches superficielles de l'objet, ainsi que les divers adhésifs présents qui sont le plus impactés par des températures inadéquates. Ainsi il est conseillé de conserver la température basse et d'éviter les variations trop brusques. Si la température est trop haute, il y a un risque que les matériaux des couches superficielles comme des adhésifs se ramollissent, engendrant une perte de cohésion des couches entre elles. Cela est particulièrement vrai pour les matériaux contenant une huile siccatrice²⁹⁴.

Notons encore que la température joue le rôle de catalyseur et accélère ainsi les réactions chimiques à l'œuvre dans les matériaux. Dans l'idéal il faudrait maintenir la température entre 16°C et 25°C²⁹⁵.

²⁹⁰ Buys et Oakley, 1993, p.29.

²⁹¹ Humidité relative sera abrégée en *HR*.

²⁹² Température de transition vitreuse sera abrégée en *Tg*.

²⁹³ Haupt *et al.*, 1990, p.15.

²⁹⁴ Notes de l'ICC 10/4, 2017, [En ligne]

²⁹⁵ Notes de l'ICC 10/4, 2017, [En ligne]

Lumière

Tous les matériaux ont des sensibilités différentes à la lumière et en particulier aux UV et aux infrarouges (engendrant un réchauffement de l'objet). Les pigments sont particulièrement sujets à des décolorations lorsqu'ils sont exposés trop longtemps à la lumière. Toutefois les pigments noirs (composants de la couche noire de l'objet) devraient théoriquement bien résister à la décoloration. En revanche une exposition prolongée à la lumière pourrait accélérer une oxydation de l'huile siccatrice présente dans divers matériaux de l'objet et amener une dégradation supplémentaire de cette couche. Il en va de même pour les adhésifs vinyliques détectés sur le vase. En cas d'exposition prolongée à la lumière, il risquerait de jaunir et de se fragiliser²⁹⁶.

Les matériaux contenant de l'huile siccatrice sont considérés comme *sensibles* à la lumière par les restaurateurs de peinture il faudrait ainsi éviter toute exposition à la lumière du soleil et si l'objet devait être exposé sur plusieurs années, des dispositions propres à l'éclairage devraient être prises.²⁹⁷

Manipulation

Un grand risque de dégradations pour ce type d'objet provient souvent de mauvaises manipulations. Ainsi l'objet doit être manipulé à deux mains et il ne devra jamais être saisi par les anses. Si l'objet devait être étudié, il est conseillé de le coucher sur un coussin en textile rempli de bille de polystyrène, épousant les formes du vase. Lors de sa mise en réserve nous conseillons de le conserver debout, correctement stabilisé. En cas de transports, il faudra s'assurer que l'objet n'est pas soumis aux vibrations, risquant d'aggraver les altérations déjà présentes, par exemple engendrer une désolidarisation de la couche noire. Il faudra donc utiliser des matériaux capables d'absorber ces vibrations.

Micro-organismes

Enfin, les micro-organismes peuvent représenter un danger pour l'objet. Plusieurs matériaux, constitués de liant végétal ou d'adhésif protéiniques pourraient constituer une source de nourriture pour divers micro-organismes. Le risque de développement de moisissure peut être diminué en conservant une humidité relative et une température adaptée. Il est recommandé d'effectuer un contrôle visuel régulier de l'objet ainsi que des réserves en général.

²⁹⁶ Michalski, 2018, [En ligne].

²⁹⁷ Notes de l'ICC 10/4, 2017, [En ligne]

Conclusion

Arrivés au terme de ce travail, les objectifs donnés par l'institution ont été remplis. L'étude de la forme et matériaux constitutifs de l'amphore 3272 nous a permis de mettre en évidence qu'elle était principalement issue de l'imagination d'un artisan du XIX^e siècle, s'inspirant de modèles étrusques.

Au travers de nos observations, tests et analyses, les matériaux constitutifs de l'objet ont pu être caractérisés et nous avons réussi à distinguer les parties antiques de celles appartenant à une période plus récente. La diversité des matériaux rencontrés ainsi que leur agencement nous a permis de mettre en évidence qu'une majeure partie de l'objet était issue d'une création du XIX^e siècle.

Des éléments céramiques antiques alliés à des parties modernes ayant été décelés, ceci remet en cause son authenticité archéologique ainsi que sa qualification de *céramique de bucchero*. L'objet acquiert de ce fait un statut ambivalent.

Nous pourrions ainsi le qualifier de pastiche, selon le terme consacré par les historiens de l'art, définissant un objet composé d'éléments hétérogènes et imitant un style d'une période donnée. Toutefois, la faible proportion de matériel archéologique détecté, leur assemblage masqué sous un épais enduit noir et la typologie fantaisiste, de même que le statut de l'objet lors de sa vente et de son entrée au musée nous amènent à nous demander s'il ne pourrait pas être qualifié de faux.

Concernant les interventions menées, le dégagement de la bande de sondage a permis de renforcer la valeur de recherche ainsi que la valeur éducative de l'objet. Il met en évidence certaines des pratiques artisanales du XIX^e siècle et permet de comprendre l'assemblage des différents matériaux présents.

Cependant, la multitude de matériaux rencontrés montre qu'il est difficile de tirer des généralités quant aux pratiques de restauration du XIX^e siècle. Les pratiques variants entre chaque atelier, une étude sur un panel d'objets remaniés plus large, permettrait d'établir un parallèle plus précis.

Enfin, la consolidation de la couche noire de l'amphore a permis sa stabilisation et ainsi, sa bonne conservation.

Dans le cas du vase 3272, des analyses supplémentaires permettraient d'approfondir la documentation de l'objet. Par exemple, en procédant à une microscopie Raman afin d'identifier plus précisément les types de pigments utilisés, ou encore en procédant à une analyse pétrographique au moyen de prélèvement en lames minces sur les parties céramiques, afin de permettre une localisation géographique et éventuellement une période de production.

En conclusion de l'étude, il est indéniable que nous nous trouvons face à une authentique création, issue de l'imaginaire et des pratiques du XIX^e siècle.

Glossaire

Atmosphère réductrice ou oxydante : Correspond à l'atmosphère de cuisson dans le four du potier. Dans le premier cas il y a une forte part d'oxygène. Dans le deuxième le taux d'oxygène y est faible ou nul²⁹⁸.

Barbotine : Argile diluée dans de l'eau, permet d'obtenir un fluide propre à être appliqué sur une poterie et être utilisée comme adhésif pour diverses parties, appliquée avant cuisson²⁹⁹.

Calcite : Est une forme cristalline du carbonate de calcium, elle est le principal constituant de la craie, du marbre. Elle est très employée comme charge³⁰⁰.

Carène³⁰¹ : Lorsque le point de rencontre entre deux courbures se fait sous la forme d'une arête.

Céramique : Se dit d'une matière argileuse cuite au-delà de 600°C.

Cuisson en charge : Les produits à cuire sont déposés sur un lit de combustible et recouverts de ce combustible³⁰².

Dégraissant : Fragments de matière organique ou inorganique ajoutés à la pâte volontairement ou non afin d'améliorer sa texture. Permet également d'améliorer l'évaporation de l'eau en limitant le risque de cassure lors de la cuisson³⁰³.

Engobe : Fabriquée à partir d'argile diluée dans l'eau elle sert à recouvrir la pâte d'un objet céramique, permettant de faire varier sa couleur ou de lui apporter une protection³⁰⁴.

Feldspath : Groupe de minéraux à base de silicate dont la composition peut contenir une proportion variable de sodium, de potassium ou de calcium, faisant varier les propriétés du minéral³⁰⁵.

Fond à piédestal : Lorsque le fond d'un vase est placé plus haut que la zone de contact entre l'objet et une surface. Implique souvent le tournage séparé des éléments panse et pied³⁰⁶.

²⁹⁸ D'Anna *et al.*, 2011, p.314.

²⁹⁹ D'Anna *et al.*, 2011, p.314.

³⁰⁰ Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2022a [En ligne].

³⁰¹ Cauliez *et al.*, 2002, p.3.

³⁰² Cottier-Angeli, 1994, p.68.

³⁰³ D'Anna *et al.*, 2011, p.317.

³⁰⁴ D'Anna *et al.*, 2011, p.319.

³⁰⁵ Druc, 2015, p.24.

³⁰⁶ Desenne, 2009, p.207.

Liant : Composé servant à assembler en masse les particules constitutives des pigments (dans le cas de la peinture) ou des charges minérales³⁰⁷.

Mica : Famille de minéraux principalement composé de silicate d'aluminium et de potassium³⁰⁸.

Pâte : Mélange d'argile, de dégraissant et d'eau propre à être utilisé pour façonner un objet³⁰⁹.

Point d'inflexion : Un point d'inflexion existe lorsqu'une partie concave du profil d'un vase fait suite à une partie convexe et inversement³¹⁰.

Porosité : Se définit comme la quantité de pore présent dans la pâte d'une céramique. Elle définira la perméabilité de celle-ci ainsi que sa résistance³¹¹.

Protomé : Représentation partielle, le plus souvent le haut du corps, d'une figure anthropomorphe ou zoomorphe, en ronde-bosse.

Quartz : Espèce minérale de la famille des silicates, principalement composé de dioxyde de silicium. A le plus souvent une couleur blanche et une certaine transparence³¹².

Silice : La silice est composée de dioxyde de silicium, elle rentre dans la composition de nombreux minéraux.

Thermoluminescence : Technique permettant de dater 'un matériau pour autant qu'il ait été chauffé (céramique, four de potier). Un matériau tel que le quartz par exemple, accumule naturellement une certaine quantité de radiation. Lorsqu'il est chauffé au-dessus de 500°C, toute la radiation accumulée est éliminée. Il est possible, en laboratoire de quantifier la quantité d'énergie accumulée par le matériau depuis sa dernière chauffe, permettant une proposition de datation³¹³.

Tournassage : Action permettant au potier d'enlever une certaine quantité de pâte en trop sur l'objet qu'il façonne, s'exécute avant cuisson à l'aide d'outils spécifiques³¹⁴.

³⁰⁷ Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2022b [En ligne].

³⁰⁸ Druc, 2015, p.31.

³⁰⁹ D'Anna *et al.*, 2011, p.325.

³¹⁰ Cauliez *et al.*, 2002, p.3.

³¹¹ D'Anna *et al.*, 2011, p.325.

³¹² Druc, 2015, p.25.

³¹³ Schweizer, 1993, p.215.

³¹⁴ D'Anna *et al.*, 2011, p.329.

Bibliographie

Appelbaum, 2007 : Appelbaum, Barbara. *Conservation Treatment Methodology*. Butterworth Heinemann, Amsterdam, 2007.

Arslanoglu, 2003 : Arslanoglu, Julie. « Evaluation of the Use of Aquazol as an Adhesive in Paintings Conservation ». *WAAC Newsletter*, Vol. 25, N°2, 2003, pp.10-15.

Arslanoglu, 2004 : Arslanoglu, Julie. « Aquazol as Used in Conservation Practice » *WAAC Newsletter*, Vol. 26, N°1, 2004, pp.12-18.

Balcar et Vandenberghe, 2013 : Balcar, Nathalie et Vandenberghe, Yannick « Lagrénée restaurateur et ses contemporains : autopsie d'un savoir-faire ». In Bourgeois, Brigitte et Denoyelle, Martine (dir.). *L'Europe du vase antique, Collectionneurs, savants, restaurateurs au XVIII^e et XIX^e siècles*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, 2013, pp. 139-150. Collection « Art & Société ».

Barni et Paolucci, 1985 : Barni, Enrico et Paolucci, Giulio. *Archeologia e antiquaria a Chiusi nell'Ottocento. Storie di eruditi, mercanti, collezionisti e scavatori*. Electa Editrice, Milano, 1985.

Baglioni et al., 2014 : Baglioni, Piero *et al.* « Micelle, microemulsions and gels for the conservation of cultural heritage ». *Advances in Colloid and Interface Science*, Vol. 205, 2014, pp.361-371.

Bassett, 2007 : Bassett, Jane. « Thermoluminescence dating for European sculpture : A consumer's guide ». *AIC Objects Specialty Group Postprints*, Vol.14, 2007, pp.32-46.

BeMiller, 2018 : BeMiller, James. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. Third Edition. Elsevier, Amsterdam, 2018. Chpt 3 : Polysaccharides : Occurrence, Structures and Chemistry, pp.75-101.

Bernard, 2015 : Bernard, Marie-Amélie. « Restauration et documentation à Rome dans les années 1830. Le cas des vases grecs ». *Technè*, N°42, 2015, p. 25-33.

Bertini, 1998 : Bertini, Francesca. « Il restauro della ceramica e della plastica fittile : Antichi interventi di integrazione ». *OPD Restauro*, N°10, 1998, pp.149-161.

Blanck, 1996 : Blanck, Horst. « Adolphe Noël des Verges e l'Institut di Corrispondenza archeologica ». In Copioli, Rosita (dir.). *Adolphe Noël des Vergers, Un classicista eclettico e la sua dimora a Rimini*. Associazione Adolphe Noël des Vergers, Rimini, 1996, pp.333-346.

Boitani et al., 2014 : Boitani, Francesca *et al.* « Amphores de tables étrusco-géométriques d'époque orientalisante à Véies ». In Ambrosini, Laura et Jolivet, Vincent (dir.). *Les potiers d'Étrurie et leur monde. Contacts, échanges, transgerts*. Armand Colin, Paris, 2014, pp.69-80. Recherches.

Brandi, 2000 : Brandi, Cesare. *Teoria del restauro*. Seconde édition. Einaudi, Torino, 2000. Piccola Biblioteca Einaudi.

Buys et Oakley, 1993 : Buys, Susan et Oakley, Victoria. *The Conservation and Restoration of Ceramics*. Routledge, New-York, 1993.

Camporeale, 1992 : Camporeale, Giovannangelo. « La vocation maritime des Etrusques ». In *Les Etrusques et l'Europe*. Réunion des Musées Nationaux, Paris, 1992, pp.44-53.

Camporeale, 1992 : Camporeale, Giovannangelo. « L'Etrurie des cités ». In *Les Etrusques et l'Europe*. Réunion des Musées Nationaux, Paris, 1992, pp.62-71.

Cauliez et al., 2002 : Cauliez, Jessie et al. « Nomenclature et méthode de description pour l'étude des céramiques de la fin du Néolithique en Provence ». *Préhistoires Méditerranéennes*, volume 10, n°11, 2002, pp.61-82.

Charpy, 2010 : Charpy, Manuel. *Le théâtre des objets. Espaces privés, culture matérielle et identité bourgeoise. Paris, 1830-1914*. Université François-Rabelais, Tours, 2010.

Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2019 [En ligne]. *Naples Yellow* [En ligne]. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2019 [Consulté le 13 avril 2022]. https://cameo.mfa.org/wiki/Naples_yellow

Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2022a [En ligne]. *Calcite* [En ligne]. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2019 [Consulté le 23 juin 2022]. <https://cameo.mfa.org/wiki/Calcite>

Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2022a [En ligne]. *Binder* [En ligne]. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, 2019 [Consulté le 23 juin 2022]. <https://cameo.mfa.org/wiki/Binder>

Copioli, 1996 : Copioli, Rosita. « Ritratto di un antichista moderno : mon semblable, mon frère ». In Copioli, Rosita (dir.). *Adolphe Noël des Vergers, Un classicista eclettico e la sua dimora a Rimini*. Associazione Adolphe Noël des Vergers, Rimini, 1996, pp.17-130.

Cottier-Angeli, 1994 : Cottier-Angel, Fiorella. « Techniques céramiques antiques ». In Reverdin, Oliver et Cassani, Silvia (dir.). *L'art des peuples italiques, 3000 à 300 avant J.-C*. Electa, Napoli, 1994, pp.66-69.

Coulié et Petrakova, 2018 : Coulié, Anne et Petrakova, Anna. « La restauration des vases Campana ». In Gaultier, Françoise et al. (dir.). *Un rêve d'Italie, La collection du marquis Campana*. Liénart et Louvre éditions, Paris, 2018, pp.316-321.

Cremonesi, 2016 : Cremonesi, Paolo. « Surface Cleaning ? Yes, Freshly grated Agar Gel, please ». *Studies in Conservation*, Vol.61, n°6, 2016, pp.362-367.

D'Anna et al., 2011 : D'Anna, André et al., *La Céramique. La poterie, du néolithique aux temps modernes*. Editions Errance, Arles, 2011. Collection « Archéologiques ».

Desenne, 2009 : Desenne, Sophie. « V.1. La céramique » *Revue archéologique de Picardie*, volume 1, Numéro spécial 26, 2009, pp.205-270.

Donati, 1968 : Donati, Luigi. « Vasi di *bucchero* decorati con teste plastiche umane ». *Studi Etruschi*, Vol. 36, 1968, pp.319-356.

Druc, 2015 : Druc, Isabelle. *Portable Digital Microscope, Atlas of Ceramics Paste, Components Texture and Technology*. Deep University Press, Blue Mounds, 2015.

Dupke, Andréa et al., 2020 : Dupke, Andréa et al. « Nouvelles utilisations des gels à base d'agar pour le nettoyage des métaux ». *Conservation Restauration des Biens Culturels*, Cahier technique n°26, 2020, pp.71-79.

Dupuy, 2012 [En ligne] : Dupuy, Claire. « Les solvants organiques neutres épaissis pour le nettoyage d'une couche picturale » In *CeROArt*, EGG 2, [En ligne]. 2012 [Consulté le 31 mars 2022]. <http://journals.openedition.org/ceroart/2634>

Forni, 1866 : Forni, Ulisse. *Manuale del pittore restauratore*. Successori Le Monnier, Firenze, 1866.

Gaultier, 2018 : Gaultier, Françoise. « Campana et le marché des antiquités à Rome ». In Gaultier, Françoise et al. (dir.). *Un rêve d'Italie, La collection du marquis Campana*. Liénart et Louvre éditions, Paris, 2018, pp.90-98.

Gettens et al., 1993b : Gettens, Rutherford et al. « Lead White ». In Roy, Ashok (éd.). *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Vol. 2, National Gallery of Art, Washington, 1993, pp.67-81.

Gettens et al., 1993b : Gettens, Rutherford et al. « Calcium Carbonate Whites ». In Roy, Ashok (éd.). *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Vol. 2, National Gallery of Art, Washington, 1993, pp.203-226.

Giroire, 2018 : Giroire, Cécile. « Pastiches, remontage et faux dans la collection des verres ». In Gaultier, Françoise et al. (dir.). *Un rêve d'Italie, La collection du marquis Campana*. Liénart et Louvre éditions, Paris, 2018, pp.323-324.

Gran-Aymerich, 1982 : Gran-Aymerich, Jean. *Corpus Vasorum Antiquorum*. France 38, Fascicule 20. *Musée du Louvre : Impasto et bucchero de l'Étrurie et du Latium*. Diffusion de Boccard, Paris, 1982.

Gran-Aymerich, 2014 : Gran-Aymerich, Jean. « Le *bucchero* : céramique de prestige et céramique commune, en Étrurie et en Méditerranée occidentale ». In Ambrosini, Laura et Jolivet, Vincent (dir.). *Les potiers d'Étrurie et leur monde. Contacts, échanges, transgerts*. Armand Colin, Paris, 2014, pp.123-175. Recherches.

Gran-Aymerich, 2017 : Gran-Aymerich, Jean. *Les vases de bucchero. Le monde étrusque entre Orient et Occident*. « L'Erma di Breitschneider, Roma, 2017. Biblioteca Archaeologica n°55.

Grisson, 1986: Grisson, Carol. « Green Earth ». In Feller, Robert (éd.). *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Vol. 1, National Gallery of Art, Washington, 1986, pp.141-167.

Haupt et al., 1990 : Haupt, Margaret *et al.* « An Investigation into three Animal Glues ». *The Conservator*, Vol. 14, N°1, 1990, pp.10-16.

Hernando et Dominguez, 2013 : Hernando, Sonia et Dominguez, Manuel. « Cleaning plaster surfaces with agar-agar gels : evaluation of the technique ». *Ge-conservación*, n°4, 2013, pp.111-126.

Horie, 2010 : Horie, Velson. *Materials for Conservation. Organic Consolidants, adhesives and coatings*. Second Edition. Elsevier, Amsterdam, 2010.

Notes de l'ICC 10/4, 2017, [En ligne] : Institut Canadien de Conservation. « Notes de l'ICC 10/4 ; Conditions ambiantes recommandées pour les peintures ». In Institut Canadien de Conservation [En ligne]. Ministre, Travaux publics et Services Gouvernementaux Canada, 2017 [Consulté le 15 juin 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/notes-institut-canadien-conservation/conditions-ambiantes-recommandees-peintures.html>

Joseph, 2021, non publié : Joseph, Edith. *Characterization of Heritage Material*. Microanalysis - Support de cours. Haute-Ecole Arc, Neuchâtel, 2021, non publié.

Khandekar, 2004 : Khandekar, Narayan. « Gelled Systems : Theory and Early Application ». In Dorge, Valerie (éd.). *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art, The Residue Question*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2004, pp.5-11. Research in Conservation.

Lee Scott, 2012 : Lee Scott, Cindy. « The Use of Agar as Solvent Gel in Objects Conservation ». *Objects Specialty Group Postprints*, Vol.19, 2012, pp.71-83.

Lardet, 2014, [En ligne] : Lardet, Guillemette. « Comparaison du Plexisol® P550 et du Médium de Consolidation® 4176 » In *Egg*, n°4, [En ligne]. 2014, [Consulté le 3 mai 2022]. <http://journals.openedition.org/ceroart/3986>

Longperier, 1867 : Longperier, Adrien Prévost. *Collection d'antiquités de feu M. Ad. N. des Vergers*. Imprimerie de Firmin Didot Frères, Fils et Cie, Paris, 1867.

Markevicius, 2003 : Markevicius, Tomas. *Deceptive Fluorescent Varnishes : A Comparative Study of the UV Luminescence of a Fresh Applied Varnishes Produced Using Fluorescent Coating Materials*. *Art Forgeries, IIC NORDIC GROUP 16th CONGRESS, Reykjavik, 4-7 juin 2003*. Preprints, Reykjavic, 2003.

Marriott et al., 2010 : Marriott, Sally et al. « Material Focus, Lascaux 4176 Medium for Consolidation ». *The Picture Restorer*, n°37, 2010, pp.34-35.

Masschelein-Kleiner, 1995 : Masschelein-Kleiner, Liliane. *Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives*. ICCROM, Rome, 1995.

Mathe et Vieillescazes, 2002 : Mathe, Carole et Vieillescazes, Catherine. « Compréhension des mécanismes de coloration des liants protéiques picturaux à l'aide du Noir Amide 10B ». *L'actualité chimique*, n°258, 2002, pp.11-14.

Matteini et al., 2016 : Matteini et al. *Chemistry for Restoration. Painting and Restoration Materials*. Nardini Editore, Firenze, 2016, Arte e Restauro.

Measday et al, 2017 : Measday, Danielle et al. « A Summary of Ultra-Violet Fluorescent Materials Relavant to Conservation ». *AICCM National Newsletter*, n°137, 2017.

Michalski, 2018 [En ligne] : Michalski, Stefan. « Agent de détérioration : lumière, ultraviolet et infrarouge ». In ICC [En ligne]. ICC, 17 mai 2018 [Consulté le 10 juin 2022].
<https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/lumiere.html#det5>

Millet et Bernadet, 2020, [En ligne] : Millet, Emilie et Bernadet, Renaud. « La tomographie, un atout majeur dans la chaine opératoire analytique de l'objet archéologique ». In *Les nouvelles de l'archéologie*, n°159, [En ligne]. 2020, [Consulté le 2 mai 2022].
<http://journals.openedition.org/nda/9357>

Morin, 2015 : Morin, Odile. « Caractéristiques des huiles de lin et de chanvre ». *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, Vol. 22, n°6, 2015, pp. 1-6.

Nicolas, 2020, [En ligne] : Nicolas, Théophane. « De l'analyse tomodensitométrie à la caractérisation des chaînes opératoires et des matériaux de la céramique ». In *Les nouvelles de l'archéologie*, n°159, [En ligne]. 2020, [Consulté le 2 mai 2022].
<http://journals.openedition.org/nda/9532>

Odegaard et al., 2005 : Odegaard, Nancy et al. *Material Characterization Tests for Objects of Art and Archaeology*. Second Edition, Archetype Publications, London, 2005.

Pallotino, 1992 : Pallotino, Massimo. « Les Etrusques dans l'Histoire ». In *Les Etrusques et l'Europe*. Réunion des Musées Nationaux, Paris, 1992, pp.28-33.

Paolucci, 2005: Paolucci, Giulio. *Documenti e memorie sulle antichità e il museo di Chiusi*. Istituti editoriali e poligrafici internazionale, Pisa, 2005.

Paolucci, 2014 : Paolucci, Giulio. *Archeologia Romantica in Etruria, Gli Scavi di Alessandro François e Adolphe Noël des Vergers*. Edizioni Quasar, Roma, 2014.

Paolucci, 2018 : Paolucci, Giulio. « Le marché toscan : les antiquités de Chiusi ». In Gaultier, Françoise *et al.* (dir.). *Un rêve d'Italie, La collection du marquis Campana*. Liénart et Louvre éditions, Paris, 2018, pp.106-111.

Pauchard et al., 2007 : Pauchard, Ludovic *et al.* « Craquelures dans les couches picturales des peintures d'art ». *Reflète de la physique*, N°3, 2007, pp.5-9.

Pernet, 2020a : Pernet, Lionel. « Le antichità della collezione des Vergers al Museo Cantonale di Losanna ». In *Immaginare l'Unità d'Italia. Gli Etruschi a Milano tra collezionismo e tutela*, Atti del convegno internazionale 30-31 maggio 2019. Fondazione Luigi Rovati, Milano, 2020, pp.179-191.

Pernet 2020b : Pernet, Lionel. « Frédéric Troyon (1815-1866) and Arnold Morel-Fatio (1813-1887) : Collecting European antiquities for the *Musée Cantonal* in Lausanne (Switzerland) ». In Amkreutz, Luc (éd.). *Collecting Ancient Europe : National Museums and the search for European Antiquities in the 19th-early 20th Century*. Sidestone Press, Leyden, 2020, p.33-42. Papers on archeology of the Leiden Museum of Antiquities.

Poliszek et Ybarra, 2014 : Poliszek, Andrea et Ybarra, Gabriel. « Analysis of Cultural Heritage Materials by Infrared Spectroscopy ». In Cozzolino, Daniel (éd.). *Infrared Spectroscopy : Theory, Developments and Applications*. Nova Science Publishers, New-York, 2014, pp. 519-536. Chemistry Research and Applications.

Ris-Paquot, 1872 : Ris-Paquot, Edmond. *Manière de restaurer soi-même les faïences, porcelaines*. Typographie Lahure, Paris, 1872.

Sannibale et al., 2013 : Sannibale, Maurizio *et al.* « Les vases du Vatican autrefois au musée Napoléon et leurs restaurations ». In Bourgeois, Brigitte et Denoyelle, Martine (dir.). *L'Europe du vase antique, Collectionneurs, savants, restaurateurs au XVIII^e et XIX^e siècles*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, 2013, pp. 121-138. Collection « Art & Société ».

Schellmann, 2007 : Schellmann, Nanke. « Animal Glues : a Review of their Key Properties Relevant to Conservation ». *Studies in Conservation*, Vol 52, N°supp. 1, 2007, pp.55-66.

Schweizer, 1993 : Schweizer, François. « La datation de la céramique par thermoluminescence ». *Archives des Sciences*, Vol. 46, N°2, 1993, pp.215-220.

Secco-Suardo, 1866 : Secco-Suardo, Giovanni. *Manuale ragionato per la parte meccanica dell'arte del restauratore dei dipinti*. Tipografia di Pietro Agnelli, Firenze, 1866.

Shelton, 1996 : Shelton, Chris. « The Use of Aquazol-Based Gilding Preparations ». *WAG Postprints*, 1996, pp.1-7.

Stulik et Miller, 2004 : Stulik, Dusan et Miller, David. « Research into Solvent Residues ». In Dorge, Valerie (éd.). *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art, The Residue Question*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2004, pp.18-53. Research in Conservation.

Thiaucourt, 1865 : Thiaucourt, Paul. *Essai sur l'art de restaurer les faïences et porcelaines*. Chez Auguste Aubry, Libraire, Paris, 1865.

Thuer, 2011 : Thuer, Chantal-Helen. « Scottish Renaissance Interiors : Facings and adhesives for size-tempera painted wood ». *Historic Scotland Technical Paper*, N°11, 2011, pp.1-131.

Wainwright, 1986 : Wainwright, Ian *et al.* « Lead White Antimony ». In Feller, Robert (éd.). *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Vol. 1, National Gallery of Art, Washington, 1986, pp.219-254.

Wills, 2020 [En ligne] : Wills, Patricia. « Analyses non destructives par tomographie à rayon X » In *Les nouvelles de l'archéologie*, n°159, [En ligne]. 2020, [Consulté le 2 mai 2022]. <http://journals.openedition.org/nda/9047>

Wolbers, 2000 : Wolbers, Richard. *Cleaning Painted Surfaces, Aqueous Methods*. Archetype Publications Ltd, London, 2000.

Communications écrites et orales

Dubois, 2022 [Courriel] : Dr Dubois, Yves. Professeur à l'Institut d'archéologie et des sciences de l'Antiquité de l'Université de Lausanne. Communication écrite, 07 mars 2022.

Gehrig-Jaggi, 2022 [Entretien] : Gehrig-Jaggi, Anouk. Conservatrice-restauratrice en peinture et chargée de cours à la Haute-Ecole Arc. Communication orale, 20 mai 2022.

Gran-Aymerich, 2022 [Courriel] : Dr Gran-Aymerich, Jean. Directeur retraité du CNRS. Communication écrite, 12 avril 2022.

Paolucci, 2022 [Courriel] : Dr Paolucci, Giulio. Conservateur au *Museo civico Archeologico di Chianciano Terme*. Communication écrite, 26 avril 2022.

Pernet, 2022 [Entretien] : Dr Pernet, Lionel. Directeur du Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne. Communication orale, 24 avril 2022.

Thierrin-Michael, 2022 [Entretien] : Dr Thierrin-Michael, Gisella. Professeure du département de géosciences de l'Université de Fribourg. Communication orale, 11 mai 2022.

Crédits photographiques : Tous les schémas, figures et tableaux sont crédités :

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

A l'exception des mentions suivantes :

Figure 12 : ©Réunion des Musées Nationaux, 1992, Paris.

Figure 14 : ©Musée du Louvre, Chauzeville.

Figure 15 : ©Metropolitan Museum of Art

Figure 16 : ©Harvard College Library

Figure 17 : ©Yale University Art Gallery

Figure 18 : © Associazione Adolphe Noël des Vergers

Figure 19 et 24 : ©Biblioteca Civica Gambalunga

Figure 20 : ©Bibliothèque Nationale de France

Figure 21 : © MCAHL, Yves André

Figure 23 : © Metropolitan Museum of Art

Figures 44-46 et 186-193: ©Service de radiologie du CHUV

Figures 47-50 et 195-201 : ©Centre d'Imagerie Médicale de La Chaux-de-Fonds (CIM)

Figure 110 : ©Musée du Louvre, Lebaube

Schéma 5 et 14 : ©Triangolo interattivo dei solventi e delle solubilità (TriSolv)

Spectres 1-10 : ©Edith Joseph, He-Arc, 2022.

Spectres 11-14 : ©Laura Brambilla, He-Arc, 2022.

Matériel utilisé pour la photographie

Microscope Digital : Toutes les photographie portant dans la légende la mention *Microscope digital* ont été obtenues à l'aide d'un microscope digital *Dino-Lite®*.

Microscope optique : Toutes les photographie portant dans la légende la mention *Microscope optique* ont été obtenues à l'aide d'un microscope optique *Zeiss Axioskop 2 Mat.* Muni d'une caméra *Axiocam 305 color*.

Liste des figures

Figure 1 : Vase 3272 avant intervention.	8
Figure 2 : Vue d'une anse et d'un protomé supérieur et inférieur.	10
Figure 3 : Registre supérieur, orné d'un médaillon de gorgonéion et d'un guerrier casqué. Entre les deux un godron est présent.	10
Figure 4 : Pied de l'amphore, séparé de la panse par un cordon. Décors d'applique représentant un lion.	11
Figure 5 : Protomés supérieurs du vase, appliqués sur le haut des anses. Celui de gauche est désolidarisé du reste de l'objet.	11
Figure 6 : Protomés inférieurs, appliqués à la base des anses.	12
Figure 7 : Un des protomé de griffon, destiné à être posé sur les tenons présents sur l'épaule.	12
Figure 8 : Médaillons appliqués sur le registre supérieur, représentant des guerriers casqués et des gorgonéions. Ils sont séparés par des godrons (non-visibles ici).	12
Figure 9 : Frise de décors d'appliques du registre central représentant des lions.	13
Figure 10 : Frise de décors d'appliques présente sur le pied.	13
Figure 11 : Décors incisés entre le registre central et le registre inférieur. On remarque également l'étiquette indiquant le numéro d'inventaire (3272).	13
Figure 12 : Carte représentant les limites du territoire étrusque. En rouge, Chiusi et Vulci, d'où est supposé provenir le vase 3272.	14
Figure 13 : Frise chronologique représentant les différentes époques de la culture étrusque ainsi que les périodes des différents types de production de céramique.	15
Figure 14 : Amphore CP2831 de la période orientalisante. Daté entre -640 et -620.	16
Figure 15 : Cratère 96.9.167, de la période archaïque. Daté vers -550.	16
Figure 16 : Illustration issue du manuel de Ris-Paquot, imageant la manière de restaurer une céramique par l'ajout de structure en fil de fer.	21
Figure 17 : Objet 1913.22. Provient de la collection des Vergers, conservé à la Yale University Art Gallery. Censé être un objet étrusque, elle est décrite comme étant une falsification.	22
Figure 18 : Portrait de Noël des Vergers, date inconnue.	25
Figure 19 : Vue d'artiste du Tumulo della Cucumella à Vulci, fouillée par des Vergers et François. Artiste inconnu, entre 1857 et 1861.	26
Figure 20 : Page de couverture du catalogue de la vente aux enchères de la collection de des Vergers en 1867, rédigé par Longperier.	26
Figure 21 : Corpus d'objets provenant de la collection des Vergers et conservé au MCAHL.	27
Figure 22 : Frise chronologique présentant les différentes époques de production du bucchero. En rouge le bucchero pesante, inspiration principale pour le vase 3272.	29
Figure 23 : Oenochoé de bucchero pesante. N°16,174.10. Datée vers -575.	30
Figure 24 : Vase de la collection des Vergers, acheté par François à un orfèvre d'Empoli. Désigné comme faux.	31

Figure 25 : Exemple de craquelures recensées sur le registre supérieur de face D.	34
Figure 26 : Lacune de la couche noire, touchant également le décors d'applique. Mascaron du registre supérieur de la face D.	35
Figure 27 : Abrasion touchant le registre inférieur de la face D.	35
Figure 28 : Vernis transparent présent sur un lion du pied de la face C.	35
Figure 29 : Registre central sous lumière UV. On remarque une fluorescence verdâtre. Longueur d'ondes UV 365nm.	36
Figure 30 : Fluorescence blanche observée sur un mascaron du registre supérieur de la face C. Longueur d'ondes UV 365nm.	36
Figure 31 : Fissures touchant les couches inférieures. Décors d'applique du pied de la face A.	36
Figure 32 : Décors d'applique manquant sur la frise du registre central de la face C. A laissé sa silhouette visible.	37
Figure 33 : Deux protomés de griffon. On remarque des manques dans la couche noire. Les oreilles sont brisées.	37
Figure 34 : Vernis transparent sur une zone altérée de la frise du pied, face A.	41
Figure 35 : Vernis à fluorescence blanche. Ici un des rares exemples où il est perceptible en lumière visible.	41
Figure 36 : Vue au microscope digital du faux sédiment beige appliqués dans les reliefs du vase. Ici sous le cordon inférieur du registre central de la face A.	42
Figure 37 : Vue au microscope optique de la tranche d'un prélèvement de la couche noire.	42
Figure 38 : Vue de la sous-couche noire à l'emplacement d'un décors d'applique manquant de la frise central de la face C.	43
Figure 39 : Vue au microscope optique du sédiment interne.	43
Figure 40 : Vue générale de l'amphore en lumière UV. Longueur d'onde UV 365 nm.	43
Figure 41 : Vue du registre central en lumière UV. On remarque une fluorescence verdâtre. Longueur d'onde UV 365 nm.	44
Figure 42 : Fluorescence blanche observée sur la frise du registre central de la face c Longueur d'onde UV 365 nm.	44
Figure 43 : Fluorescence décors d'applique du pied de la face A. Longueur d'onde UV 365 nm.	44
Figure 44 : Radiographie du col et des anses. ©Service de radiologie du CHUV.	46
Figure 45 : Différence de densité observée sur une radiographie du registre central. ©Service de radiologie du CHUV.	46
Figure 46 : Radiographie du pied de l'amphore. © Service de radiologie du CHUV.	47
Figure 47 : Vue générale de l'amphore en tomographie. On observe une différence de densité ainsi qu'une ligne de jonction entre le col et la panse. ©CIM La Chaux-de-Fonds.	48
Figure 48 : Différence de densité entre l'anse et le décors appliqué. On remarque également une ligne de cassure dans le haut du motif. ©CIM La Chaux-de-Fonds.	49

Figure 49 : Vue du dessus du vase en tomographie. On remarque une différence de densité des décors d'applique ainsi qu'une ligne sombre les séparant du support. ©CIM La Chaux-de-Fonds.....	49
Figure 50 : Coupe de l'objet effectuée par la tomographie. On observe les traces de tournages.	50
Figure 51 : Vue au microscope digital d'une fenêtre ouverte sur le registre inférieur.	50
Figure 52 : Vue de l'emplacement de la future bande de sondage.	51
Figure 53 : Test de la goutte sur le registre sur le registre inférieur.	53
Figure 54 : Test de la goutte sur le registre central.	53
Figure 55 : Test de solubilité de la couche noire prélevée sur le registre central.	54
Figure 56 : Gel d'agar-agar semi-rigide prêt à être appliqué.	56
Figure 57 : Gel d'acide polyacrylique.	56
Figure 58 : Epruvette de plâtre préparée pour le test.	57
Figure 59 : Diffusion du gel d'aga-agar à 4% avant et après 15 min d'application. La trace laissée par la diffusion est peu visible en photo, d'où le détournement.	57
Figure 60 : Diffusion du gel d'acide polyacrylique avec interface.	58
Figure 61 : Emplacement de la bande de sondage délimitée par un ruban adhésif.	59
Figure 62 : Motif de godron constitué d'une pâte brune très dure sous la couche noire.	60
Figure 63 : Cordon de séparation entre le pied et la panse. On observe une ligne de jonction entre les deux éléments sous le cordon.	60
Figure 64 : Application de gel de solvant sur le protomé inférieur de l'anse.	60
Figure 65 : Anse et relief d'applique après dégagement.	61
Figure 66 : Amphore 3272 après le dégagement de la bande de sondage.	62
Figure 67 : Vue au microscope digitale de la panse (registre inférieur) en céramique rouge.	63
Figure 68 : Vue au microscope digitale de la céramique blanche de l'anse dégagée.	63
Figure 69 : Vue au microscope digitale de la céramique noire du relief appliqué sur l'anse D.	64
Figure 70 : Vue au microscope digitale de la céramique noire de la base du pied.	64
Figure 71 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du mascaron du registre supérieur du secteur C.	64
Figure 72 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du protomé inférieur de l'anse D.	64
Figure 73 : Vue au microscope optique d'un prélèvement de décors modelé, bouton du registre central.	65
Figure 74 : Vue au microscope optique d'un prélèvement du mortier de jonction.	65
Figure 75 : Vue au microscope digital du prélèvement VT1 avant spot-test.	67
Figure 76 : Vue au microscope digital du prélèvement VT1 après spot-test.	67
Figure 77 : Vue au microscope digital du prélèvement FB1 avant spot-test.	68
Figure 78 : Vue au microscope digital du prélèvement FB1 après spot-test.	68
Figure 79 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 avant spot-test d'identification des oxydes de fer.	70

Figure 80 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 après spot-test d'identification des oxydes de fer.	70
Figure 81 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 avant spot-test d'identification du jaune de Naples.	70
Figure 82 : Vue au microscope digital du prélèvement FS2 après spot-test d'identification du jaune de Naples.	70
Figure 83 : Vue au microscope digital du prélèvement CN2 avant spot-test d'identification des oxydes de fer.	73
Figure 84: Vue au microscope digital du prélèvement CN2 après spot-test d'identification des oxydes de fer.	73
Figure 85 : Vue au microscope digital du prélèvement CN1 avant spot-test d'identification de l'huile siccative.	73
Figure 86 : Vue au microscope digital du prélèvement CN1 après spot-test d'identification de l'huile siccative.	73
Figure 87 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.	75
Figure 88 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 après spot-test d'identification de composés protéiniques.	75
Figure 89 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN2 avant spot-test d'identification d'oxydes de fer.	75
Figure 90: Vue au microscope digital du prélèvement SCN2 après spot-test d'identification d'oxydes de fer.	75
Figure 91 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 avant spot-test d'identification d'huile siccative.	76
Figure 92 : Vue au microscope digital du prélèvement SCN1 après spot-test d'identification d'huile siccative.	76
Figure 93 : Emplacement des décors d'appliques.	77
Figure 94 : Vue au microscope digital du prélèvement DA3 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.	78
Figure 95: Vue au microscope digital du prélèvement DA3 avant spot-test d'identification de composés protéiniques	78
Figure 96 : Emplacement des décors modelés.	78
Figure 97 : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 avant spot-test d'identification d'huile siccative.	79
Figure 98 : : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 après spot-test d'identification d'huile siccative.	79
Figure 99 : Vue au microscope digital du prélèvement DM2 avant spot-test d'identification de composés protéiniques.	79

Figure 100 Vue au microscope digital du prélèvement DM2 après spot-test d'identification de composés protéiniques.	79
Figure 101 : Emplacement du mortier de jonction.....	80
Figure 102 : Vue au microscope optique du mortier de scellement.....	80
Figure 103 : Emplacement de la céramique rouge.	81
Figure 104 : Observation au microscope optique de la pâte céramique rouge. Les cercles indiquent les pores.	81
Figure 105 : Emplacement de la céramique blanche.	82
Figure 106 : Vue au microscope optique de la céramique blanche. Les cercles mettent en évidence les inclusions noires.	82
Figure 107 : Emplacement de la céramique noire.	83
Figure 108 : Vue au microscope digital de la céramique noire de la base du pied.....	83
Figure 109 : Vue en microscope optique de d'un prélèvement céramique noire du protomé brisé.	84
Figure 110 : Amphore corinthienne n° CP82. Vers-550. 34,8 cm x 22,6 cm..	85
Figure 111 : Vue au microscope digitale de traces d'outils relevés sur les fragments céramique de la base du pied.	85
Figure 112 : Emplacement du protomé de l'anse A. En rouge, un joint de pâte céramique semblable à celle de la panse.....	86
Figure 113 : Pâte brune constituant le décors modelé du cordon inférieur du registre central.	86
Figure 114 : Vue au microscope optique d'un poil pris dans la couche noire.	87
Figure 115 : Vue au microscope digital des décors incisés.	87
Figure 116 : Calice 3286 provenant de la collection des Vergers.	89
Figure 117 : Calice 3286 en observation UV. Les lignes blanches représentent des lignes de cassures. Longueur d'onde UV 365nm.	89
Figure 118 Calice 3282 en observation UV. Les lignes blanches représentent des lignes de cassures. Longueur d'onde UV 365nm.	90
Figure 119 : Eprouvettes enduite de l'apprêt de col de peau.	98
Figure 120 : Couche noire en cours de séchage.....	99
Figure 121 : Plaquettes dans l'enceinte saturée de vapeur d'eau.	100
Figure 122 : Plaquette C (ne contenant pas d'huile de lin) avant et après dégradation accélérée.	100
Figure 123 : Aquazol®200 avant dissolution dans un solvant.	102
Figure 124 : Médium de consolidation Lascaux® 4176.....	102
Figure 125 : Methocel™ A4m avant dissolution dans un solvant.	102
Figure 126 : Avant et après consolidation de l'éprouvette avec de l'Aquazolr200 à 10% dans l'eau.	103
Figure 127 : Avant et après consolidation de l'éprouvette avec de l'éprouvette avec le Médium de consolidation Lascaux®4176.....	104
Figure 128: Avant et après consolidation de l'éprouvette avec du Methocel™A à 0,5% dans l'eau.	104

Figure 129 : Infiltration du consolidant. On le remarque avant séchage et infiltration complète dans la fissure.....	105
Figure 130 : Protomé emballée pour ralentir le séchage de l'adhésif.	106
Figure 131 : Amphore 3272 après interventions. Le protomé de l'anse A a retrouvé sa place et la consolidation de la couche noire n'est pas visible.	107
Figure 132 : Face A de l'amphore 3272.	134
Figure 133 : Face B de l'amphore 3272	134
Figure 134 : Face C de l'amphore 3272.	134
Figure 135: Face D de l'amphore 3272.....	134
Figure 136 : Anse A de l'amphore	135
Figure 137 : Anse B de l'amphore	135
Figure 138 : Anse C de l'amphore	135
Figure 139 : Anse D de l'amphore.....	135
Figure 140 : Détail du relief animalier de l'anse C	135
Figure 141 Détail du relief animalier de l'anse D	135
Figure 142 : Zone du col et des anses.....	136
Figure 143 : Zone du registre supérieur.	136
Figure 144 : Zone du registre central.	136
Figure 145 : Zone du registre inférieur.....	136
Figure 146 : Zone du pied.	136
Figure 147 :Tenon présent sur l'épaule.....	137
Figure 148 : Vue du dessous de l'objet.	137
Figure 149 : Intérieur de l'amphore recouvert de sédiment.	137
Figure 150 : Protomé de griffon.....	137
Figure 151 : Protomé de griffon.....	137
Figure 152 : Protomé de griffon.....	137
Figure 153 : Protomé de griffon.....	138
Figure 154 : Motif de godron (au centre) entre deux médaillons, face B.	138
Figure 155 : Motif de godron.....	138
Figure 156 : Un des deux types de lions présent sur la frise du registre central, face A.	138
Figure 157 : Deuxième type de lion présent sur la frise du registre central, face B.	138
Figure 158 :. Lion de la frise du pied, face C.	138
Figure 159 : Lion de la frise du pied, face B.	139
Figure 160 : Décors incisés du registre inférieur, face C	139
Figure 161 : Craquelures de la couche noire du registre central, face D.	139
Figure 162 : Craquelures de la couche noire autour d'un médaillon du registre supérieur, face B....	139
Figure 163 : Lacune de la couche noire, registre central, face B	139
Figure 164 : Lacune de la couche noire, registre supérieur, face C.....	139

Figure 165 : Abrasion de la couche noire du registre inférieur, face C.	140
Figure 166 : Abrasion de la couche noire du registre inférieur, face D.	140
Figure 167 : Présence de vernis transparent dans une zone altérée, pied, face A.....	140
Figure 168 : Présence de vernis transparent sur le registre central, a proximité de craquelures, face D.	140
Figure 169 : Observation UV de la fluorescence blanche, registre sup, face C. Longueur d'onde UV 365 nm.	140
Figure 170 : Observation UV de la fluorescence bleuâtre, registre central, face C., face C. Longueur d'onde UV 365 nm.	140
Figure 171 : Fissure à la base du protomé supérieur de l'anse C.	141
Figure 172 : Fissure à la base du protomé supérieur de l'anse C, vue de l'intérieur.	141
Figure 173 : Protomé désolidarisé de l'anse A.	141
Figure 174 : Emplacement du protomé de l'anse A.	141
Figure 175 : Lignes de cassures visibles à la base du pied de l'amphore.	141
Figure 176 : Lacune dans le mascarón de la frise supérieur, face D.	141
Figure 177 : Vue au microscope optique du vernis transparent.	142
Figure 178: Vue au microscope optique du produit à fluorescence blanche.....	142
Figure 179: Vue au microscope optique du faux sédiment beige.	142
Figure 180 : Vue au microscope optique de la sous-couche noire.....	142
Figure 181 : Face D du vase vue en lumière UV. Longueur d'onde UV 365 nm.	142
Figure 182 : Vernis émettant une fluorescence verdâtre sur le registre central. Longueur d'onde 365nm.	143
Figure 183 : Deux protomés de griffon émettant une couleur verte en lumière UV. Longueur d'onde 365nm.	143
Figure 184 : Fluorescence blanche à la base d'un tenon. Longueur d'onde UV 365nm.....	143
Figure 185 : Vernis transparent émettant une fluorescence bleuâtre, registre central, face D. Longueur d'onde UV 365nm.	143
Figure 186 : Vue d'une anse en radiographie X. On observe une ligne de cassure.....	143
Figure 187 : Vue du pied en radiographie X. On observe une lignes de cassures.	143
Figure 188 : Vue du registre inférieur en radiographie X.	144
Figure 189 : Vue en radiographie X d'une fracture sur la lèvre.....	144
Figure 190 : Vue de la jonction anse-protomé en radiographie X.	144
Figure 191 : Différence de densité observée en radiographie X entre les anses et les reliefs appliqués.	144
Figure 192 : Protomé de griffon en radiographie X, vus de côté. L'emplacement du tenon est bien visible.	144
Figure 193 : Vue de face des protomés de griffon en radiographie X.....	144
Figure 194 : Tomographie en cours sur le vase 3272.	145

Figure 195 : Tomographie du pied, ligne de jonction visible et différence de densité des cordons. ...	145
Figure 196 : Vue de l'anse en tomographie. On observe une différence de densité du relief appliqué ainsi qu'une zones de fractures.....	145
Figure 197 : Vue de la base du pied en tomographie, constitué de 8 fragments.....	145
Figure 198 : Différentes densités de matières observées dans la zone du col.....	145
Figure 199 : Différentes densités de matières observées dans la zone du col. Les 4 décors posés sur les anses présentent une ligne de cassure.	145
Figure 200 : Tomographie du registre central, on observe des différences de densités des matériaux.	146
Figure 201 : Tomographie du registre inférieur et du pied. Le même matériaux semble les constituer.	146
Figure 202 : Test de la goutte dans la zone du col.	146
Figure 203 : Test de la goutte dans la zone du pied. Montre une faible mouillabilité.	146
Figure 204 : Application de gel d'agar-agar sur la lèvre lors du dégagement.....	146
Figure 205 : Application de gel d'acide polyacrylique sur le protomé de l'anse D.	146
Figure 206 : Le col après dégagement. On y voit de la céramique blanche.	147
Figure 207 : Le registre inférieur après dégagement, constitué de céramique rouge.	147
Figure 208 : Bouton du registre supérieur	147
Figure 209 : Motif de godron après dégagement, constitué d'une pâte brune.	147
Figure 210 : Mise à jour de la sous-couche noire, sous la couche noire, dans la zone du pied.....	147
Figure 211 : Registre central après dégagement.	147
Figure 212 : Cordons du registre central après dégagement.	148
Figure 213 : Cordon du pied après dégagement. On aperçoit sous le cordon la ligne de jonction entre le pied et la panse.	148
Figure 214 : Base du pied constituée de céramique noire.	148
Figure 215 : Zone de cassure du protomé de l'anse A.	148
Figure 216 : Mortier de jonction entre le col et la panse.....	148
Figure 217 : L'amphore 3272 après dégagement de la bande de sondage.	148
Figure 218 Calice 3282 de la collection des Vergers. On aperçoit des lignes de cassures.	149
Figure 219 Calice 3286 de la collection des Vergers. On aperçoit des lignes de cassures.	149
Figure 220 : Amphore 3274 de la collection des Vergers.	149
Figure 221 : Cœnochoé 3277 de la collection des Vergers.....	149
Figure 222 Calice 3283 de la collection des Vergers. On aperçoit des lignes de cassures.	150
Figure 223 : kylix 3293 de la collection des Vergers.	150
Figure 224 : Observation en UV du calice 3282. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.....	150
Figure 225 : Observation en UV du calice 3286. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.....	150

Figure 226 : Observation en UV de l'amphore 3274. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.	151
Figure 227 Observation en UV de l'œnochoé 3277. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.	151
Figure 228 : Observation en UV du calice 3283. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.	151
Figure 229 : Observation en UV du calice 3293. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.	151
Figure 230 : Infiltration d'adhésif à la seringue.	152
Figure 231 : Amphore couverte d'un film plastique pour ralentir le séchage du consolidant.	152
Figure 232 : Première couche d'adhésif avant collage du protomé.	152
Figure 233 : Première couche d'adhésif avant collage du protomé.	152
Figure 234 : Maintien du protomé à l'aide de coupons de ruban adhésif.	152
Figure 235 : Protomé couvert d'un film alimentaire destiné à ralentir le temps de séchage.	152
Figure 236 : Fissures à l'application du consolidant.	153
Figure 237 : Fissures après séchage du consolidant.	153
Figure 238 : Amphore 3272 après les interventions de consolidation et de refixage du protomé.	153

Liste des schémas

Schéma 1 : Schéma des différentes parties constitutives de l'objet. La partie en gras indique le profil de la paroi du vase.	9
Schéma 2 : Cartographie des altérations recensées sur l'amphore 3272. Vue des 4 faces de l'objets.	38
Schéma 3 Cartographie des altérations recensées sur l'amphore 3272. Vue de l'objet de dessus et dessous ainsi que les 4 protomés de griffon.	39
Schéma 4 : Stratigraphie des différents matériaux recensés sur le vase 3272.	40
Schéma 5 Localisation des solvants et emplacement des zones de solubilités des matériaux. ©TriSolv	54
Schéma 6 : Vernis transparent, emplacement stratigraphique.	67
Schéma 7 : Fluorescence blanche, emplacement stratigraphique.	68
Schéma 8 : Faux sédiment beige, emplacement stratigraphique.	69
Schéma 9 : Fluorescence verdâtre, emplacement stratigraphique.	71
Schéma 10 : Couche noire, emplacement stratigraphique.	71
Schéma 11 : Sous-couche noire, emplacement stratigraphique.	74
Schéma 12 : Sédiment interne, emplacement stratigraphique.	76
Schéma 13 : Schéma récapitulatif de l'emplacement des matériaux.	93
Schéma 14 : Diagramme de Teas montrant les zones de solubilité des matériaux et l'emplacement de solvants.	165
Schéma 15 : Stratigraphie des différents matériaux rencontrés sur le vase 3272.	105

Schéma 16 : Schéma de répartition des différents matériaux.	206
------------------------------------------------------------------	-----

Liste des apports

Apport 1 : Les matériaux de restaurations les plus courants.	154
Apport 2 : Définition des valeurs culturelles selon Barbara Applebaum.	157
Apport 3 : Valeurs culturelles associées à l'objet d'après l'entretien avec le docteur Pernet.....	159
Apport 4 : Précisions sur le diagramme de Teas et le choix des solvants.	162
Apport 5 : Précisions sur les gels d'agar-agar.	169
Apport 6 : Précisions sur le gel d'acide polyacrylique.....	170
Apport 7 : Précisions sur les consolidants envisagés.....	198

Liste des tests

Test 1 : Test de solubilité de la couche noire - Col.	163
Test 2 : Test de solubilité de la couche noir - Registre supérieur.....	163
Test 3 : Test de solubilité de la couche noir - Registre inférieur.	164
Test 4 : Test de solubilité de la couche noir - Pied.	164
Test 5 : Test de solubilité du faux sédiment beige - Registre inférieur.....	165
Test 6 : Test de solubilité du vernis transparent - Pied.....	165
Test 7 : Test de solubilité de la couche à fluorescence blanche - Registre supérieur.....	166
Test 8 : Test de solubilité du vernis à fluorescence verdâtre - Registre central.....	166
Test 9 : Test de solubilité des décors d'applique - Registre supérieur.	167
Test 10 : Test de solubilité de la sous-couche noire - Registre central.....	167
Test 11 : Mesure de pH de la surface du vase 3272.	168
Test 12 : Test de diffusion du gel d'agar-agar rigide.	174
Test 13 : Test de diffusion du gel d'agar-agar semi-rigide.	175
Test 14 : Test de diffusion d'un un gel d'acide polyacrylique.	178
Test 15 : Test de dégradation accélérée des éprouvettes.	200
Test 16 : Test de consolidation d'éprouvettes par infiltration de consolidants.	202

Liste des protocoles

Protocole 1 : Préparation d'un gel d'agar-agar.	172
Protocole 2 : Préparation d'un gel de solvant à base d'acide polyacrylique.	173
Protocole 3 : Application du test d'identification du polyvinyle alcool.	181
Protocole 4 : Application du test d'identification d'oxydes de fer.	182
Protocole 5 : Application du test d'identification du jaune de Naples.	183
Protocole 6 : Application du test d'identification d'huile siccative.	184
Protocole 7 : Application du test d'identification de composés protéiniques.	185
Protocole 8 : Application du test d'identification de composés protéiniques bis.	186
Protocole 9 : Application du test d'identification du nitrate de cellulose.	187
Protocole 10 : Application du test d'identification de composés du plomb.	188
Protocole 11: Application du test d'identification de la colophane.	189
Protocole 12 : Fabrication d'éprouvettes tests.	200

Liste des spectres

Spectre 1 : Analyse IRTF du vernis transparent et de la couche à fluorescence blanche.	190
Spectre 2 : Analyse IRTF du faux sédiment beige.	191
Spectre 3 : Analyse IRTF de la couche à fluorescence verdâtre.	191
Spectre 4 : Analyse IRTF de la couche noire.	192
Spectre 5 : Analyse IRTF de la sous-couche noire.	192
Spectre 6 : Analyse IRTF du sédiment interne.	193
Spectre 7 : Analyse IRTF du relief d'applique à pâte rouge.	193
Spectre 8 : Analyse IRTF du relief d'applique à pâte beige.	194
Spectre 9: Analyse IRTF des décors modelés.	194
Spectre 10 : Analyse IRTF du mortier de jonction.	195
Spectre 11 : Analyse IRTF du repeint du calice 3283.	195
Spectre 12 : Analyse IRTF de l'adhésif du calice 3283.	196
Spectre 13 : Analyse IRTF du repeint de la kylix 3292.	196
Spectre 14 : Analyse IRTF de l'adhésif de la kylix 3292.	197

Liste des tableaux

Tableau 1 : Emplacement des prélèvements des couches superficielles.	179
Tableau 2 : Emplacement des prélèvements des couches inférieures.	180
Tableau 3 : Bilan des consolidants testés sur les éprouvettes.	204
Tableau 4 : Récapitulatif des matériaux constitutifs de l'amphore 3272.	207

Annexes

Table des matières des annexes

Annexe 1 : Figures.....	134
Annexe 2 : Les matériaux les plus courants dans les restaurations du XIX^e siècle.....	154
Annexe 3 : Valeurs culturelles associées à l'artefact.....	157
Annexe 4 : Le diagramme de Teas et les tests de solubilités.....	162
Annexe 5 : Les gels, leur préparation et leur diffusion.....	169
Annexe 6 : Caractérisation des matériaux constitutifs du vase 3272.....	179
Annexe 7 : Consolidants et tests de consolidation.....	198
Annexe 8 : Synthèse des résultats.....	205
Annexe 9 : Fiches produits.....	209

Annexe 1 – Figures



Figure 132 : Face A de l'amphore 3272.



Figure 133 : Face B de l'amphore 3272



Figure 134 : Face C de l'amphore 3272.



Figure 135: Face D de l'amphore 3272.



Figure 136 : Anse A de l'amphore



Figure 137 : Anse B de l'amphore



Figure 138 : Anse C de l'amphore

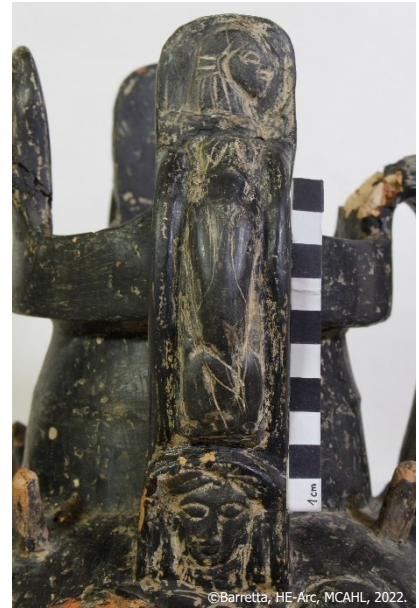


Figure 139 : Anse D de l'amphore



Figure 140 : Détail du relief animalier de l'anse C



Figure 141 Détail du relief animalier de l'anse D



Figure 142 : Zone du col et des anses



Figure 143 : Zone du registre supérieur.



Figure 144 : Zone du registre central.



Figure 145 : Zone du registre inférieur.



Figure 146 : Zone du pied.



Figure 147 : Tenon présent sur l'épaulement



Figure 148 : Vue du dessous de l'objet.



Figure 149 : Intérieur de l'amphore recouvert de sédiment.



Figure 151 : Protomé de griffon.



Figure 152 : Protomé de griffon.



Figure 153 : Protomé de griffon.



Figure 154 : Motif de godron (au centre) entre deux médaillons, face B.



Figure 155 : Motif de godron.



Figure 156 : Un des deux types de lions présent sur la frise du registre central, face A.



Figure 157 : Deuxième type de lion présent sur la frise du registre central, face B.



Figure 158 : Lion de la frise du pied face C.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 159 : Lion de la frise du pied, face B.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 160 : Décors incisés du registre inférieur, face C.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 161 : Craquelures de la couche noire du registre central, face D.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 162 : Craquelures de la couche noire autour d'un médaillon du registre supérieur, face B.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 163 : Lacune de la couche noire, registre central, face B



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 164 : Lacune de la couche noire, registre supérieur, face C.

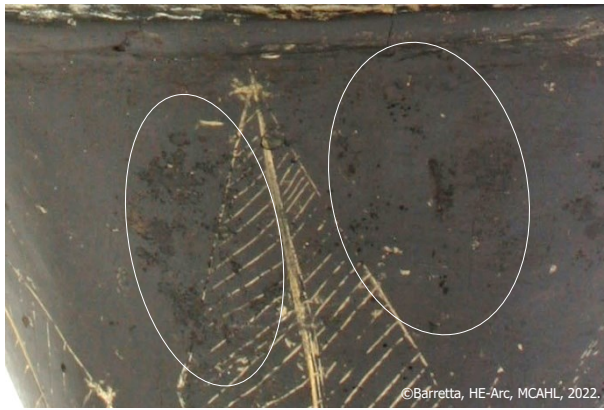


Figure 165 : Abrasion de la couche noire du registre inférieur, face C.

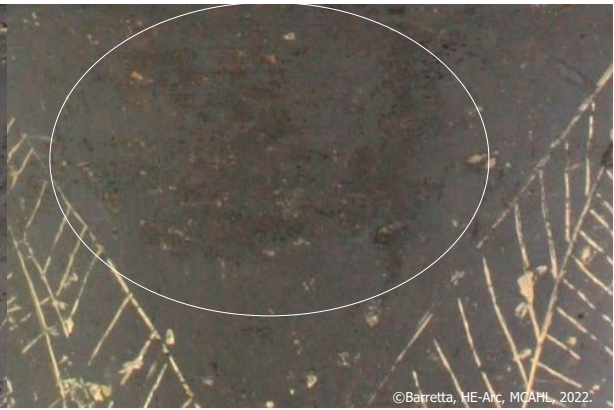


Figure 166 : Abrasion de la couche noire du registre inférieur, face D.

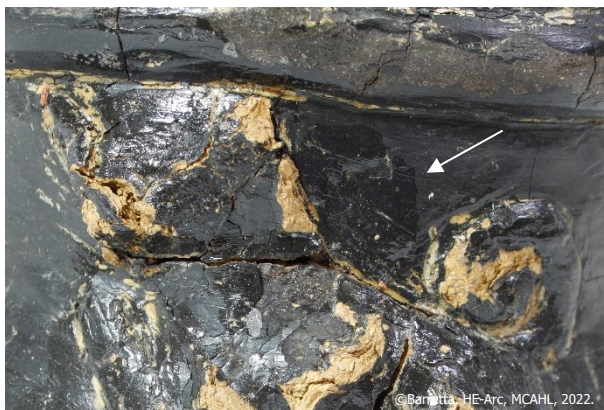


Figure 167 : Présence de vernis transparent dans une zone altérée, pied, face A

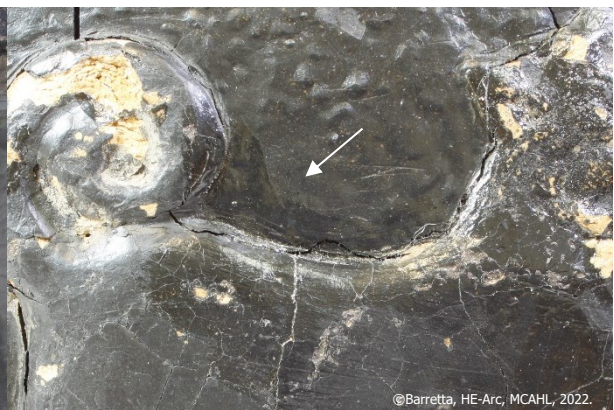


Figure 168 : Présence de vernis transparent sur le registre central, à proximité de craquelures, face D.



Figure 169 : Observation UV de la fluorescence blanche, registre sup, face C. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 170 : Observation UV de la fluorescence bleuâtre, registre central, face C. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 171 : Fissure à la base du protomé supérieur de l'anse C.



Figure 172 : Fissure à la base du protomé supérieur de l'anse C, vue de l'intérieur.



Figure 173 : Protomé désolidarisé de l'anse A.



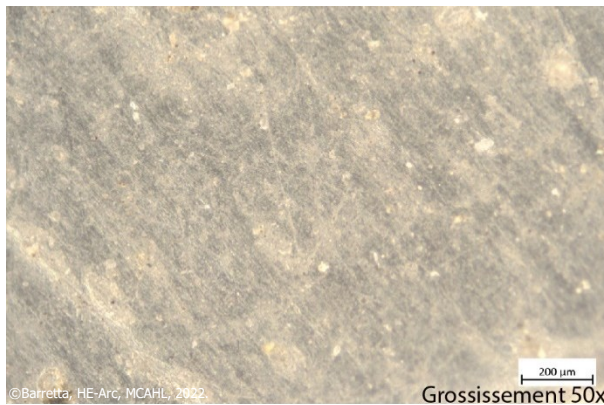
Figure 174 : Emplacement du protomé de l'anse A.



Figure 175 : Lignes de cassures visibles à la base du pied de l'amphore.



Figure 176 : Lacune dans le mascaron de la frise supérieure, face D.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Grossissement 50x

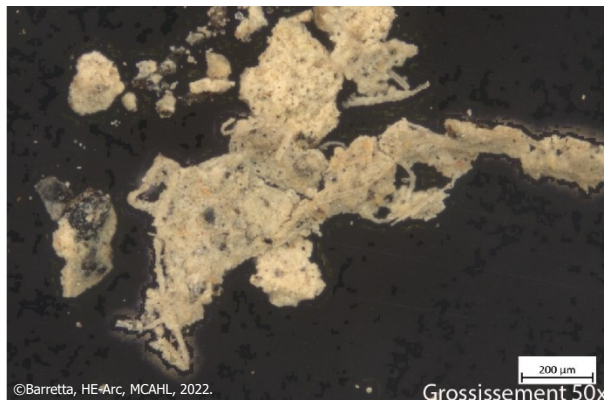
Figure 177 : Vue au microscope optique du vernis transparent.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Grossissement 50x

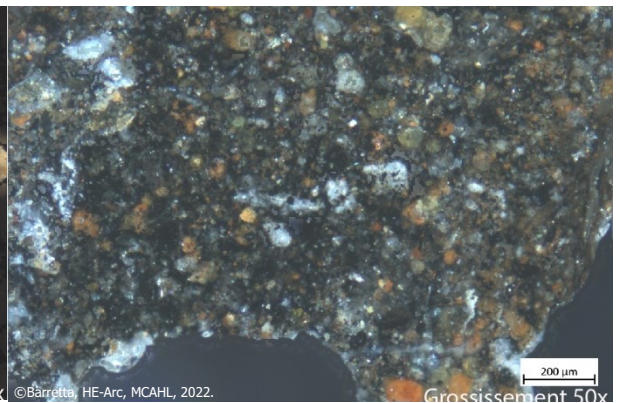
Figure 178 : Vue au microscope optique du produit à fluorescence blanche.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Grossissement 50x

Figure 179 : Vue au microscope optique du faux sédiment beige.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Grossissement 50x

Figure 180 : Vue au microscope optique de la sous-couche noire.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 181 : Face D du vase vue en lumière UV. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 182 : Vernis émettant une fluorescence verdâtre sur le registre central. Longueur d'onde 365nm.

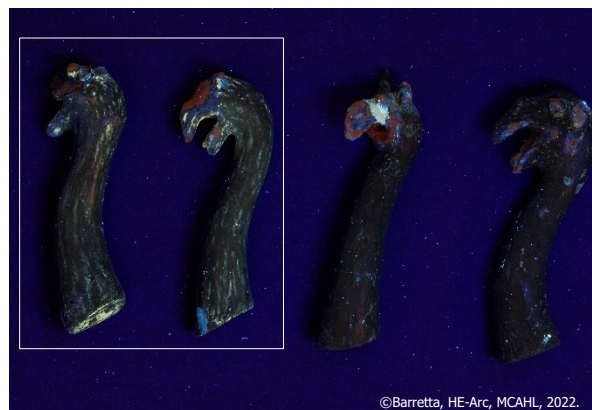


Figure 183 : Deux protomés de griffon émettant une couleur verte en lumière UV. Longueur d'onde 365nm.



Figure 184 : Fluorescence blanche à la base d'un tenon. Longueur d'onde UV 365nm.



Figure 185 : Vernis transparent émettant une fluorescence bleuâtre, registre central, face D. Longueur d'onde UV 365nm.

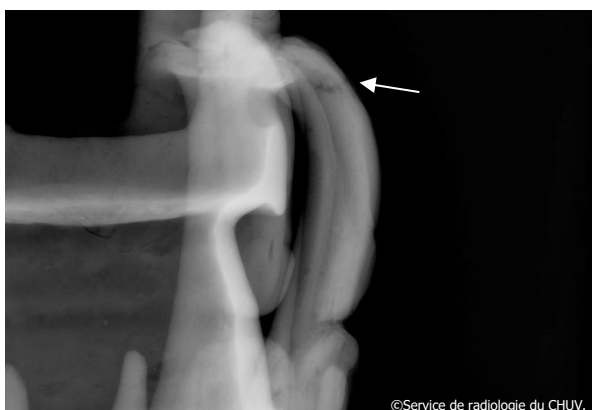


Figure 186 : Vue d'une anse en radiographie X. On observe une ligne de cassure. Différence de densité entre le support de l'anse et le décors d'applique.

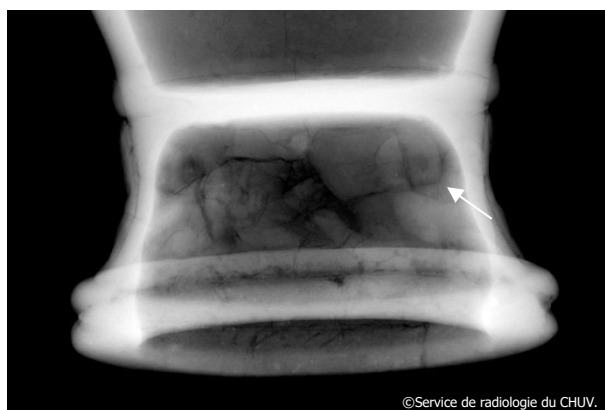


Figure 187 : Vue du pied en radiographie X. On observe des lignes de cassures. Et une différence de densité entre la base et le reste du pied.

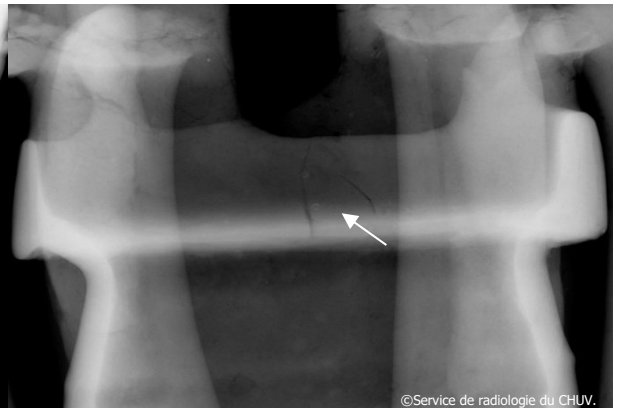
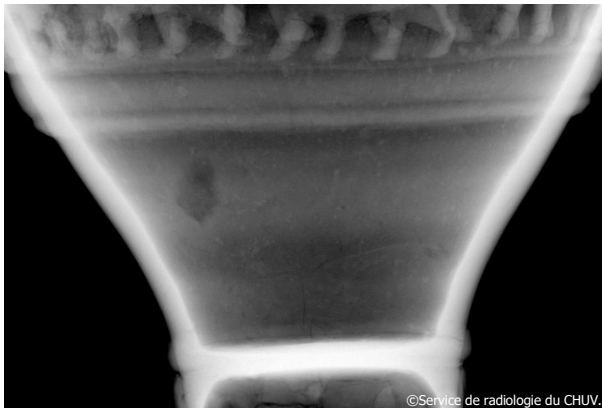


Figure 188 : Vue du registre inférieur en radiographie X. Figure 189 : Vue en radiographie X d'une fracture sur la lèvre.

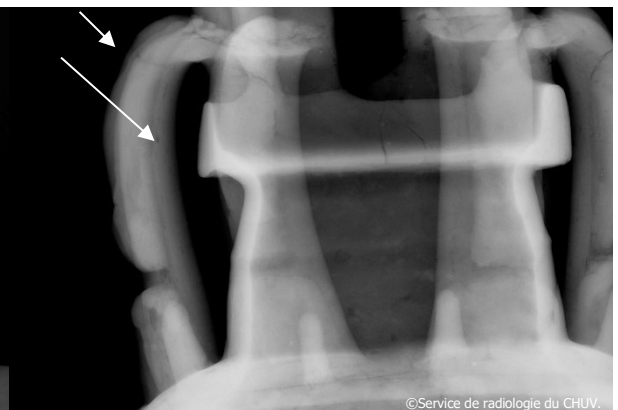


Figure 190 : Vue de la jonction anse-protomé en radiographie X. Des fractures sont visibles. Figure 191 : Différence de densité observée en radiographie X entre les anses et les reliefs appliqués.

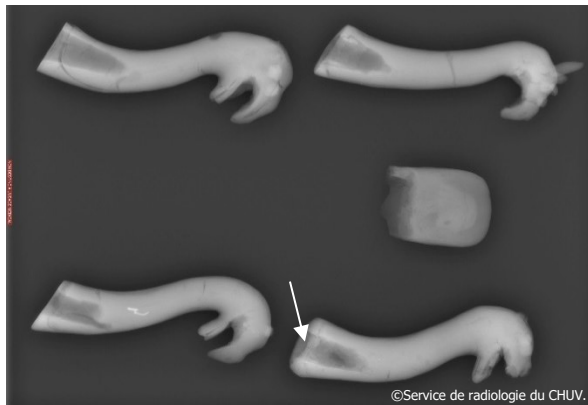


Figure 192 : Protomé de griffon en radiographie X, vue de côté. L'emplacement du tenon est bien visible. Figure 193 : Vue de face des protomés de griffon en radiographie X.



Figure 194 : Tomographie en cours sur le vase 3272.

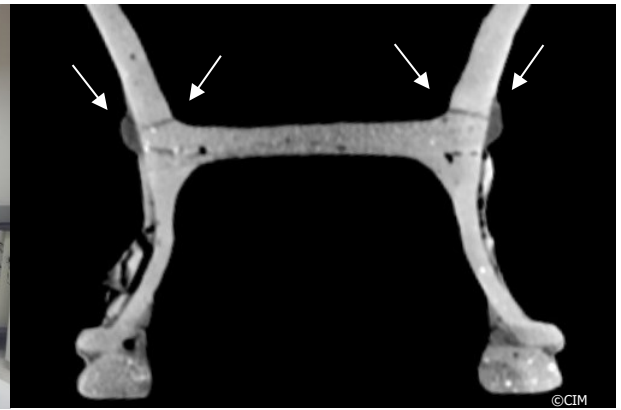


Figure 195 : Tomographie du pied, ligne de jonction visible et différence de densité des cordons.

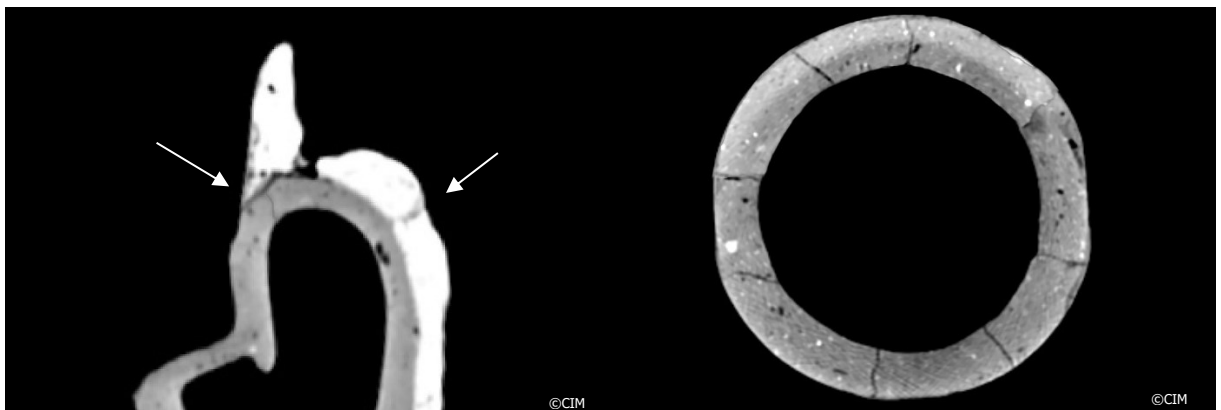


Figure 196 : Vue de l'anse en tomographie. On observe une différence de densité du relief appliqué ainsi qu'une zone de fracture également entre le protomé et l'anse.
 Figure 197 : Vue de la base du pied en tomographie, constitué de 8 fragments.

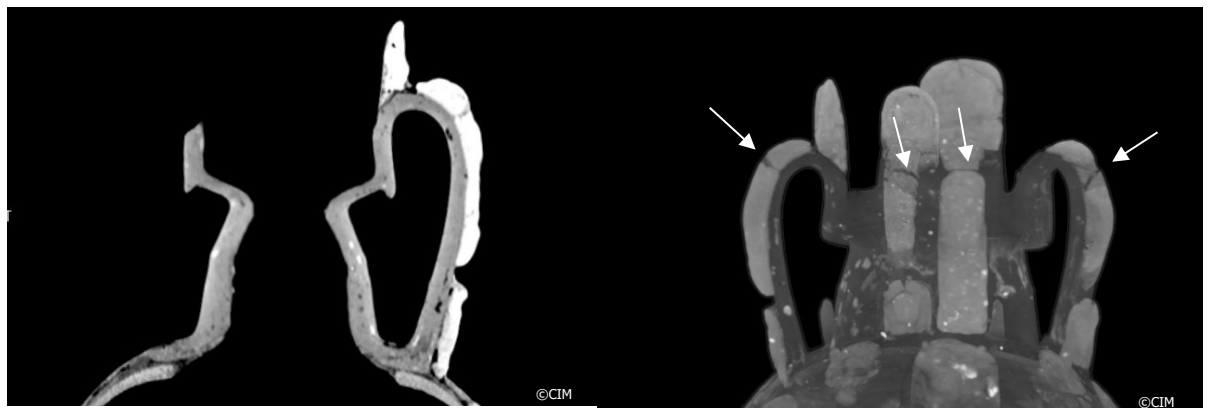


Figure 198 : Différentes densités de matières observées dans la zone du col.

Figure 199 : Différentes densités de matières observées dans la zone du col. Les 4 décors posés sur les anses présentent une ligne de cassure.

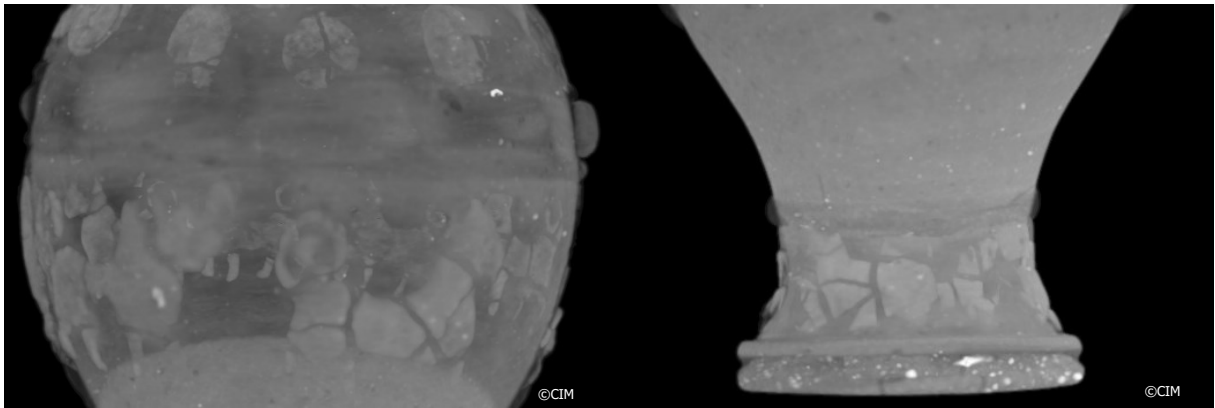


Figure 200 : Tomographie du registre central, on observe des différences de densités des matériaux.

Figure 201 : Tomographie du registre inférieur et du pied. Le même matériaux semble les constituer.

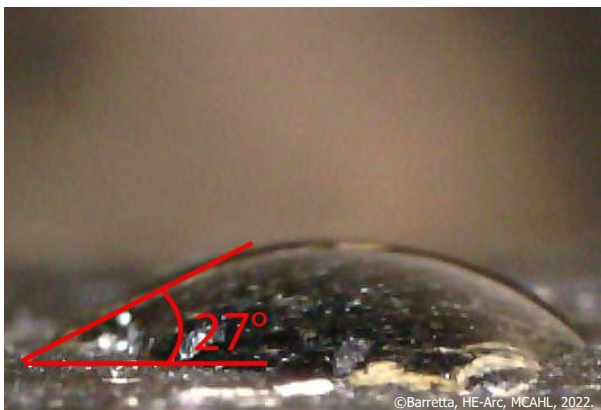


Figure 202 : Test de la goutte dans la zone du col.

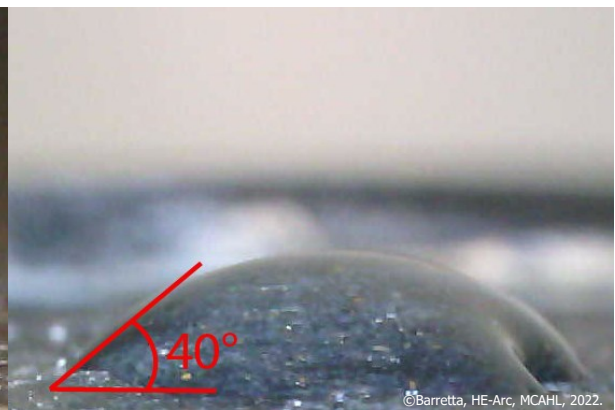


Figure 203 : Test de la goutte dans la zone du pied. Montre une faible mouillabilité.



Figure 204 : Application de gel d'agar-agar sur la lèvre lors du dégagement.



Figure 205 : Application de gel d'acide polyacrylique sur le protomé de l'anse D.



Figure 206 : Le col après dégagement.
On y voit de la céramique blanche.



Figure 207 : Le registre inférieur
après dégagement, constitué de
céramique rouge.



Figure 208 : Bouton du registre supérieur, constitué du
même matériaux que le godron et les cordons.



Figure 209 : Motif de godron après dégagement,
constitué d'une pâte brune.



Figure 210 : Mise à jour de la sous-couche noire, sous la
couche noire, dans la zone du pied.



Figure 211 : Registre central après dégagement.



Figure 212 : Cordons du registre central après dégagement.



Figure 213 : Cordon du pied après dégagement. On aperçoit sous le cordon la ligne de jonction entre le pied et la panse.



Figure 214 : Base du pied constituée de céramique noire.



Figure 215 : Zone de cassure du protomé de l'anse A. La zone noire est de la céramique.



Figure 216 : Mortier de jonction entre le col et la panse.



Figure 217 : L'amphore 3272 après dégagement de la bande de sondage.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 218 Calice 3282 de la collection des Vergers. On aperçoit des lignes de cassures.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 219 Calice 3286 de la collection des Vergers. On aperçoit des lignes de cassures.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 220 : Amphore 3274 de la collection des Vergers.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 221 : Enochoé 3277 de la collection des Vergers.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 222 Calice 3283 de la collection des Vergers. On Figure 223 : kylix 3293 de la collection des Vergers. aperçoit des lignes de cassures.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 224 : Observation en UV du calice 3282. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Figure 225 : Observation en UV du calice 3286. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 226 : Observation en UV de l'amphore 3274. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.

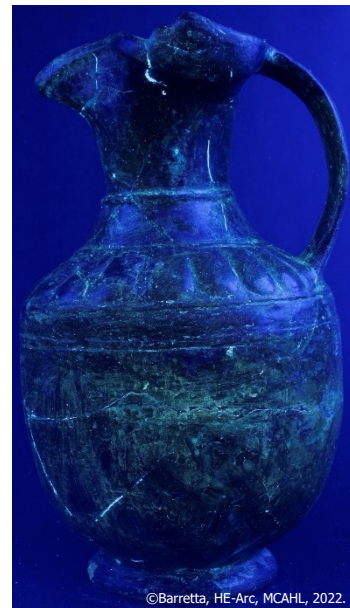


Figure 227 Observation en UV de l'œnochoé 3277. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 228 : Observation en UV du calice 3283. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 229 : Observation en UV du calice 3293. La fluorescence indique des collages. Longueur d'onde UV 365 nm.



Figure 230 : Infiltration d'adhésif à la seringue.



Figure 231 : Amphore couverte d'un film plastique pour ralentir le séchage du consolidant.



Figure 232 : Première couche d'adhésif avant collage du protomé.



Figure 233 : Première couche d'adhésif avant collage du protomé.



Figure 234 : Maintien du protomé à l'aide de coupons de ruban adhésif.



Figure 235 : Protomé couvert d'un film alimentaire destiné à ralentir le temps de séchage.

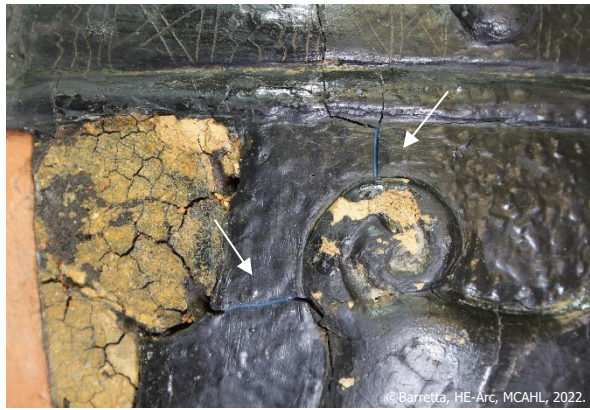


Figure 236 : Fissures à l'application du consolidant.



Figure 237 : Fissures après séchage du consolidant.



Figure 238 : Amphore 3272 après les interventions de consolidation et de refixage du protomé.

Annexe 2 – Les matériaux les plus courant dans les restaurations du XIX^e siècle

Apport 1 : Les matériaux de restaurations les plus courants.

Assemblages structurels et matériaux de comblement

Une technique connue dès l'antiquité, mais toujours employée au XIX^e siècle pour assembler une céramique fragmentée consistait à forer des trous dans les bords des tessons pour ensuite les lier avec des agrafes métalliques, cette méthode était aussi utilisée en forant des trous dans les tranches des tessons et en y insérant des goujons métalliques, permettant d'assembler les tessons entre eux de manière non visible. Des plaquettes de fer étaient également utilisées insérées dans l'épaisseur d'un tesson, elles permettaient de rendre à l'objet sa sonorité métallique, donnant l'impression d'un objet complet et intact.

Lorsque des fragments sont manquants, il était également courant de créer une structure en fil de cuivre, insérée dans des trous des tessons adjacents, servant de soutien à un comblement en plâtre³¹⁵.

Le plâtre était utilisé pour recréer des tessons manquants ou encore pour reproduire des pièces complètes, telles que les anses, le pied d'une céramique ou encore la lèvre³¹⁶. Il était parfois additionné de colle de peau, permettant de le rendre plus dur.

Les lacunes étaient parfois comblées en utilisant des fragments de céramiques archéologiques venant d'autres objets et retaillés à la lime, expliquant ainsi que l'on puisse trouver des céramiques composées de parties provenant de différents objets et n'appartenant pas aux mêmes typologies ou époques³¹⁷. Des vases complets étaient parfois créés à partir de terre cuite moderne auxquels on adjoignait les fragments d'une céramique antique.

Enfin, pour recréer des parties manquantes, une charge, telle que de la craie, de la poudre de marbre ou encore du sable, était simplement mêlée à un adhésif (colle animale, gomme arabique...) ou à du ciment, et moulée ou modelée en fonction de la forme désirée³¹⁸.

L'intérieur d'un vase remonté pouvait être tapissé de toile et d'adhésif dans le but de renforcer ainsi que de masquer les assemblages, comme. Il pouvait simplement être enduit de sédiments, toujours dans le même but.

Adhésifs

En ce qui concerne les adhésifs, les deux manuels de restaurations cités plus haut, mentionnent tous deux la colle *forte* (la colle de peau ou d'os) comme étant la meilleure en ce qui concerne l'encollage

³¹⁵ Ris-Paquot, 1872, p.32.

³¹⁶ Ris-Paquot, 1872, p.38.

³¹⁷ Coulié et Petrakova, 2018, p.317.

³¹⁸ Bertini, 1998, p.157.

des tessons de céramique. Il est également fait mention de l'usage de la colle de poisson, mais plutôt pour les objets à pâte blanche.

Il faut noter que la colle protéinique était employée pour plus d'un usage, par exemple comme liant pour des matériaux de comblements ou des enduits. Toutefois la colle protéinique est sensible à l'eau et à l'humidité, Thiaucourt encourage donc à l'usage de la gomme-laque lorsque l'objet pourrait être en contact avec de l'eau³¹⁹.

La gomme-laque, d'origine animale également, a été très utilisée comme adhésif des céramiques. Le manuel de Thiaucourt mentionne qu'il est bon de faire chauffer les tessons que l'on souhaite coller avant l'application, limitant ainsi l'utilisation qui pouvait en être faite³²⁰ à certains types de pièces. La gomme laque, mise en œuvre dans l'éthanol était utilisée pour nombres d'autres usages, tel que des vernis ou comme liants pour des enduits.

Parmi les adhésifs utilisés pour le remontage d'une céramique, il semblerait que certains restaurateurs utilisaient également du bitume ou de la cire à cacheter, tant comme adhésif que comme matériel pour de petits comblements³²¹. Il faut noter que tous ces matériaux étaient rarement utilisés seuls, mais le plus souvent additionnés de charges minérales, visant à donner une meilleure adhérence.

Les adhésifs cités ici semblent être les plus couramment utilisés, mais nous spécifions que les adhésifs utilisés par les anciens restaurateurs étaient nombreux et dépendaient de l'accès aux matières premières. Un restaurateur italien du XIX^e siècle va jusqu'à donner une recette à base de fromage frais ou encore de sang de bœuf pour la confection d'adhésifs³²².

Liants

Les liants visent à assembler en masse les grains constitutifs d'un matériau. On les retrouve fréquemment dans la peinture, mais également pour donner la bonne texture à des masses de modelages, utilisés pour des comblements ou pour la création d'éléments. Deux manuels de restauration de peintres italiens, datés de 1866 semblent avoir une prédilection pour l'huile de lin utilisée comme liant pour la peinture³²³. Mais il semble que l'huile de lin ait également été utilisée dans la confection de masse de scellement, additionnée d'essence de térébenthine et de minium de plomb³²⁴. Cette masse est décrite comme propre à coller la pierre ou la céramique.

Cette grande utilisation de l'huile comme liant est confirmée par une étude portant sur les anciennes restaurations de couches picturales de vases grecques, traités au XIX^e siècle et conservés au Musée Grégorien Etrusque au Vatican. Cette étude s'attache à la caractérisation des différentes couches

³¹⁹ Thiaucourt, 1865, p.10.

³²⁰ Thiaucourt, 1865, p.10.

³²¹ Bertini, 1998, p.151.

³²² Forni, 1866, p.215

³²³ Forni, 1866, p.215

³²⁴ Secco-Suardo, 1866, p.380.

picturales présentes sur le vase et met en évidence l'utilisation systématique d'huile siccatrice comme liant dans la plupart des préparations³²⁵.

Toutefois les liants pouvaient fréquemment être composés de gomme-laque ou de diverses substances végétales comme la gomme arabique ou la colophane. La colle de peau, déjà mentionnée était également utilisée et plus rarement le blanc d'œuf³²⁶. Les produits utilisés comme liant étaient également déclinés pour servir de vernis.

Pigments

Les pigments, substances servant à donner sa couleur à une peinture ou un enduit, étaient bien sûr différents en fonction du type d'objet restauré ainsi que de la couche picturale qui le compose. Cependant, en comparant deux études dédiées aux anciennes restaurations, portant respectivement sur des vases d'origine apulienne et conservés au musée grégorien étrusque du Vatican³²⁷ ainsi que sur un ensemble de vases grecs et italiotes, conservés dans plusieurs musées de France, et dont la restauration peut être attribuée à divers restaurateurs du XIX^e siècle³²⁸. Nous avons pu constater que divers pigments apparaissent de manière récurrente dans la pratique des différents restaurateurs. Ainsi il semble que les repeints noirs établis sur différents vases soient généralement composés du même type de pigments. Les pigments noirs sont bien sûr divers, on retrouve du noir de carbone, du noir d'os ou encore du noir de fumée³²⁹. Cependant ces repeints noirs semblent presque toujours composés d'une base de blanc de plomb, servant également de siccateur, ainsi que de diverses terres (ocre, terre de Siène, etc.), de pigments rouges ainsi que de jaune de Naples³³⁰. Ces pigments servant à ajuster la teinte de noir que l'on souhaitait obtenir.

³²⁵ Sannibale *et al.*, 2013, pp.124-135.

³²⁶ Balcar et Vandeberghe, 2013, p.142.

³²⁷ Sannibale *et al.*, 2013, pp.124-135.

³²⁸ Balcar et Vandeberghe, 2013, p.142.

³²⁹ Balcar et Vandeberghe, 2013, p.142.

³³⁰ Sannibale *et al.*, 2013, p.131.

Annexe 3 – Définition des valeurs culturelles associées à l'artefact 3272

Définitions des valeurs culturelles selon Barbara Applebaum

Apport 2 : Définition des valeurs culturelles selon Barbara Applebaum.

Valeur de recherche

Le cas le plus classique d'objets ayant une valeur de recherche sont les collections scientifiques, telles que les collections entomologiques ou géologiques³³¹. Les collections d'objets archéologiques ou historiques peuvent également être associées à la valeur de recherche.

Les informations détenues par un objet peuvent être matérielles et renseigner sur sa technologie de fabrication ou sur les matériaux qui le composent. Mais ces informations peuvent également renseigner sur quelque chose d'externe à l'objet en lui-même, tel que le milieu d'enfouissement pour un objet archéologique, ou des informations liées à sa provenance³³².

Les informations contenues par un objet peuvent également renseigner sur un aspect immatériel, par exemple témoigner des coutumes d'une culture passée ou éclairer sur les systèmes d'échanges à un moment donné.

Valeur éducative

Un artefact peut être associé à la valeur associative lorsqu'il est exposé dans un musée dans le but d'apporter une information spécifique³³³, en particulier à l'intention d'un public.

Généralement ces informations sont intimement dérivées de la valeur de recherche de l'objet. Les informations que l'on souhaite transmettre au travers de tel ou tel objet font souvent référence à une catégorie entière d'artefacts.

Valeur historique

La valeur historique peut être associée à un objet lorsque celui-ci contient une information relative à l'Histoire et qu'un lien le relie à une époque en particulier³³⁴. Un objet possédant une valeur historique peut-être emblématique d'une catégorie entière d'objet d'un certain style lié à une époque donnée.

A la différence de la valeur de recherche, la valeur historique tire son existence d'informations externe à l'objet lui-même³³⁵, que ce soit provenant du contexte historique connu de l'objet ou alors d'articles ou de photographies d'époque le concernant, rajoutant même de la valeur à cet artefact.

³³¹ Appelbaum, 2007, p.102.

³³² Appelbaum, 2007, p.103.

³³³ Appelbaum, 2007, p.104.

³³⁴ Appelbaum, 2007, p.95.

³³⁵ Appelbaum, 2007, p.96.

Valeur associative

La valeur associative est attribuée à un artefact lorsque celui-ci est lié à un personnage notable. Ce lien peut être attribué à l'ancien propriétaire ou utilisateur de l'objet comme à son créateur³³⁶. La valeur associative peut ainsi augmenter ou décroître en fonction de la notoriété du personnage auquel est associé l'objet.

Valeur de rareté

La valeur de rareté est liée au nombre d'exemplaires similaires existants d'un artefact. Cette valeur de rareté est toutefois relativement subjective et basée sur le jugement³³⁷. Par exemple si certains artefacts sont uniques, car façonnés à la main, tous ne sont pas considérés par le jugement comme étant rares. De plus la rareté peut être relative à une provenance géographique, certains artefacts étant très rares en Asie ne le seront pas en Europe, et vice-versa. Enfin, la valeur de rareté augmente les autres valeurs associées à un objet. Par exemple si un objet est considéré comme rare et unique, il possédera donc des informations que seul un nombre restreint d'objets pourraient contenir, augmentant ainsi sa valeur de recherche.

Valeur esthétique

Tout objet pourrait être considéré comme esthétique par quelqu'un ou inesthétique par un autre, cette valeur étant éminemment subjective³³⁸. Cependant, en laissant de côté son goût personnel, il est possible d'attribuer une valeur esthétique à un artefact lorsque celui-ci est apprécié pour son apparence ou encore lorsque l'objet a été créé dans le but d'être beau. Cette apparence peut se référer tant au choix des matériaux ou des couleurs utilisés qu'à la dextérité de son créateur. Dans le cas où l'on se trouverait en face d'une copie ou d'un faux, cela ne devrait pas diminuer la valeur associée à un objet, l'esthétisme de l'artefact étant semblable, malgré une notion d'authenticité douteuse³³⁹.

³³⁶ Appelbaum, 2007, p.113.

³³⁷ Appelbaum, 2007, p.114.

³³⁸ Appelbaum, 2007, p.93.

³³⁹ Appelbaum, 2007, p.94.

Valeurs culturelles associées au vase 3272 d'après l'entretien avec le docteur Pernet

Apport 3 : Valeurs culturelles associées à l'objet d'après l'entretien avec le docteur Pernet.

Valeur de recherche

La valeur la plus importante ayant été dégagée du vase est la valeur de recherche. Cet objet présente une valeur limitée d'un point de vue archéologique, il présente de prime abord peu de tessons antiques et sur la base de nos hypothèses, son profil ne correspond à aucune typologie existante. Cependant il peut fournir un grand nombre d'informations sur les pratiques du XIX^e siècle.

D'un point de vue immatériel, cet objet est un témoin de l'imaginaire et des goûts liés à l'antique propres à cette époque. Il permet également de représenter la façon dont les collections supposées archéologiques étaient constituées, depuis le lieu présumé de leur découverte jusqu'aux lieux d'exposition d'un musée, permettant ainsi de retracer l'histoire de la constitution des collections ainsi que du marché des antiques.

Lors de son acquisition en 1867, Morel Fatio, alors directeur du musée de Lausanne, avait pour son institution une visée encyclopédique, souhaitant apporter des connaissances représentants des cultures et époques variées. Le but premier de cet objet était donc déjà d'apporter du savoir.

Aujourd'hui encore, cet objet ainsi que la collection dont il provient permet au MCAHL de collaborer avec d'autres institutions, le plaçant dans la constellation des musées ayant participé aux grands mouvements européens d'échange de collection au XIX^e siècle. Cet artefact permet donc de créer un réseau de connaissances avec des musées possédant le même type de collection, voir partageant des provenances similaires, engendrant ainsi un dialogue et une collaboration.

D'un point de vue matériel, l'amphore 3272 permet d'éclairer sur les pratiques du XIX^e siècle, donnant un aperçu des matériaux utilisés dans le cadre de la restauration d'antiques ainsi que de la manière dont ils étaient mis en œuvre. En l'état actuel, sans intervention aucune, l'accès à la matérialité de l'objet est limité, de nombreux détails étant inaccessibles, masqués par les différentes couches de l'artefact. Un dégagement sélectif des différentes couches perçues sur l'objet permettrait de mettre en lumière le type de matériaux utilisés sur l'artefact et comment les diverses interventions ont été menées, donnant ainsi un aperçu des pratiques du XIX^e siècle. De cette manière la valeur de recherche en serait encore augmentée.

Valeur éducative

En plus de la valeur de recherche, nous pouvons également considérer la valeur éducative, comme associée au vase. Dès son achat, Morel Fatio visait une connaissance encyclopédique, souhaitant apporter des représentants de toutes époques et cultures au sein du musée, dans un but éducatif et de transmission des savoirs. Si à l'origine le vase devait renseigner sur la technologie et la culture des Étrusques, nos investigations ont montré qu'il ne peut pas être considéré comme représentatif

de cette époque et culture. En revanche ce vase peut servir à apporter des connaissances sur les diverses pratiques, qu'elles soient sociales ou technologiques, en cours au XIX^e siècle. De la même manière, cet objet peut également apporter des connaissances sur l'évolution des pratiques de la restauration ainsi que sur la façon dont la perception que l'on a d'un artefact ou d'une collection a pu varier au cours du temps.

Valeur historique

La troisième valeur associée au vase est la valeur historique. En effet, cet objet est le témoin d'une époque en particulier, celle du développement des grands chantiers de fouilles en Italie et de l'archéologie en tant que science à part entière. Même si cet objet n'est pas un objet archéologique au sens strict, il a été façonné en grande partie en marge de ces mouvements. De la même manière, il ne serait pas arrivé jusqu'à nous sans le développement de ces grandes découvertes. Avec l'essor de ces fouilles, on assiste également à celle des institutions muséales et au développement des collections, engendrant ainsi un marché des objets archéologiques en parallèle d'un marché du faux. Cet objet est donc un témoin de l'institution de ces différents courants.

Valeur associative

La quatrième valeur attribuée à l'artefact est la valeur associative. En effet, cet objet et la collection dont il fait partie est intimement lié à Noël des Vergers ainsi qu'à Alexandre François, personnages d'importances au XIX^e siècle, de par leurs découvertes archéologiques, leurs travaux et leurs apports aux sciences en général. Ainsi l'objet acquiert une certaine valeur du fait de son association à ces deux personnalités et à leurs apports d'importances dans l'histoire de la recherche archéologique. Ce vase avait appartenu à la collection personnelle de des Vergers avant d'être vendu aux enchères. Ce fait rajoute à la valeur associative du vase, car des Vergers vendait généralement le produit de ces fouilles tant à des collectionneurs qu'à des institutions.

Valeur de rareté

Le vase possède également une valeur de rareté. Bien qu'il ne soit pas le seul représentant d'objets pastiches ou d'objets remaniés, il reste une production unique. L'absence de typologie du même type en témoignant. De plus, il est plausible que cet artefact n'ait pas été fabriqué en série, mais corresponde à une manufacture unique, en fonction du matériel archéologique disponible pour la création d'un assemblage ainsi qu'à la volonté de l'artisan ayant participé à la préparation de l'objet.

Valeur esthétique

Enfin, la dernière valeur attribuable à l'artefact est la valeur esthétique. Bien que l'esthétisme soit une notion subjective, il est indéniable que cette valeur ait été souhaitée lors du remaniement de cet objet, comme en témoigne la charge importante de décors appliqués et sa taille relativement

importante. L'aspect de l'objet laisse penser que l'on a souhaité lui donner une apparence impressionnante, attirant l'œil pour en faire un objet d'exception. Toutefois cette valeur a évolué jusqu'à aujourd'hui. Si l'on sait qu'au XIXe siècle le « style » étrusque était une véritable mode, ce goût n'est plus réellement d'actualité. De plus, l'objet a subi des dégradations au fil du temps, lui faisant perdre son unité visuelle et ne répondant plus à des critères esthétiques.

Annexe 4 – Le diagramme de Teas et les tests de solubilité

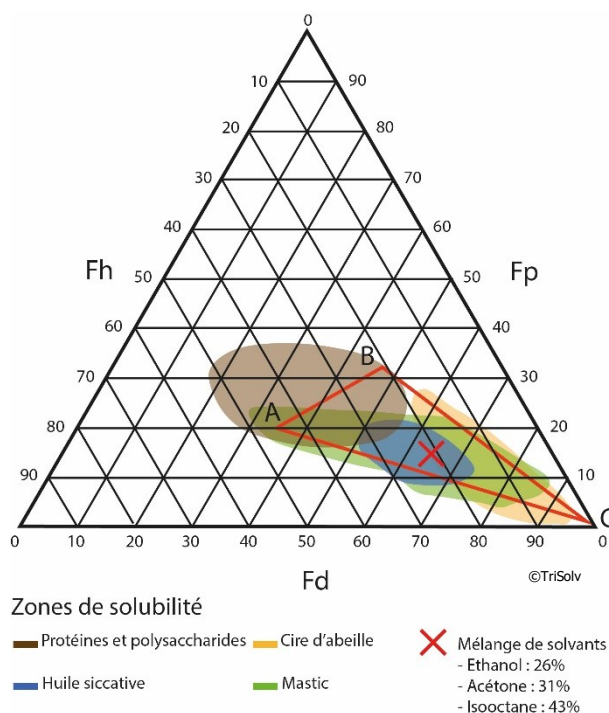
Apport 4 : Précisions sur le diagramme de Teas et le choix des solvants.

Précision sur le diagramme de Teas et le choix des solvants

Le triangle de solubilité, ou diagramme de Teas se présente sous la forme d'un triangle équilatéral dont les trois côtés représentent respectivement ; les forces de dispersions (Fd), les forces polaires (Fp) et les forces de liaison H (Fh). Un solvant peut être qualifié par ces trois paramètres, en utilisant une échelle allant de 0 à 100 et ainsi permettre de le situer sur le triangle³⁴⁰.

Sur le même diagramme il est également possible de situer les zones de solubilité d'un matériau connu et ainsi, en faisant coïncider un solvant ayant les bons paramètres, il est possible de se situer dans la zone de solubilité du matériau en question, si l'on souhaite le retirer, ou au contraire, en dehors de cette zone si l'on ne souhaite pas le solubiliser.

Trois solvants sont sélectionnés, en fonction de leur polarité et peuvent être positionnés de la manière suivante sur le triangle de solubilité :



A : Éthanol (Fd : 36 Fp : 20 Fh : 44)

B : Acétone (Fd : 47 Fp : 32 Fh : 21)

C : Isooctane (Fd : 98 Fp : 1 Fh : 1)³⁴¹

Ces trois solvants couvrent un large espace dans lequel se situe la zone de solubilité de nombreux matériaux.

Les zones colorées figurent les matériaux dont nous pensions qu'ils composaient les couches superficielles que nous souhaitons enlever lors du dégagement.

Les mélanges de solvants se révèlent plus efficaces qu'un solvant seul lorsqu'il s'agit de solubiliser une couche³⁴². Un mélange de solvant a été élaboré pour tenter de nous situer dans la zone de solubilité d'un maximum de matériaux que nous pensions présents. Il

Schéma 14 : Diagramme de Teas montrant les zones de solubilité des matériaux et l'emplacement de solvants.

devrait pouvoir agir sur les huiles siccatives, la cire d'abeille ainsi que les résines types mastic. Les colles protéiniques (peau, os, etc.) sont en revanche sensible à l'eau. La croix rouge figure l'emplacement du mélange de solvant confectionné pour solubiliser les couches lors du dégagement de la bande de sondage.

³⁴⁰ Poliszuk et Ybarra, 2014, p.529.

³⁴¹ Horie, 2010, pp. 345-349.

³⁴² Horie, 2010, p.75.






Test de solubilité des différents matériaux

La solubilité des matériaux des couches superficielles a été testée à l'aide des solvants suivants :

- Eau
- Ethanol
- Acétone
- Isooctane






Le test s'est déroulé en imbibant légèrement un bâtonnet ouaté du solvant sélectionné. Il est frotté à l'emplacement sélectionné pour une durée de trois secondes. Nous avons essayé de maintenir la même pression pour chacun des tests effectués. Le résultat est évalué en observant le résidu laissé sur le coton.

Test 1 : Test de solubilité de la couche noire - Col.

Test de solubilité de la couche noire			Emplacement : Col – Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :				
Col – Face C				

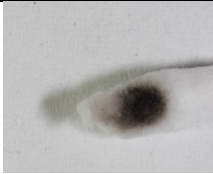




©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Test 2 : Test de solubilité de la couche noire - Registre supérieur.

Test de solubilité de la couche noire			Emplacement : Registre supérieur - Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :				
Registre supérieur Face C				






©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Test 3 : Test de solubilité de la couche noir - Registre inférieur.

Test de solubilité de la couche noire			Emplacement : Registre inférieur - Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :				



©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Test 4 : Test de solubilité de la couche noir - Pied.




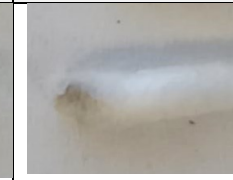

Test de solubilité de la couche noire			Emplacement : Pied - Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :				

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.






Test 5 : Test de solubilité du faux sédiment beige - Registre inférieur.

Test de solubilité du faux sédiment beige		Emplacement : Registre inférieur - Face C		
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test		-	-	-
Zone de test :	<p>Registre inférieur Face C</p>  <p>©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.</p>			

Test 6 : Test de solubilité du vernis transparent - Pied.





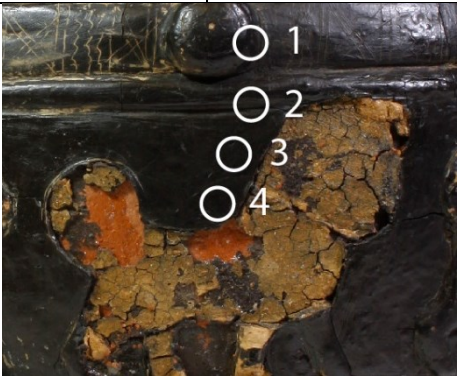
Test de solubilité du vernis transparent		Emplacement : Pied - Face C		
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :	<p>Pied Face C</p>  <p>©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.</p>			

Test 7 : Test de solubilité de la couche à fluorescence blanche - Registre supérieur.

Test de solubilité de la couche à fluorescence blanche			Emplacement : Registre supérieur - Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test : Registre supérieur Face C				

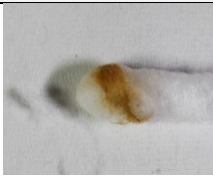




©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Test 8 : Test de solubilité du vernis à fluorescence verdâtre - Registre central.

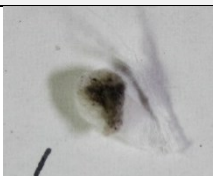




Test de solubilité du vernis à fluorescence verdâtre			Emplacement : Registre central - Face C	
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test : Registre central Face C				

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.


Test 9 : Test de solubilité des décors d'applique - Registre supérieur.

Test de solubilité des décors d'applique		Emplacement : Registre supérieur - Face C		
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :	<p>Registre supérieur Face C</p>  <p>©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.</p>			

Test 10 : Test de solubilité de la sous-couche noire - Registre central.

Test de solubilité de la sous-couche noire		Emplacement : Registre central - Face C		
N°	1	2	3	4
Solvant	Eau	Ethanol	Acétone	Isooctane
Coton après test				
Zone de test :	<p>Registre central Face C</p>  <p>©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.</p>			

Test 11 : Mesure de pH de la surface du vase 3272.

Mesures de pH de la surface du vase 3272			
Conditions des mesures : Agarart™ à 4 % dans eau déminéralisée pH Agar-agar/eau déminéralisée : 6.9 Temps d'application du gel : 2 minutes			
Localisation	N°	pH	Emplacement des mesures
Col	1	6,1	
	2	6,25	
Registre supérieur	3	6,34	
	4	6,31	
Registre central	5	6,17	
	6	6,33	
Registre inférieur	7	6,20	
	8	6,25	
Pied	9	6,21	
	10	6,30	

Annexe 5 – Les gels, leur préparation et leur diffusion

Précisions sur les gels employés

Apport 5 : Précisions sur les gels d'agar-agar.

Les gels d'agar-agar

Le gel d'agar-agar se prête particulièrement à la pratique des nettoyages aqueux. Il est initialement utilisé dans le domaine alimentaire et se présente sous la forme d'une poudre légèrement jaunâtre. Il est obtenu à partir d'une espèce d'algues rouges marines et est composé de deux polysaccharides ; l'agarose à environ 70% et qui lui confère ses propriétés gélifiantes et l'agaropectine³⁴³. L'agar est insoluble dans l'eau froide, cependant il se dissoudra dans l'eau bouillante. Aux alentours des 85-90°C, toutes les molécules d'agar seront solubilisées³⁴⁴, l'agitation thermique empêchera la formation de liaisons hydrogène entre les chaînes moléculaires et l'agar restera en solution dans l'eau³⁴⁵. Mais lorsque la température redescend et avoisine les 40°C, la gélification commence, les chaînes moléculaires s'organisent en structure à double hélice³⁴⁶, ce qui organise des espaces dans lesquels une certaine quantité d'eau se retrouve piégée. Des liaisons hydrogène se créent entre les chaînes de molécules, conférant au gel une certaine rigidité.

C'est précisément la capacité du gel d'agar à se rigidifier tout en emprisonnant de l'eau qui lui donne ses propriétés à être utilisé en tant que moyen de nettoyage. Ce gel agira ainsi comme une éponge, capable de relâcher une certaine quantité d'eau. Un gel d'agar doit également être considéré comme un matériau poreux, ainsi la capacité de rétention d'eau d'un gel d'agar et donc sa capacité à la relâcher est liée à sa concentration. Plus la concentration d'agar-agar dans le gel est importante, plus la taille de ses pores sera fine et plus le relâchement d'eau sera faible, limitant ainsi la diffusion au sein du substrat à nettoyer. La concentration doit donc être adaptée en fonction de la porosité et de la sensibilité de l'objet à traiter. Il est généralement admis que les pourcentages d'utilisation d'un gel d'agar pour le nettoyage aqueux sont situés entre 2% et 4%³⁴⁷.

Le gel d'agar-agar peut être appliqué de différentes manières en fonction des caractéristiques du matériau que l'on souhaite traiter. Il peut être appliqué sous forme rigide, après la chauffe il est coulé en plaque et laissé à refroidir, il sera ainsi possible de découper des morceaux à la taille de la surface que l'on souhaite traiter. Il peut également être appliqué sous forme semi-rigide, ou à chaud. Après la chauffe, lorsque le gel atteint une température de 40°C³⁴⁸ il est appliqué directement sur la surface à traiter à l'aide d'une spatule ou à la seringue.

³⁴³ Dupke *et al.*, 2020, p.72.

³⁴⁴ Cremonesi, 2016, p.363.

³⁴⁵ Lee Scott, 2012, p.72.

³⁴⁶ Dupke *et al.*, 2020, p.72.

³⁴⁷ Dupke *et al.*, 2020, p.73.

³⁴⁸ Cremonesi, 2016, p.363.

Ces deux modes d'applications ont l'avantage de permettre une application localisée sur des surfaces planes dans le cas des gels rigides, ou plus accidentées voire inclinées pour l'application en gel semi-rigide. Le mode d'application à chaud permet également de mettre à profit la chaleur pour aider à la solubilisation de certains composés.

Enfin, les gels d'agar ont l'avantage de ne laisser que très peu de résidus sur l'objet, d'une part il est généralement très facile d'ôter le gel une fois solidifié sur la surface d'un objet, et d'autre part, même si d'éventuels résidus restaient, ils sécheraient et se détacheraient d'eux-mêmes très rapidement³⁴⁹. Il n'est donc pas nécessaire de rincer la surface après l'utilisation d'un gel aqueux d'agar-agar.

Apport 6 : Précisions sur le gel d'acide polyacrylique.

Le gel d'acide polyacrylique

À l'aspect, les gels de solvants se présentent comme d'autres gels ; une substance visqueuse, relativement transparente pouvant être déposée de manière précise sur une zone déterminée. Cependant la différence avec le gel d'agar-agar, est la capacité du gel à accueillir des solvants. L'efficacité d'un gel de solvant repose sur le solvant qu'il retient et sa capacité à solubiliser la couche que l'on souhaite retirer³⁵⁰.

Quatre composés sont nécessaires à la fabrication d'un gel à base d'acide polyacrylique. Tout d'abord le solvant ou le mélange préalablement sélectionné en fonction de la solubilité du matériau que l'on souhaite éliminer. Ce solvant (l'eau n'est ici pas prise en compte) peut être polaire ou apolaire. L'acide polyacrylique, qui servira à épaissir le mélange, un tensio-actif et quelques gouttes d'eau³⁵¹.

L'acide polyacrylique se présente sous la forme d'une poudre blanche, très légère et volatile. C'est un polymère organique possédant des groupes carboxyle et ayant une très basse solubilité dans l'eau. Son pH est bas et à l'état sec ses groupes carboxyles sont enroulés sur eux-mêmes, interagissant entre eux via des liaisons hydrogène³⁵². Pour pouvoir former un gel, il est impératif de stabiliser les groupes acides à l'aide d'une base, ce qui aura pour effet de neutraliser et de polariser l'acide carboxylique, permettant de dérouler les molécules, les charges interagissant entre les chaînes et créant ainsi un réseau tridimensionnel constituant le squelette du gel³⁵³ et permettant de piéger les molécules de solvant dans la structure. Enfin, quelques gouttes d'eau doivent être ajoutées, permettant l'ionisation des molécules d'acide et ainsi son déroulement complet, épaississant le

³⁴⁹ Cremonesi, 2016, p.366.

³⁵⁰ Khandekar, 2004, p.14.

³⁵¹ Khandekar, 2004, p.14.

³⁵² Baglioni *et al.*, 2014, p.365.

³⁵³ Baglioni *et al.*, 2014, p.366.

mélange jusqu'à formation du gel³⁵⁴. Ce déroulement est lié aux répulsions électrostatiques entre les charges négatives sur la molécule, aboutissant à la formation de liaisons ioniques³⁵⁵.

La base utilisée pour la fabrication d'un gel de solvant à base d'acide polyacrylique est généralement de l'Ethomeen®, une amine ayant les propriétés d'une base faible et étant également un tensio-actif non ionique. Il en existe deux types pouvant être utilisés en fonction que l'on souhaite utiliser un solvant polaire ou apolaire. L'Ethomeen® C12 est utilisée pour former des gels avec des solvants apolaire, tandis que l'Ethomeen®C25 est destinée à former des gels de solvants polaires³⁵⁶.

Le gel de solvant à base d'acide polyacrylique forme un gel transparent, légèrement jaune, lié à la couleur de l'Ethomeen®, homogène et visqueux. Il est facile à appliquer dans une zone délimitée et tient en place même sur une surface inclinée, il présente également l'avantage de posséder un pH neutre.

En revanche il est moins facile à enlever qu'un gel rigide et nécessite impérativement d'être rincé avec, le risque étant de laisser des résidus sur la surface de l'objet, principalement de l'Ethomeen®³⁵⁷.

Les gels d'Ethomeen®C12 devront être rincés avec des solvants apolaires (hydrocarbures) et les gels d'Ethomeen®C25 avec des solvants plus polaires que le solvant utilisé au sein du gel³⁵⁸.

³⁵⁴ Dupuis, 2012, [En ligne].

³⁵⁵ Dupuis, 2012, [En ligne].

³⁵⁶ Baglioni *et al.*, 2014, p.366.

³⁵⁷ Stulik et Miller, 2004, p.38.

³⁵⁸ Wolbers, 2000, p.164.

Protocoles de fabrication des gels

Protocole 1 : Préparation d'un gel d'agar-agar.

Préparation d'un gel d'agar-agar (Agarart™ CTS)

Nécessaire pour 20 ml de préparation de gel d'agar-agar à 4% (poids/volume) :

- 19,6 ml d'eau déminéralisée
- 0,4 g d'agar-agar

- 1) Mélanger la quantité nécessaire d'agar-agar (entre 2% à 4%, poids/volume) dans de l'eau déminéralisée, en fonction de la rigidité souhaitée et du volume de gel voulu.
- 2) Placer le récipient (en verre et fermé) dans un micro-onde jusqu'à ébullition du mélange (arrêter la chauffe dès que la solution se met à bouillir)
- 3) Laisser refroidir complètement.
- 4) Réaliser une deuxième chauffe. À ce stade il ne doit plus y avoir de particules solides d'agar-agar dans la solution.
- 5) En fonction du mode d'application du gel choisie :
 - a) Application en gel semi-rigide, attendre que la température du gel atteigne les 40°C et l'appliquer au pinceau ou à la spatule sur la zone choisie.
 - b) Application en gel rigide, verser le gel d'agar dans une boîte de Petri ou sur un support en verre plat muni de rebord. L'épaisseur obtenue devrait être d'environ 2mm. Attendre jusqu'à la rigidification complète du gel. Le gel peut ensuite être découpé en fonction de la forme de la zone à traiter et appliqué. Eviter de toucher le gel avec une surface métallique (lame de scalpel...)

Protocole 2 : Préparation d'un gel de solvant à base d'acide polyacrylique.

Préparation d'un *solvant gel* à base d'acide polyacrylique (Carbopol™Ultrez 21)

Nécessaire pour 25 ml de préparation³⁵⁹ :

- 25 ml du solvant ou mélange de solvant souhaité.
- 0,25 g de Carbopol™Ultrez 21
- En fonction de la polarité du solvant utilisé :
 - a) Solvant polaire : 1,5 ml d'Ethomeen®C25
 - b) Solvant apolaire : 3,5 ml d'Ethomeen®C12
- 1,8 ml d'eau déminéralisée

Préparation :

- 1) Ajouter le Carbopol™Ultrez 21 au solvant utilisé. Mélanger jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de grumeau. Un tamis peut être employé pour limiter la formation d'agréats. Une fois mélangée correctement, il ne doit plus y avoir de particules solides et la solution doit avoir pris une couleur blanchâtre et légèrement opaque.
- 2) Ajouter au goutte-à-goutte l'Ethomeen®C12 ou C25, continuer à mélanger pendant ce temps. La solution devrait commencer à s'épaissir légèrement.
- 3) Ajouter au goutte-à-goutte l'eau déminéralisée, continuer à mélanger doucement. Ne pas ajouter l'eau en une fois et patienter entre chaque goutte. Arrêter l'ajout d'eau en fonction de la viscosité du gel souhaitée.

L'application peut se faire à la spatule ou au pinceau sur les zones désirées. Il est conseillé de couvrir le gel afin de ralentir l'évaporation des solvants.

Après avoir laissé le gel agir le temps désiré, le retirer à l'aide d'un bâtonnet ouaté. Il est impératif de rincer la zone à l'aide d'un solvant (hydrocarbure dans le cas de l'Ethomeen®C12 et avec un solvant plus polaire que celui employé dans le cas de l'Ethomeen®C25) afin de retirer les résidus de gel.

³⁵⁹ Selon Dupuis, 2012, [En ligne].

Tests de diffusion du gel d'agar-agar et du gel d'acide polyacrylique



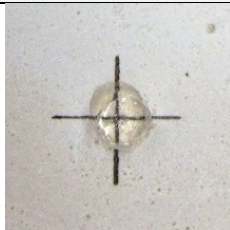
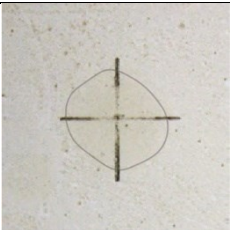

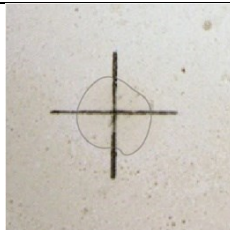
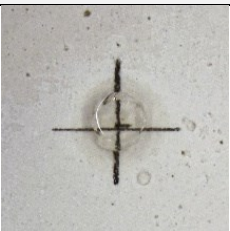
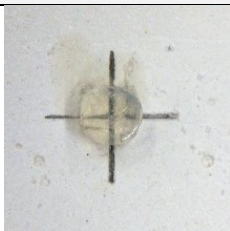
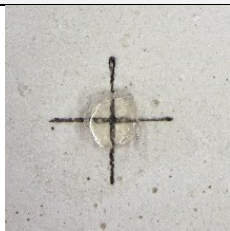
Mise en place du test de diffusion des gels

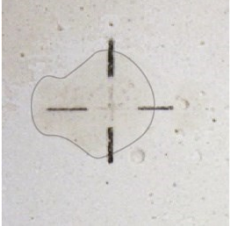
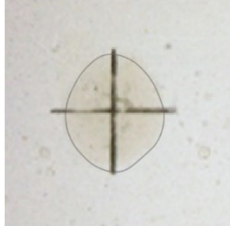
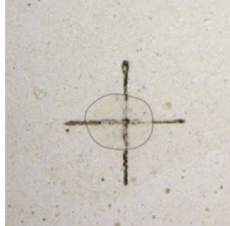
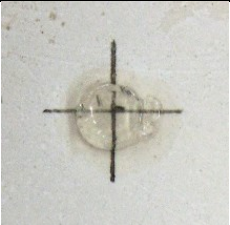


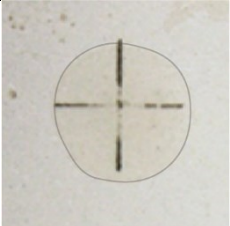
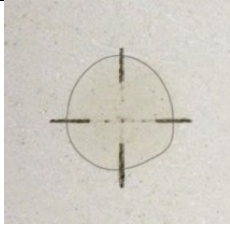
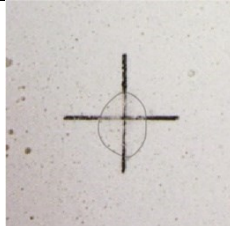
Nous souhaitons tester deux types de gels ; le gel d'agar-agar et un gel d'acide polyacrylique contenant un mélange de solvant.

Les éprouvettes de plâtre ont été coulées avec du plâtre type *Gesso dentistico bianco* de chez CTS®, dans une proportion de 1 part d'eau pour 2 parts de plâtre. Les éprouvettes ont une épaisseur de 1 cm, elles ont été laissées à sécher durant une semaine avant que le test ne soit mené et qu'elles soient ainsi parfaitement sèches.

A chaque emplacement de test pour le gel, une croix de 1cm x1cm a été dessinée au crayon, le gel sera déposé au centre de la croix, ceci afin de pouvoir mieux percevoir la diffusion du solvant au sein de la plaquette de plâtre. Le gel testé sera photographié à son application, lorsqu'il sera enlevé, la tache diffusée dans l'éprouvette sera détournée puis à nouveau photographiée.




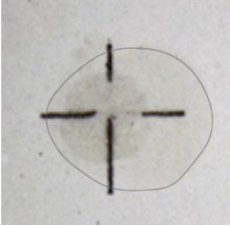
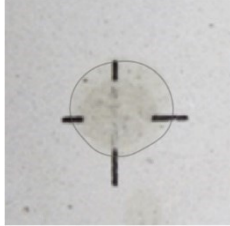
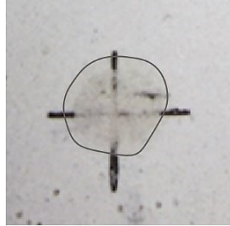
Test 12 : Test de diffusion du gel d'agar-agar rigide.

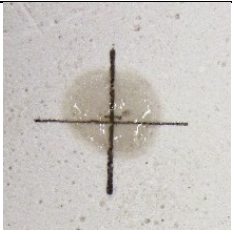
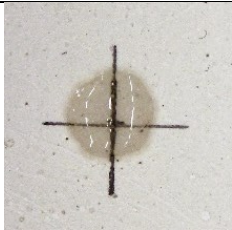
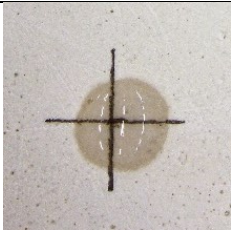
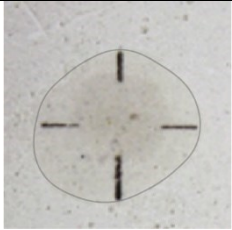
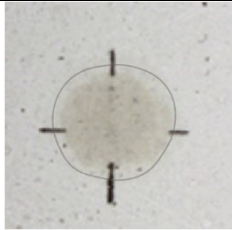
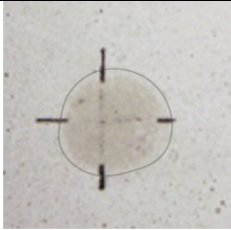
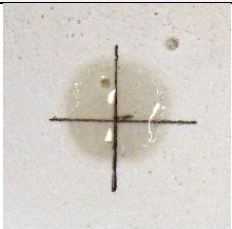

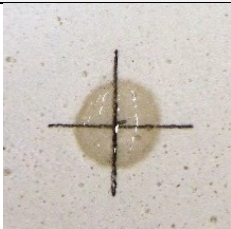
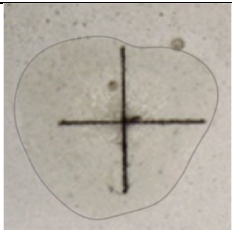
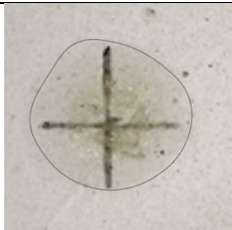
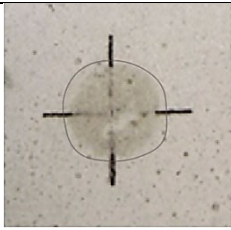
Test de diffusion d'un gel d'agar-agar rigide sur des éprouvettes de plâtre			
Temps d'application : 5min			
% du gel	2%	3%	4%
A l'application du gel			
Après retrait du gel			
Temps d'application : 10 min			
% du gel	2%	3%	4%
A l'application du gel			

Après retrait du gel			
Temps d'application : 15 min			
% du gel	2%	3%	4%
A l'application du gel			
Après retrait du gel			

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Test 13 : Test de diffusion du gel d'agar-agar semi-rigide.

Test de diffusion d'un gel d'agar-agar semi-rigide sur des éprouvettes de plâtre			
Temps d'application : 5min			
% du gel	2%	3%	4%
A l'application du gel			
Après retrait du gel			
Temps d'application : 10 min			
% du gel	2%	3%	4%

A l'application du gel			
Après retrait du gel			
Temps d'application : 15 min			
% du gel	2%	3%	4%
A l'application du gel			
Après retrait du gel			

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Bilan du test de diffusion des gels d'agar-agar

De manière générale, quel que soit le temps d'application, la concentration à 2% semble être de l'eau libre, le gel la relâche le plâtre immédiatement à l'application, laissant une auréole importante, bien au-delà de la surface occupée initialement par le gel. De plus le gel est relativement difficile à ôter, adhérant à la surface.

Les gels à 3% donnent un résultat presque semblable au gel à 2%, bien que la surface occupée par l'auréole soit légèrement plus réduite.

Enfin, avec le gel à 4%, la diffusion semble se faire uniquement sur la surface occupée par le gel, de plus il est très facile de l'ôter après le temps défini.

La diffusion d'eau au sein de l'éprouvette est plus importante lorsque le temps d'application est plus long, cependant, les différents pourcentages de gel réagissent toujours de la même manière, les gels à 2% et 3% diffusent plus d'eau dans la matière que le gel à 4%. Celui-ci semble être le plus « stable » des trois. L'auréole qu'il crée n'est que légèrement plus large que la surface qu'il occupait initialement.

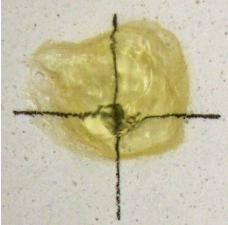

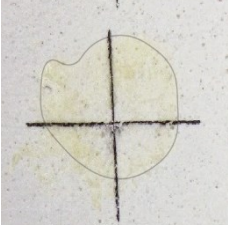
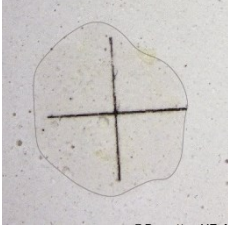
Le gel semi-rigide se comporte comme le gel rigide, la diffusion dans l'éprouvette diminue quand le % d'agar dans le gel augmente. Cependant, à la différence avec le gel rigide, la diffusion est légèrement plus importante, l'auréole laissée sur l'éprouvette étant plus grande qu'avec le gel rigide. Encore une fois le gel à 4% semble amener le moins d'eau dans l'éprouvette. De la même manière, plus le temps de contact est important, plus la diffusion l'est aussi. Pour ce type d'application également, le gel à 4% semble diffuser le moins d'eau, il est également plus facile à retirer de l'éprouvette.

Test du gel d'acide polyacrylique

Le gel a été appliqué à la seringue sur chaque éprouvette, permettant d'avoir une quantité égale. Il a été laissé pour une durée de 5 min, 10 min et 15min. L'éprouvette a été photographiée à l'application du gel et après le temps déterminé, l'auréole laissée par le solvant a été détournée sur la plaquette de plâtre.

Dans un second temps ce gel a également testé en ajoutant une interface de papier japon entre lui et l'éprouvette et en laissant agir 15 min.

Test 14 : Test de diffusion d'un un gel d'acide polyacrylique.

Test de diffusion d'un gel d'acide polyacrylique sur des éprouvettes de plâtre avec et sans interface en papier japon		
Temps d'application	15 minutes	
	Sans interface	Avec interface
A l'application du gel		
Après temps de pause		

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Bilan du test de diffusion du gel d'acide polyacrylique


Le gel d'acide polyacrylique ne semble pas diffuser au-delà de la surface occupée initialement par le solvant, quel que soit le temps d'application. Après retrait du gel, seul cet emplacement présente une auréole humide sur le plâtre. Il est probable que la diffusion du solvant au sein de l'éprouvette se fasse en profondeur. Il n'est toutefois pas possible ici de le vérifier, la morphologie des éprouvettes ne le permettant pas. Dans le cas de ce test, la surface n'a pas été rincée après application, on remarque les résidus restant sur la surface, formant un film collant, ce qui souligne l'importance du rinçage de la surface après application.

En revanche pour le gel muni d'une interface de papier japon le solvant s'est largement au-delà de la zone occupée initialement. Ce test montre que cette interface fait perdre au gel sa capacité de rétention de solvants, qui se retrouvent sous une forme quasiment libre, se diffusant largement dans le substrat.

Annexe 6 – Caractérisation des matériaux constitutifs du vase 3272

Localisation des prélèvements

Tableau 1 : Emplacement des prélèvements des couches superficielles.

Emplacement des prélèvements des couches superficielles		
Emplacement des prélèvements	Nom	Abréviation et nom des prélèvements
	Vernis transparent	VT 1-2
	Vernis à fluorescence blanche	FB 1-2
	Vernis à fluorescence verdâtre	FV
	Faux sédiment	FS 1-2
	Couche noire	CN 1-5
	Sous-couche noire	SCN 1- 2
	Sédiments internes	SI

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Tableau 2 : Emplacement des prélèvements des couches inférieures.

Emplacement des prélèvements des couches inférieures		
Emplacement des prélèvements	Nom	Abréviation et nom des prélèvements
	Décors d'appliques	DA 1- 3
	Décors modelés	DM 1-3
	Mortier de jonction	MJ

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Protocoles des tests d'identifications microchimiques positifs

Protocole 3 : Application du test d'identification du polyvinyle alcool.

Protocole d'application du test d'identification de polyvinyle alcool

But du test : Identifier la présence de polyvinyle alcool ou l'un de ces dérivés tels que l'acétate de polyvinyle¹.

Equipement nécessaire :

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| - Gants | - Lame porte-objet à dépression |
| - Lunettes de protection | - Papier buvard |
| - Blouse de protection | - Bécher |
| - Pipettes Pasteur | |

Réactifs nécessaires :

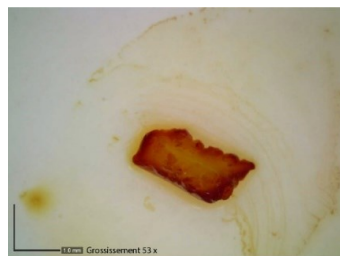
- | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| - Acétone | - Iodure de potassium (KI) à 4,5% dans l'eau distillée |
| - Acide acétique glacial | |
| - Glycérol | - Iode (I ₂) à 5% (p/v) dans l'eau distillée |

Marche à suivre :

- Mélanger 10 ml de solution de KI et 10 ml de solution de I₂ et ajouter 1 g de glycérine.
- Faire une solution d'acide acétique glacial à 50% (v/v) dans l'eau distillée.
- Placer l'échantillon sur la lamelle porte-objet et ajouter une goutte d'acétone.
- Dans un bécher séparé, mélanger 7 parts de la solution de KI et de I₂ avec 10 parts de la solution d'acide acétique.
- Placer une goutte de cette solution sur l'échantillon et laisser agir au moins 10 minutes.

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque l'échantillon se colore. La couleur peut varier entre le vert, le violet, le bleu, le rouge, l'orange ou le jaune. Si l'échantillon devient brun foncé, le résultat doit être considéré comme négatif, en revanche peut indiquer la présence acrylique ou de polyester.



Echantillon d'adhésif moderne à base de polyvinyle alcool avant et après le test d'identification microchimique.

Protocole 4 : Application du test d'identification d'oxydes de fer.

Protocole d'application du test d'identification microchimique d'oxydes de fer

But du test : Identifier la présence d'oxydes de fer dans l'échantillon³⁶⁰.

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression
- Spatule en plastique

Réactifs nécessaires :

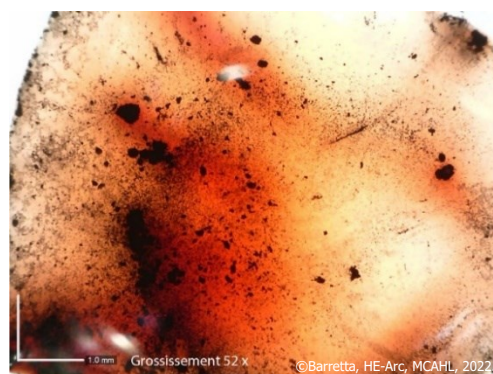
- Acide chlorhydrique (HCL) 1M.
- Thiocyanate de potassium (KSCN) à 33% dans l'eau distillée

Marche à suivre :

- Réduire les échantillons en poudre en les écrasant à l'aide d'une spatule (pas de métal !).
- Déposer le prélèvement sur la lame porte-objet et ajouter une goutte de HCL.
- Attendre la dissolution de l'échantillon.
- Ajouter une goutte de KSCN.

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque la solution se teinte d'une couleur rouge sombre.



Oxyde de fer avant et après le spot test d'identification

³⁶⁰ D'après Matteini *et al.*, 2016, p.83.

Protocole 5 : Application du test d'identification du jaune de Naples.

Protocole d'application du test d'identification microchimique de jaune de Naples

But du test : Identifier la présence de jaune de Naples dans l'échantillon³⁶¹. Le test est basé sur la détection de l'antimoine, présent dans le pigment jaune de Naples sous la forme d'antimoniate de plomb ($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$)

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression (deux fois)

Réactifs nécessaires :

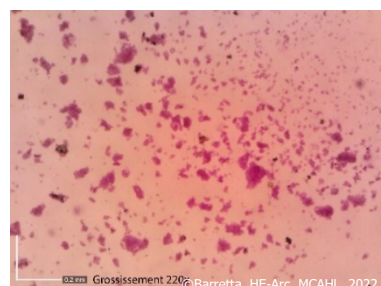
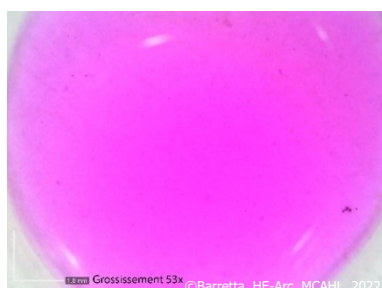
- Acide chlorhydrique à 35% (HCl)
- Rhodamine B 0,01 % dans l'éthanol

Marche à suivre :

- Déposer le prélèvement sur la lame porte-objet et ajouter une goutte de HCl.
- Laisser agir durant une heure au moins (couvrir pour éviter l'évaporation)
- Après une heure, prélever une goutte de la solution obtenue.
- Déposer une goutte de Rhodamine B sur une lame porte-objet.
- Déposer la goutte de solution de HCl prélevée sur la goutte de Rhodamine B

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque la solution de Rhodamine B passe du rose au violet. L'apparition de précipités violets dans la solution est également un signe révélateur de la présence d'antimoine.



Prélèvement du faux sédiment beige avant et après spot-test d'identification

³⁶¹ D'après Wainwright *et al.*, 1986, p.238.

Protocole 6 : Application du test d'identification d'huile siccative.

Protocole d'application du test d'identification microchimique d'huile siccative

But du test : Identifier la présence d'huile siccative dans l'échantillon³⁶².

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression

Réactifs nécessaires :

- Hydroxyde de sodium (NaOH) à 10% dans de l'eau déminéralisée.

Marche à suivre :

- Placer l'échantillon sur la lame porte-objet. Dans la mesure du possible il est important que l'échantillon soit en un seul morceau et non en poudre.
- Déposer une goutte de NaOH sur l'échantillon

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque l'échantillon se désagrège au contact du NaOH. Le résultat n'est pas immédiat et peut prendre quelques minutes. Si l'échantillon gonfle mais ne se désagrège pas, cela peut être lié à la présence d'une colle protéinique.



Echantillon de peinture moderne à base d'huile siccative, avant et après spot-test d'identification.

³⁶² D'après Joseph, 2021, p.4, *non publié*.

Protocole 7 : Application du test d'identification de composés protéiniques.

Protocole d'application du test d'identification microchimique de composés protéiniques

But du test : Identifier la présence de protéines animales (colle de peau, d'os, œuf...) dans un matériau³⁶³. Ce test convient particulièrement bien aux échantillons sous forme de film transparent ou aux fragments couleur clairs, un résultat positif étant visible par le changement de couleur de l'échantillon.

Equipement nécessaire :

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| - Gants | - Pipettes Pasteur |
| - Lunettes de protection | - Lame porte-objet à dépression |
| - Blouse de protection | - Papier buvard |

Réactifs nécessaires :

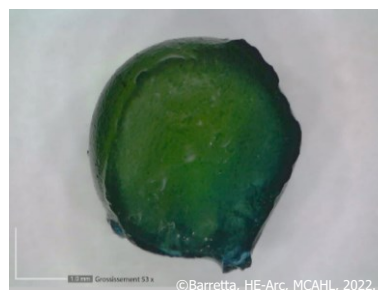
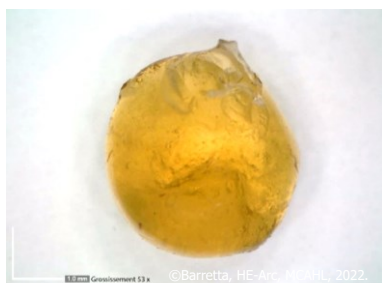
- Solution de Noir Amide à pH 7 ; mélanger 90 ml d'eau distillée et 10 ml de glycérol. Ajouter 0,01g de Noir Amide 10B.
- Solution de glycérol à 10% dans l'eau déminéralisée.

Marche à suivre :

- Placer l'échantillon sur la lame porte-objet
- Ajouter une goutte de solution de Noir Amide et patienter 2 minutes
- Aspirer la goutte de solution à l'aide de papier buvard
- Rincer l'échantillon avec une goutte de solution de glycérol
- Répéter l'opération

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque l'échantillon à tester se teinte de bleu foncé et conserve cette couleur après le rinçage.



Grain de colle de peau moderne avant et après spot test d'identification.

³⁶³ D'après Mathe et Vieillescazes, 2002, p. 11.

Protocole 8 : Application du test d'identification de composés protéiniques bis.

Protocole d'application du test d'identification microchimique de composés protéiniques bis

But du test : Identifier la présence de protéines animales (colle de peau, d'os, œuf...) dans un matériau³⁶⁴. Ce test convient également bien aux échantillons de couleur foncée, étant la solution dans laquelle sera immergé l'échantillon qui changera de couleur et non l'échantillon lui-même.

Equipement nécessaire :

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| - Gants | - Pipettes Pasteur |
| - Lunettes de protection | - Lame porte-objet à dépression |
| - Blouse de protection | - Papier buvard |

Réactifs nécessaires :

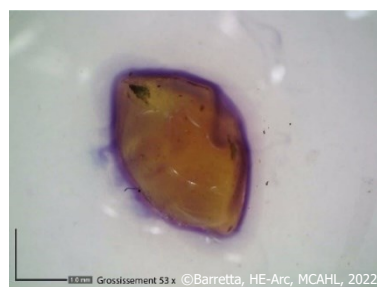
- Solution de sulfate de cuivre (II) (CuSO_4) à 2% (p/v) dans l'eau déminéralisée.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 5 % (p/v) dans l'eau déminéralisée.

Marche à suivre :

- Placer l'échantillon sur la lame porte-objet.
- Ajouter une goutte de sulfate de cuivre sur l'échantillon et laisser agir 5 minutes.
- Aspirer la solution avec un papier buvard.
- Ajouter une goutte d'hydroxyde de sodium et laisser agir (peut prendre jusqu'à une heure).

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque se forme une couleur violette autour du prélèvement, indiquant la présence de protéine. La couleur peut être ténue, d'où la nécessité d'observer le résultat sous loupe binoculaire.



Grain de colle de peau moderne avant et après spot test d'identification.

³⁶⁴ D'après Odegaard *et al.*, 2005, p.144.

Protocoles des tests d'identifications microchimiques à résultats négatifs

Protocole 9 : Application du test d'identification du nitrate de cellulose.

Protocole d'application du test d'identification microchimique du nitrate de cellulose

But du test : Identifier la présence de nitrate et de ses dérivés (nitrate de cellulose en particulier) dans des adhésifs ou des plastiques³⁶⁵.

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression

Réactifs nécessaires :

- Acide sulfurique pur (H_2SO_4)
- Eau déminéralisée
- Diphénylamine ($(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$)

Marche à suivre :

- Mélanger 0,9 ml d'acide sulfurique à 1 ml d'eau.
- Ajouter 0,05 g de diphénylamine
- Placer l'échantillon sur une lamelle porte-objet
- Ajouter une goutte de la solution préparée

Interprétation des résultats :

Le test est considéré comme positif lorsque l'échantillon se teinte en bleu foncé et que la couleur se diffuse dans la solution. Toute autre couleur obtenue ou pas de coloration du tout doit être considéré comme un résultat négatif.

³⁶⁵ D'après Odegaard *et al.*, 2005, p.164.

Protocole 10 : Application du test d'identification de composés du plomb.

Protocole d'application du test d'identification microchimique de composés du plomb

But du test : Identifier la présence de plomb ou de ses composés dans l'échantillon³⁶⁶.

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression
- Brucelles

Réactifs nécessaires :

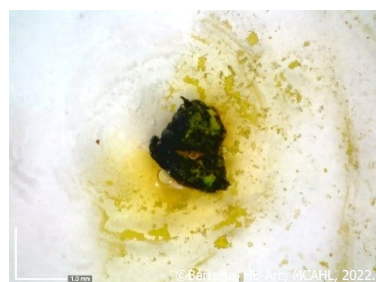
- Acide nitrique (HNO_3) 1M
- Iodure de potassium (KI) en cristaux
- Eau déminéralisée

Marche à suivre :

- Déposer le prélèvement sur la lame porte-objet et ajouter une goutte de HNO_3 .
- Attendre l'évaporation complète de la goutte de HNO_3 .
- Diluer le résidu restant sur la lame porte-objet avec une goutte d'eau déminéralisée.
- A l'aide d'une brucelles, déposer un cristal de KI sur la goutte d'eau

Interprétation des résultats :

Le résultat est considéré comme positif lorsque la solution se teinte de jaune, il peut également y avoir la formation de précipités.



Echantillon de peinture moderne contenant du carbonate de plomb avant et après spot-test d'identification.

³⁶⁶ D'après Gettens *et al.*, 1993, p.72.

Protocole 11: Application du test d'identification de la colophane.

Protocole d'application du test d'identification de la colophane (Raspail Test)

But du test : Identifier la présence de colophane dans l'échantillon³⁶⁷.

Equipement nécessaire :

- Gants
- Lunettes de protection
- Blouse de protection
- Pipettes Pasteur
- Lame porte-objet à dépression
- Papier buvard

Réactifs nécessaires :

- Solution d'eau déminéralisée saturée de sucre alimentaire (environ 35 g de sucre dans 25 ml d'eau)
- Acide sulfurique à 98% (H_2SO_4)

Marche à suivre :

- Placer l'échantillon sur la lame porte-objet
- Déposer une goutte de solution d'eau sucrée
- Après une dizaine de secondes, aspirer la solution d'eau sucrée avec le papier buvard
- Déposer une goutte de H_2SO_4 sur l'échantillon

Interprétation des résultats :

Le test est considéré comme positif lorsque la solution prend une couleur rouge framboise. Le résultat peut prendre jusqu'à une demi-heure pour apparaître en fonction de la quantité présente de colophane ainsi que de son vieillissement. Une couleur brune doit être considérée comme un résultat négatif.



Echantillon de colophane moderne avant et après spot-test d'identification.

³⁶⁷ D'après Odegaard *et al.*, 2005, p.158.

Analyses en spectroscopie infrarouge à Transformée de Fourier

Conditions des analyses :

Appareil : *Thermo Scientific Nicolet iN10MX*

Zone analysée : 150x150 μm

Durée de l'analyse : 32 scans

Mode : réflexion totale atténuée (ATR), plage 4000- 600 cm^{-1} , résolution spectrale 4 cm^{-1} .

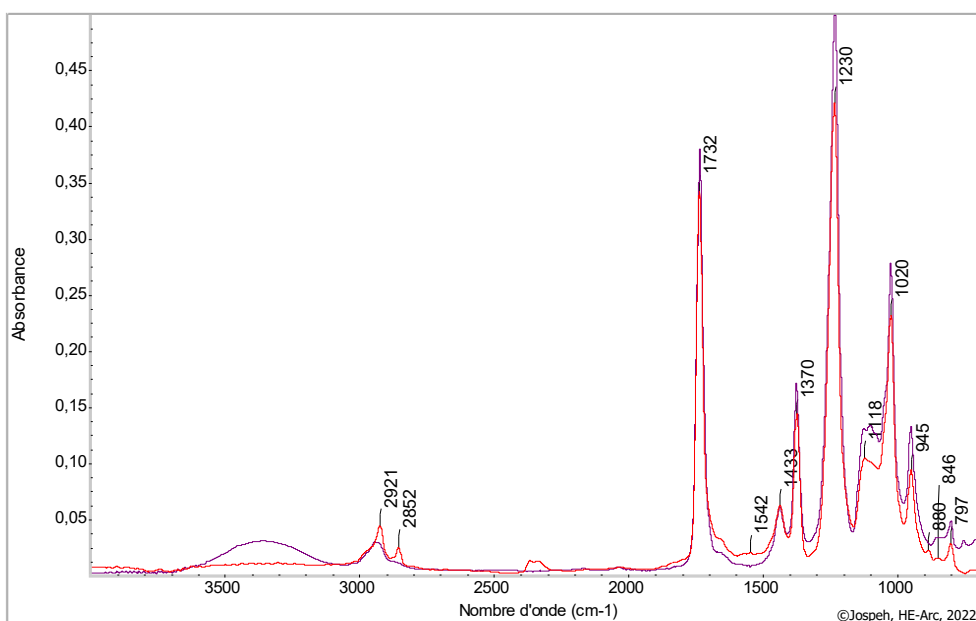
Interferogramme moyenné, ligne de base corrigée et lissage de 9 points.

Les résultats présentés ci-dessous se basent sur les spectres élaborés à l'aide du logiciel *Thermo Scientific OMNIC*.

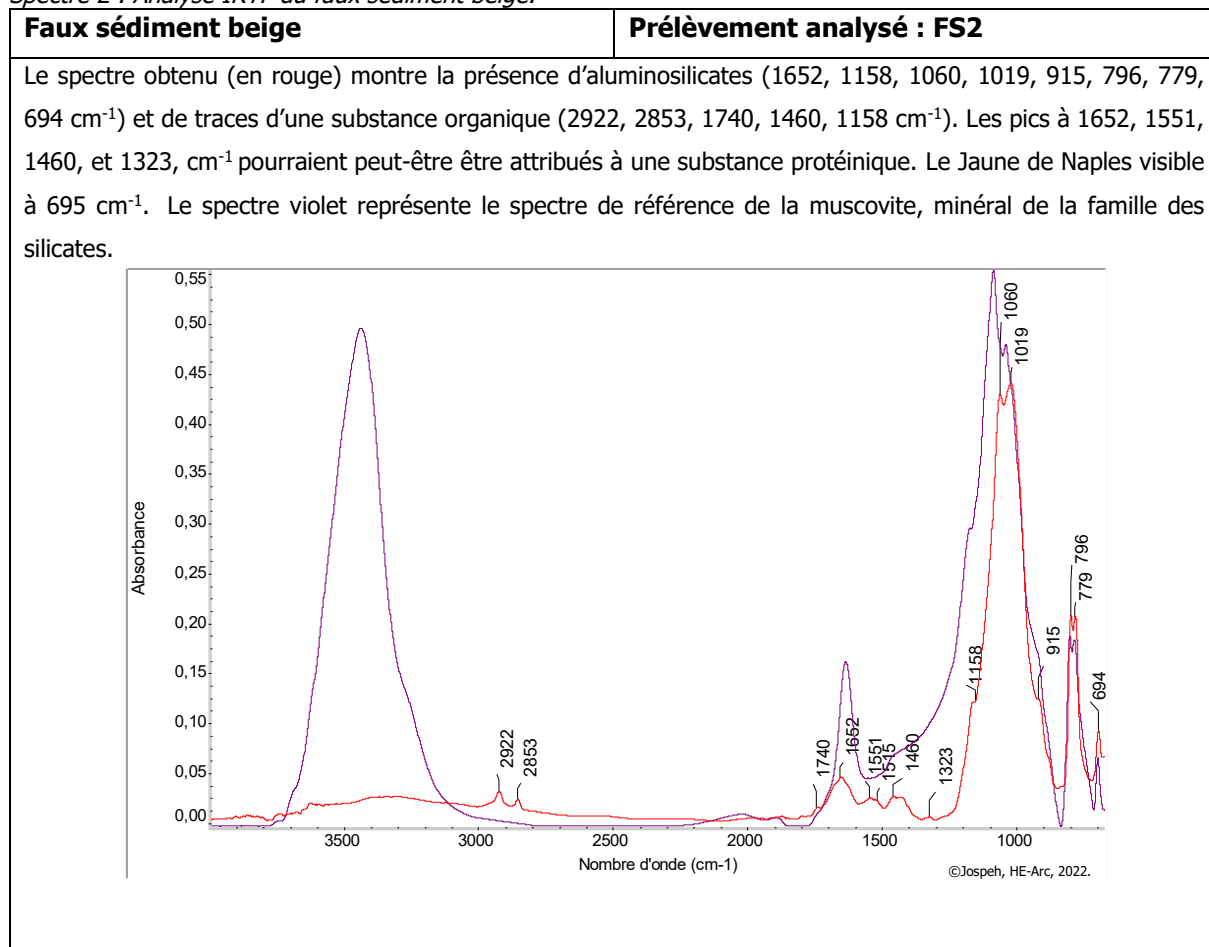
Spectre 1 : Analyse IRTF du vernis transparent et de la couche à fluorescence blanche.

Vernis transparent et couche à fluorescence blanche	Prélèvements analysés : (VT1 et FB2)
-----------------------------------------------------	--------------------------------------

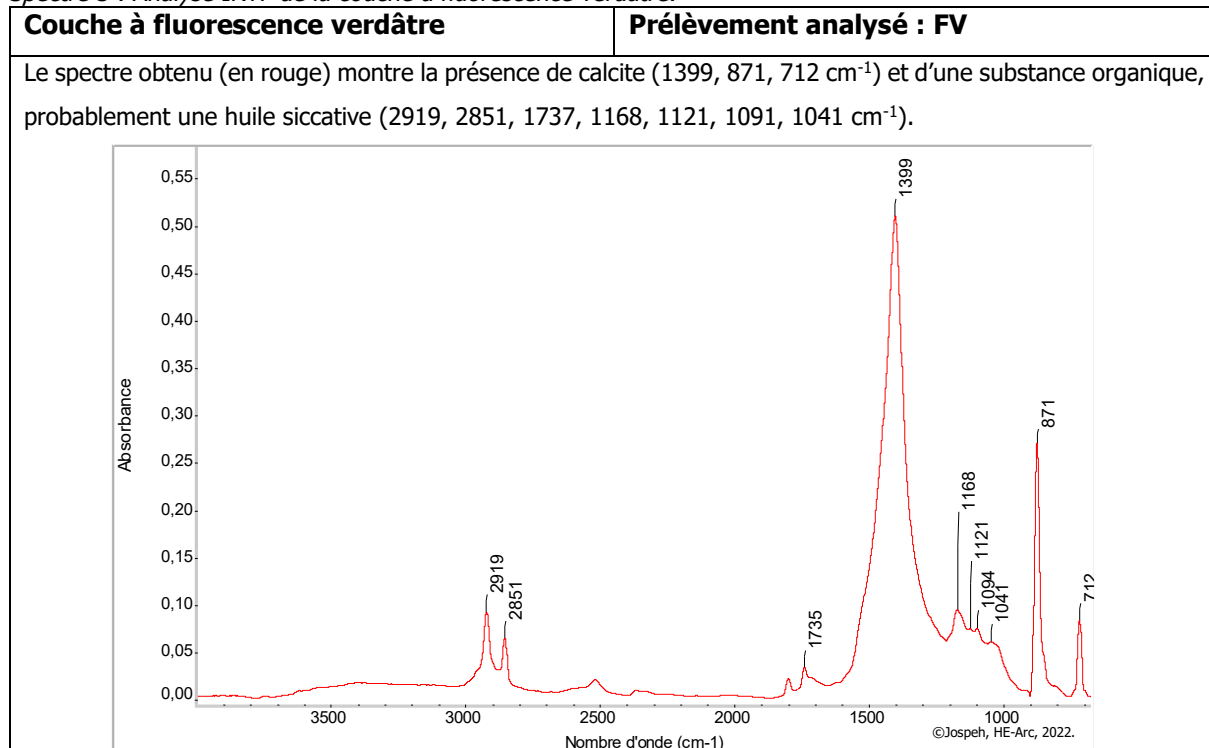
Les prélèvements analysés ont donné un spectre identique. Le spectre obtenu (en rouge) correspond presque parfaitement au spectre de référence de résine vinylique (en violet).



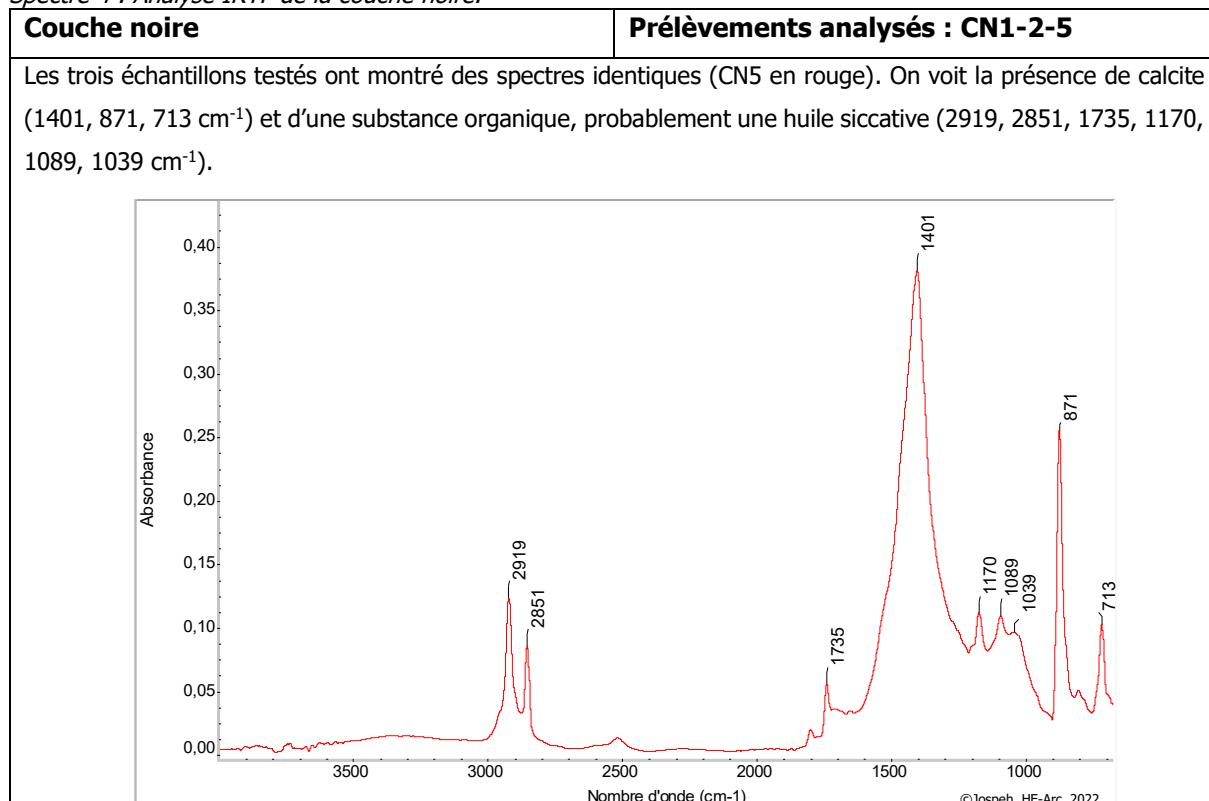
Spectre 2 : Analyse IRTF du faux sédiment beige.



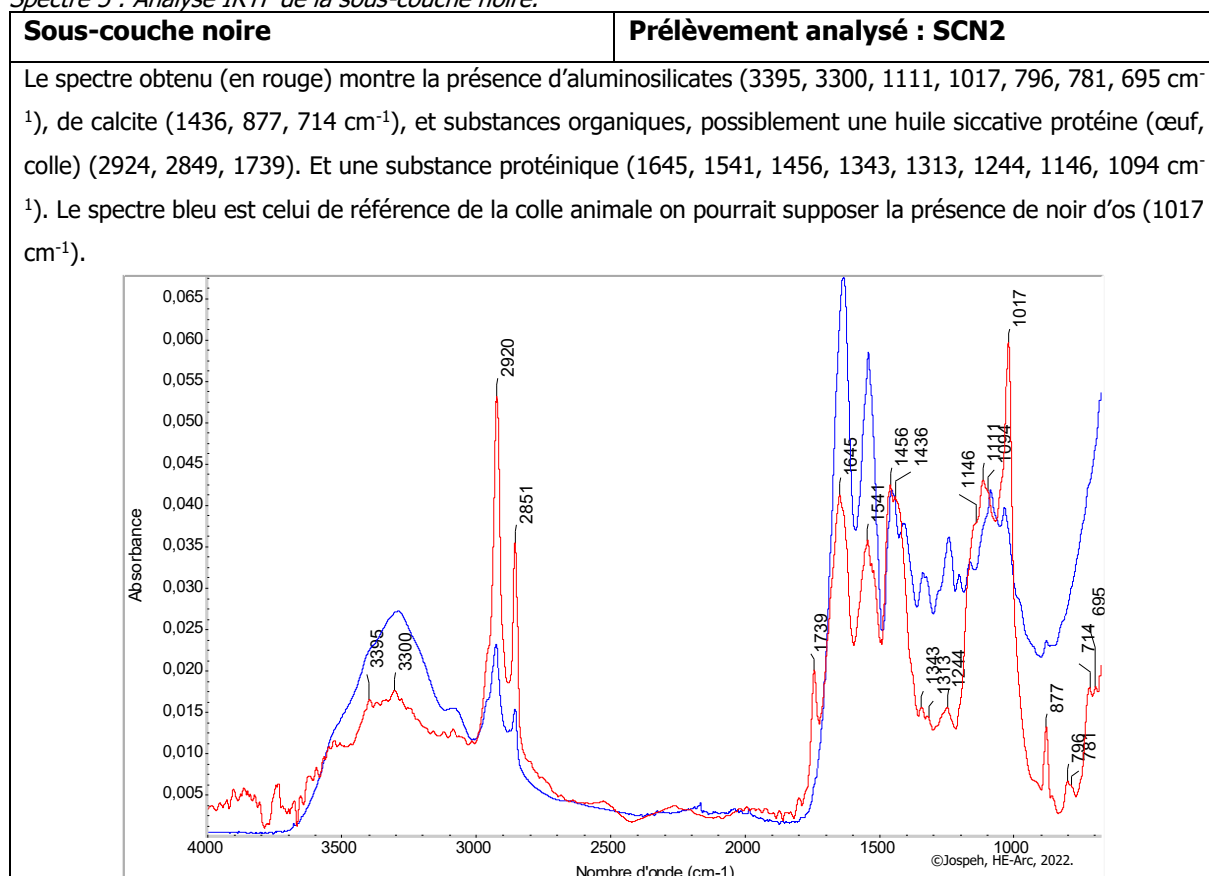
Spectre 3 : Analyse IRTF de la couche à fluorescence verdâtre.



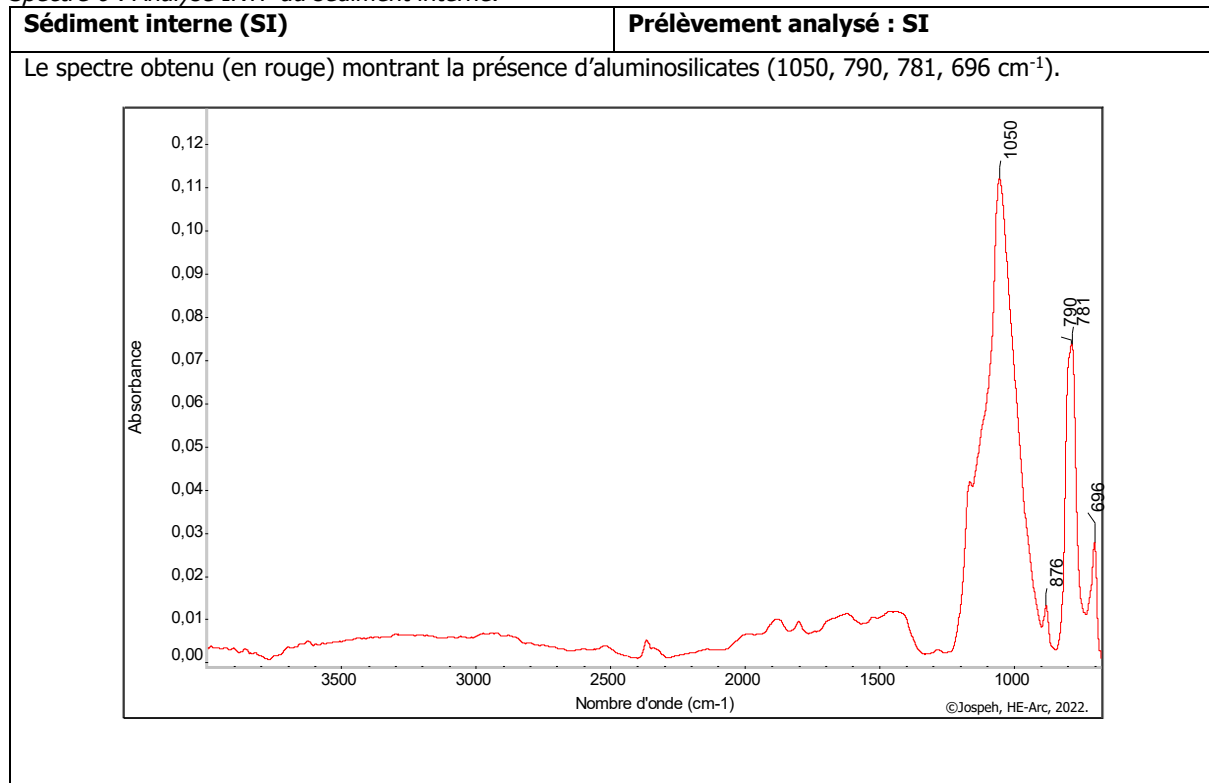
Spectre 4 : Analyse IRTF de la couche noire.



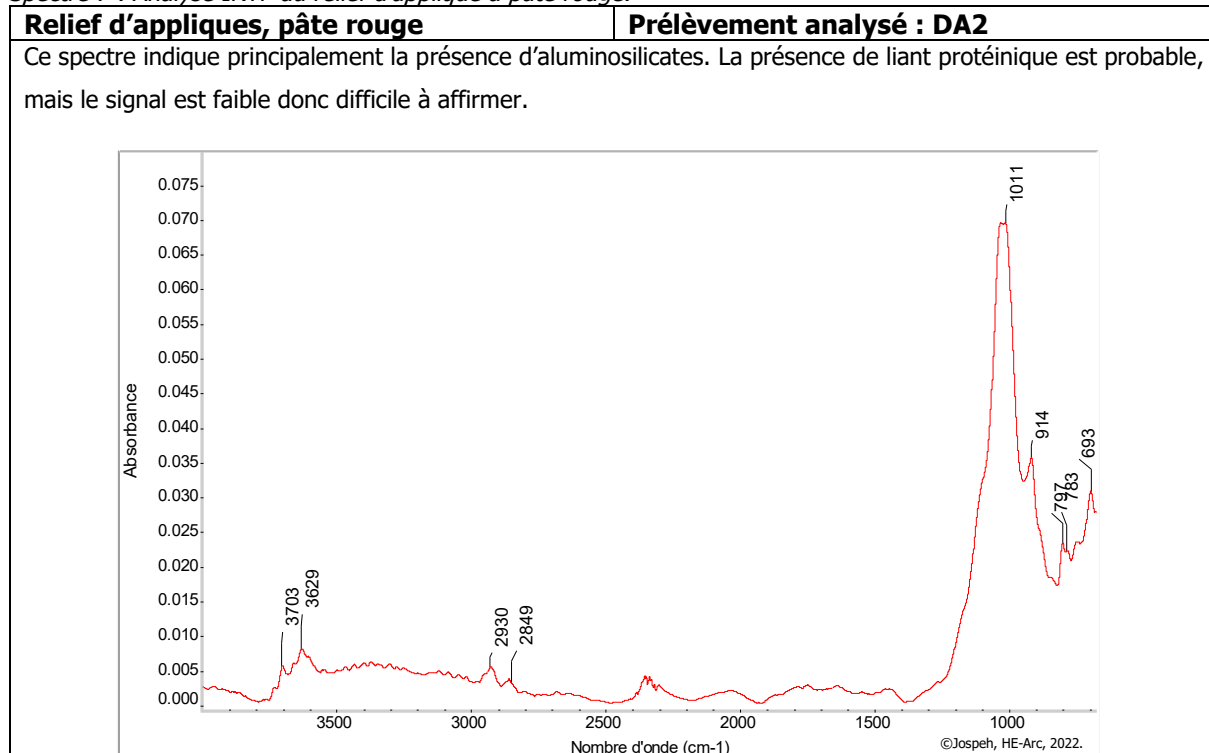
Spectre 5 : Analyse IRTF de la sous-couche noire.



Spectre 6 : Analyse IRTF du sédiment interne.



Spectre 7 : Analyse IRTF du relief d'applique à pâte rouge.

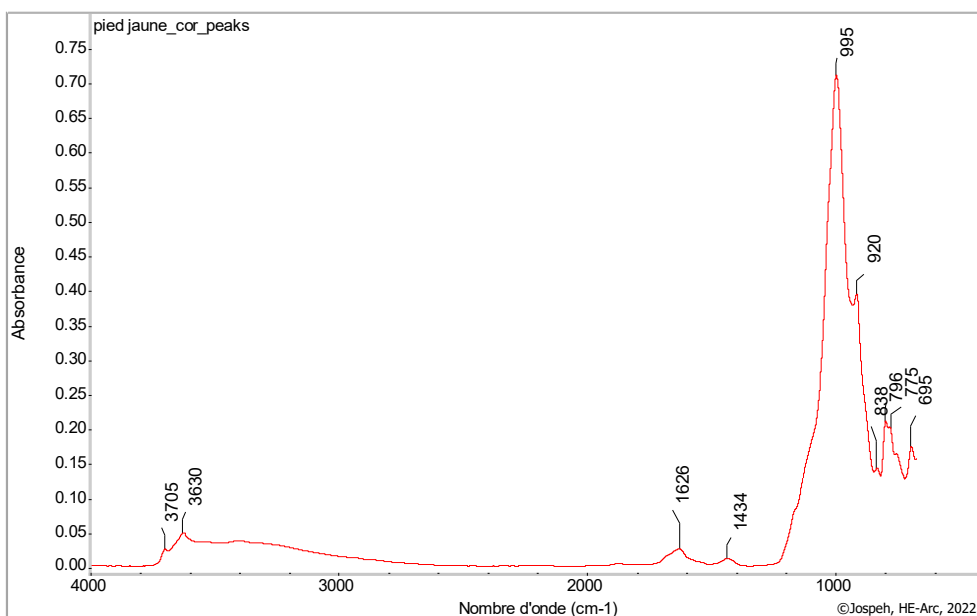


Spectre 8 : Analyse IRTF du relief d'applique à pâte beige.

Relief d'applique, pâte beige

Prélèvement analysé : DA3

Ce spectre indique principalement la présence de silicates. La présence de liant protéinique est probable, mais le signal est faible donc difficile à affirmer.

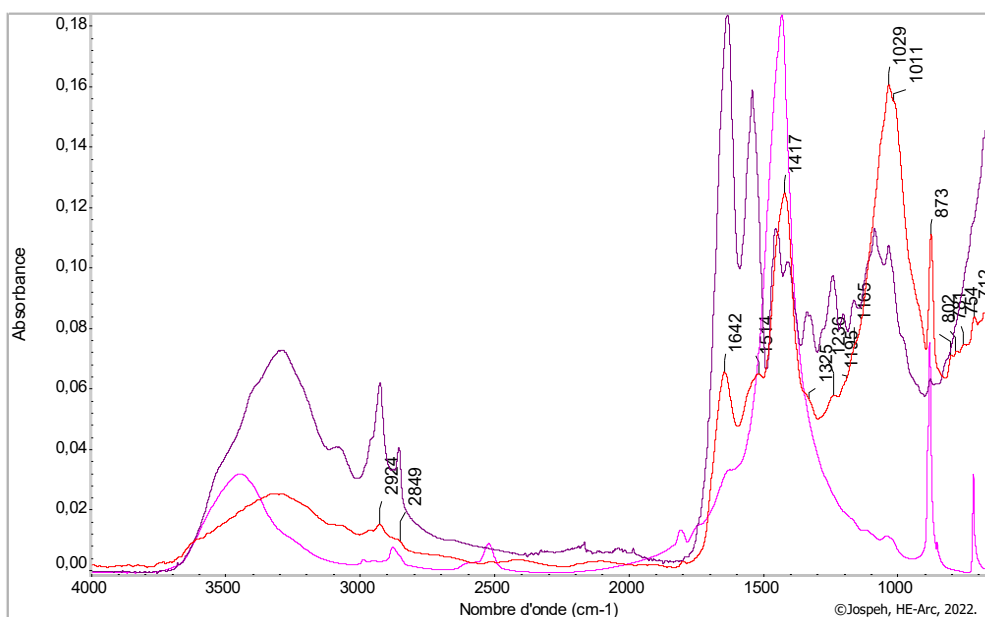


Spectre 9: Analyse IRTF des décors modelés.

Décors modelés

Prélèvement analysé : DM 2

Le spectre obtenu (en rouge) montre la présence d'aluminosilicates (1029, 1011, 802, 781, 696 cm⁻¹), de calcite (1417, 873, 712 cm⁻¹), et traces de colle animale (2924, 2849, 1642, 1514, 1325, 1236, 1195, 1165, 1029 cm⁻¹). Spectres de référence de calcite (en magenta) et de colle animale (en violet).

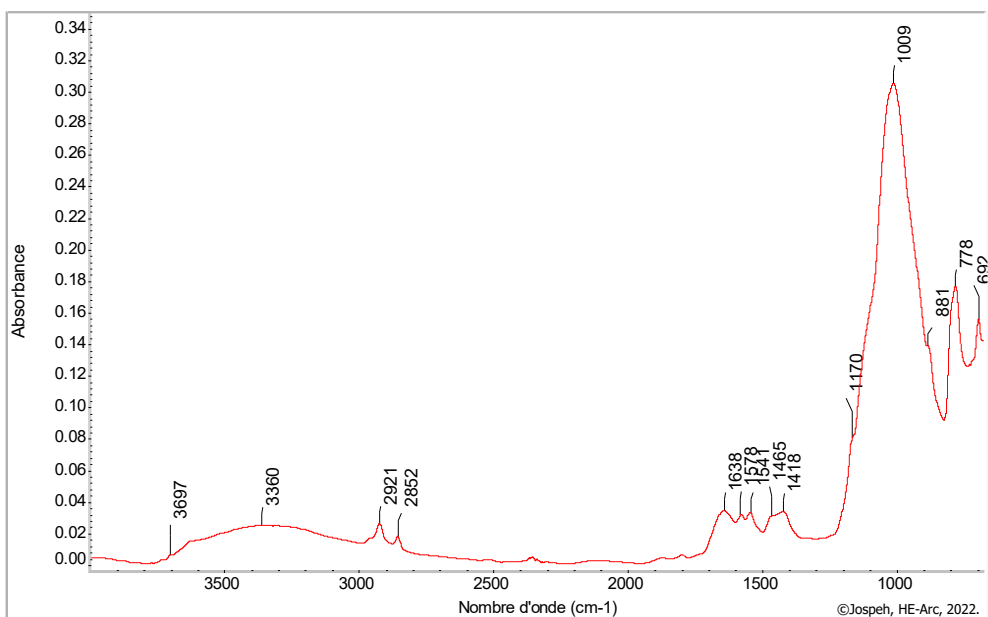


Spectre 10 : Analyse IRTF du mortier de jonction.

Mortier de jonction

Prélèvement analysé : MJ

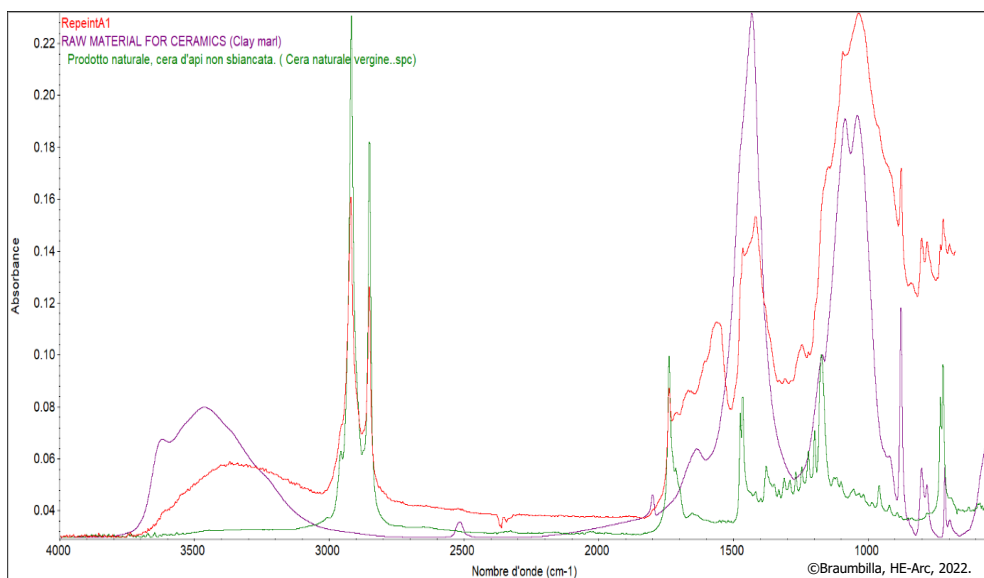
Ce spectre indique principalement la présence d'aluminosilicates. La présence de liant protéinique est probable, mais le signal est faible donc difficile à affirmer.



Spectre 11 : Analyse IRTF du repeint du calice 3283.

Repeint du calice 3283

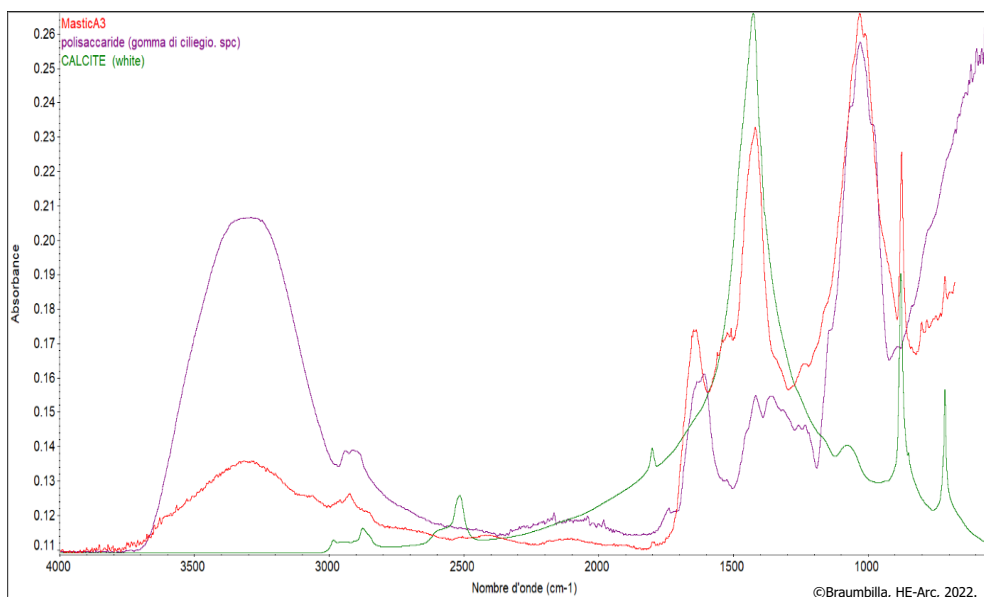
Le spectre rouge indique la présence de cire d'abeille (spectre de référence en vert). On y voit la présence d'un mélange de silicate et calcite (spectre violet dans la figure).



Spectre 12 : Analyse IRTF de l'adhésif du calice 3283.

Adhésif du calice 3283

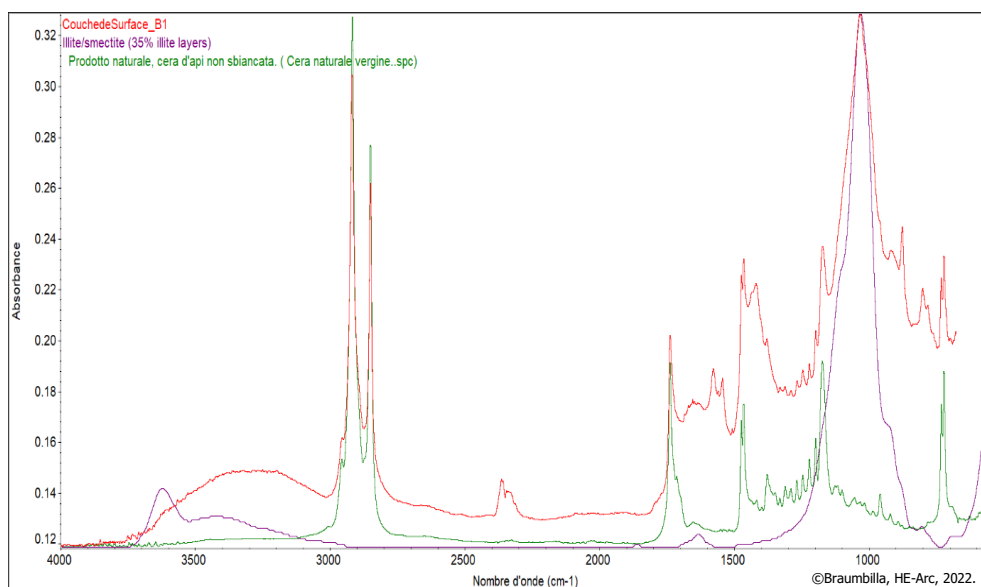
Le spectre obtenu en rouge indique la présence de polysaccharides. On y voit également la présence de calcite (CaCO_3). Le spectre vert est le spectre de référence de la calcite. Le violet celui des gommages végétales.



Spectre 13 : Analyse IRTF du repeint de la kylix 3292.

Repeint de la Kylix 3292

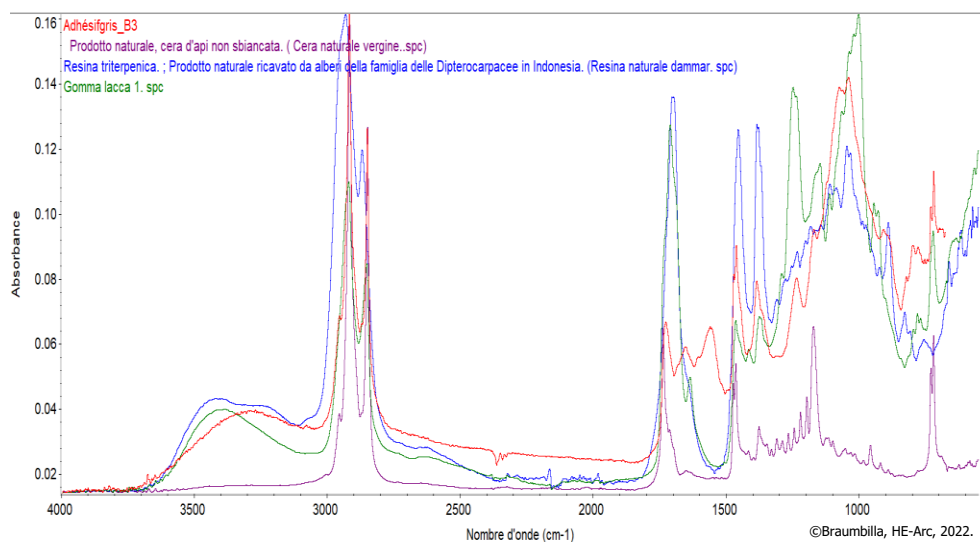
Le spectre rouge indique la présence de cire d'abeilles ainsi que de silicates. Le spectre vert est le spectre de référence de la cire d'abeille. Le violet celui de silicates.



Spectre 14 : Analyse IRTF de l'adhésif de la kylix 3292.

Adhésif de la kylix 3292

Le spectre obtenu (en rouge) indique la présence de cire d'abeille (spectre de référence en violet) ainsi que la probable présence de résine dammar (spectre bleu dans la figure) et/ou de gomme-laque (spectre vert dans la figure)



Annexe 7 – Consolidants et tests de consolidation

Précisions sur les consolidants envisagés

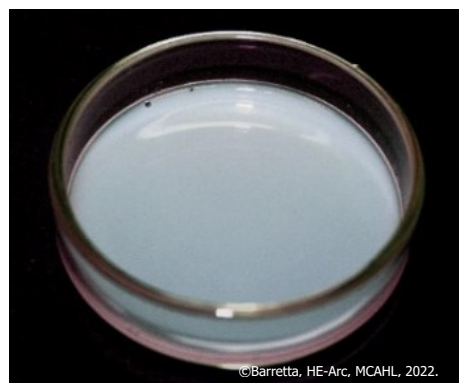
Apport 7 : Précisions sur les consolidants envisagés.

Aquazol®200



L'un des consolidants envisagé pour la consolidation est un polymère composé de polyoxazoline, un amide dérivé d'un acide carboxylique. Formulé *poly(2-ethyl-2-oxazoline)*, $(C_5H_9NO)_n$ commercialisé sous le nom d'Aquazol®³⁶⁸. Ce polymère est réputé être chimiquement stable en condition ambiante³⁶⁹. Il est soluble dans un grand nombre de solvants organiques polaires ainsi que dans l'eau³⁷⁰. Lorsqu'il est dilué dans l'eau, il possède une température de transition vitreuse de 55°C. L'Aquazol® est hygroscopique, lui permettant de suivre les mouvements du matériau sur lequel il a été appliqué³⁷¹, en cas de retrait ou de gonflements. Il possède de plus une certaine élasticité. Ce produit est généralement dilué dans des proportions de 10% à 15% (p/v) dans le solvant souhaité et en fonction de la viscosité désirée. Enfin, il peut se nettoyer avec le même solvant que celui employé pour sa dilution. Nos mesures de pH du produit dilué à 10% (p/v) dans l'eau ont donné un résultat de 7,6.

Médium de consolidation Lascaux® 4176



Le médium de consolidation Lascaux® 4176 se présente sous la forme d'une solution liquide et blanche, légèrement bleuâtre, composée d'acrylate et de méthacrylate en dispersion aqueuse³⁷². Ce produit est créé pour la consolidation de polychromie médiévale sur bois avant d'être adopté par les restaurateurs de peintures de chevalet³⁷³. Il a une viscosité faible, permettant de l'infiltrer facilement et d'être appliqué à la seringue. Il est possible de le diluer dans de l'eau, diminuant encore sa viscosité et réduisant sa brillance après séchage. Il est réputé avoir un fort pouvoir adhésif ainsi qu'une bonne transparence, permettant ainsi de l'utiliser en faible quantité. Des tests de vieillissement accélérés ont montré qu'il se comporte de manière très stable

³⁶⁸ Horie, 2010, p.196.

³⁶⁹ Arslanoglu, 2003, p.12.

³⁷⁰ Arslanoglu, 2003, p.12.

³⁷¹ Shelton, 1996, p.3.

³⁷² Lardet, 2014, [En ligne].

³⁷³ Marriott *et al*, 2010, p.34.

dans le temps, résistant aux fluctuations d'humidité relative et de température, ne jaunissant pas après une longue exposition à la lumière³⁷⁴ tout en conservant une bonne souplesse. Ce consolidant est après séchage soluble dans les hydrocarbures et les cétones mais il est possible de le retirer avec de l'eau jusqu'à 24h après l'application³⁷⁵.

La littérature mentionne un pH de 8,5 pour le médium de consolidation pur³⁷⁶, mais nos propres mesures de pH, réalisées plusieurs fois avec différents appareils, nous ont donné un résultat de 6,9, soit très légèrement acide.

Methocel TMA4M



Ce consolidant est constitué de méthyl cellulose, polymère provenant de la famille des éthers de cellulose. Il se présente sous la forme d'une poudre blanche, très légère, et pouvant être délayée dans l'eau³⁷⁷. Il est très souvent employé pour la consolidation de couches picturales et présente l'avantage d'être mat après séchage. Très visqueux, il est employé à un faible pourcentage, ne dépassant généralement pas 2% (p/v). Au-delà il forme un gel ne pouvant plus être infiltré³⁷⁸. Ses propriétés adhésives

dépendront donc de la concentration utilisée. Bien que déclaré comme étant conforme aux normes de conservation, en vieillissant il y a un risque de ruptures des chaînes de molécules, ce qui pourrait faire que le consolidant devienne insoluble à l'eau en vieillissant³⁷⁹. De plus un film de ce consolidant peut être sujet au jaunissement s'il est exposé à la lumière³⁸⁰. Il est possible de le nettoyer avec de l'eau. Nos mesures de pH ont donné un résultat de 8,1.

³⁷⁴ Marriott *et al*, 2010, p.34.

³⁷⁵ Lardet, 2014, [En ligne].

³⁷⁶ Thuer, 2011, p.43.

³⁷⁷ Thuer, 2011, p.37.

³⁷⁸ Horie, 2010, p.210.

³⁷⁹ Horie, 2010, p.210.

³⁸⁰ Horie, 2010, p.211.

Protocole de fabrication de plaquettes tests et test de dégradation accélérée



Protocole 12 : Fabrication d'éprouvettes tests.

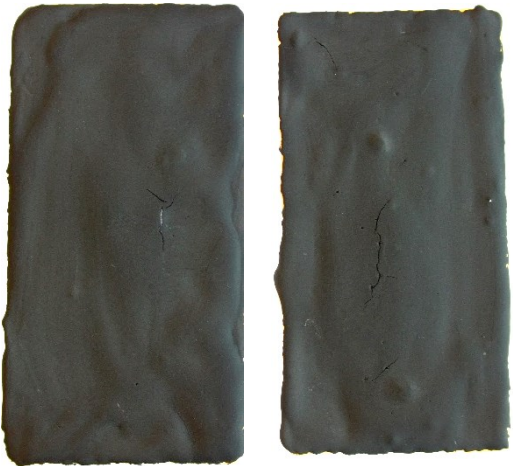





Les mélanges suivants ont été utilisés pour l'imitation de la couche noire du vase. La solution de gomme arabique a été préparée de la manière suivante : 1 volume de gomme arabique a été placé au bain-marie dans 2 volumes d'eau jusqu'à obtention d'un liquide visqueux, puis laissé à refroidir.

Cette solution a ensuite servi de liant pour différents mélanges, en faisant varier les proportions de poudre de marbre et d'huile de lin.

Mélanges employés pour la confection de la couche des éprouvettes					
Mélanges	Solution de gomme arabique	Poudre de marbre	Huile de lin cuite	Pigment noir	Nombre de plaquettes
Mélange A	5 g	10 g	X	1 g	2
Mélange B	5 g	10 g	1 g	1 g	2
Mélange C	4 g	12 g	X	1 g	2
Mélange D	4 g	12 g	1 g	1 g	2
Mélange E	4 g	12 g	3g	1 g	2







Test 15 : Test de dégradation accélérée des éprouvettes.











Test de dégradation accélérée des éprouvettes		
Mélange	Avant dégradation	Après dégradation
A		

B		
C		
D		



Test 16 : Test de consolidation d'éprouvettes par infiltration de consolidants.

Test de consolidation par infiltration de consolidants		
Consolidant utilisé	Avant application	Après application
Aquazol® 7% dans l'eau		
Aquazol® 10% dans l'eau		
Aquazol® 7% dans l'éthanol		

<p>Aquazol® 10% dans l'éthanol</p>		
<p>Médium de consolidation Lascaux® 4176 pur</p>		
<p>Médium de consolidation Lascaux® 4176 à 50% dans l'eau</p>		
<p>Methocel™ A à 0,5% dans l'eau</p>		
<p>Methocel™ A à 1% dans l'eau</p>		

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Tableau 3 : Bilan des consolidants testés sur les éprouvettes.














Bilan des tests de consolidation des éprouvettes			
Consolidant	Qualité de l'adhésion	Etat de la surface	Facilité d'application
Aquazol® 200 7% dans l'eau	--	+-	+-
Aquazol® 200 10% dans l'eau	+-	--	--
Aquazol® 200 7% dans éthanol	--	+-	++
Aquazol® 200 10% dans éthanol	--	+-	++
Médium de consolidation Lascaux® 4176 pur	++	--	+-
Médium de consolidation Lascaux® 4176 50% dans l'eau	++	++	++
Methocel™A 0,5% dans l'eau	--	+-	+-
Methocel™A 1% dans l'eau	+-	--	--

Annexe 8 – Synthèse des résultats

Schéma 15 : Stratigraphie des différents matériaux rencontrés sur le vase 3272.



Code couleur et nom des couches

Couches superficielles		Couches inférieures	
 Vernis transparent	 Couche noire	 Décors d'appliques	 Céramique rouge
 Fluorescence blanche	 Sous-couche noire	 Décors modelés	 Céramique blanche
 Faux sédiment beige	 Sédiments interne	 Céramique noire	 Mortier de jonction
 Fluorescence verdâtre			





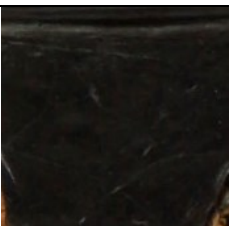

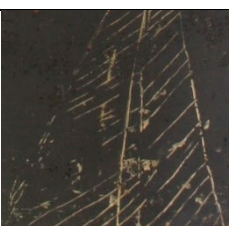

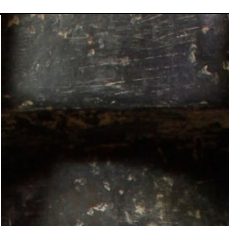
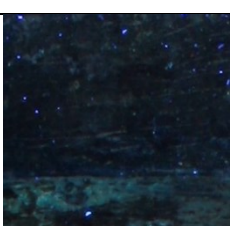

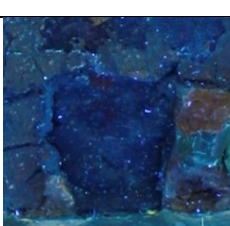
©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

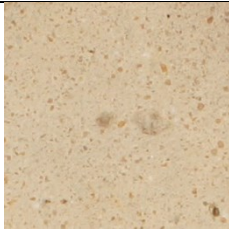

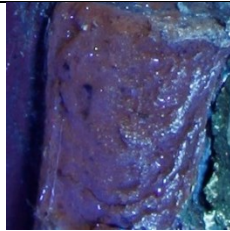

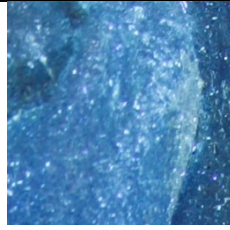


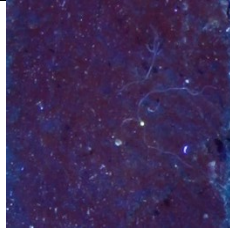
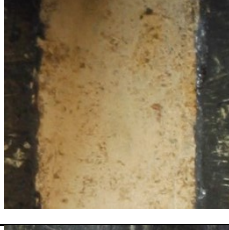
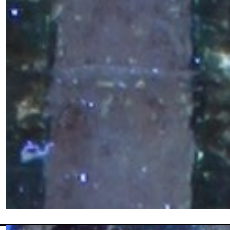
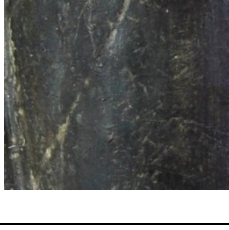
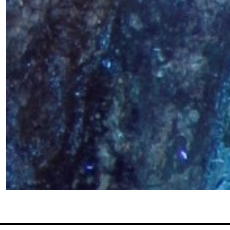


Schéma 16 : Schéma de répartition des différents matériaux.

©Barretta, HE-Arc, MCAHL, 2022.

Tableau 4 : Récapitulatif des matériaux constitutifs de l'amphore 3272.

Tableau récapitulatif des matériaux constitutifs de l'amphore 3272										
	Nom de la couche	Hypothèses d'identification	Observation en lumière visible		Observation en lumière UV. Longueur d'onde 365 nm		Solubilité (Bonne, partielle, nulle)	Spots tests effectués avec résultats positifs	Spots tests effectués avec résultats négatifs	Analyses FTIR
Couches superficielles	Couche à fluo. Blanche	Consolidant de nature protéinique. Consolidant synthétique à base cellulosique ou vinylique	Pratiquement imperceptible Perte de brillance de la surface Epars sur la surface		Blanche et brillante		Eau : Nulle Ethanol : Partielle Acétone : Partielle Isooctane : Nulle Mélange de solvants : -	Polyvinyle alcool	Composés protéiniques Acétate de cellulose	Composé vinylique
	Vernis transparent	Consolidant de nature protéinique. Consolidant synthétique à base cellulosique ou vinylique	Film brillant Très fin Plastique Epars sur la surface		Bleue pâle		Eau : Nulle Ethanol : Partielle Acétone : Partielle Isooctane : Partielle Mélange de solvants : -	Polyvinyle alcool	Composés protéiniques Acétate de cellulose	Composé vinylique
	Couche à fluo. Verdâtre	Cire d'abeille Huile siccative Résine végétale (dammar ou mastic)	Imperceptible à l'oeil nu Localisé sur le registre central		Verdâtre à bleu pâle		Eau : Nulle Ethanol : Partielle Acétone : Partielle Isooctane : Partielle Mélange de solvants : Bonne	-	-	- Huile siccative, - calcite (probable contamination)
	Faux sédiment beige	Jaunes de Naples Ogres	Beige Pulvérulent Peu adhérent Epars sur la surface		Pas de fluorescence notable		Eau : Bonne Ethanol : - Acétone : - Isooctane : - Mélange de solvants : -	Jaunes de Naples Oxydes de fer	-	- Jaune de Naples - Calcite - Liant protéinique
	Couche noire	Charges minérales Pigments Huile siccative Blanc de plomb Gomme ou résine végétale Liant protéinique	Différence d'épaisseur selon les registres Recouvre toute la surface Dure et cassante		Pas de fluorescence notable		Eau : Bonne Ethanol : Partielle Acétone : Partielle Isooctane : Partielle Mélange de solvants : Bonne	Huile siccative Oxydes de fer	Carbonate de plomb Colophane Composés protéiniques	Calcite huile siccative noir d'os
	Sous-couche noire	Bitume Colophane	Localisé sur le registre supérieur, central et le pied. Surface noire Brillante Nombreuses inclusions minérales		Pas de fluorescence notable		Eau : Bonne Ethanol : Partielle Acétone : Partielle Isooctane : Nulle Mélange de solvants : Nulle	Huile siccative Oxydes de fer Composés protéiniques	Colophane	Aluminosilicates Calcite huile siccative Composé protéinique

	Sédiment interne	Sables et sédiments	Localisé à l'intérieur du vase Couleur grise Pulvérulent Charges minérales importantes		Pas de fluorescence notable	-	Eau : Bonne Ethanol : - Acétone : - Isooctane : - Mélange de solvants : -	-	-	Silicates
Couches inférieures	Décors d'appliques	Terre crue Charge minérale et colle protéinique	Composant des décors d'applique Couleur beige à rouge Friable et pulvérulent		Rougeâtre		Eau : Bonne Ethanol : Partielle Acétone : Nulle Isooctane : Nulle Mélange de solvants : Nulle	Composés protéiniques	-	Silicates Probables Composés protéiniques
	Décors modelés	Charges minérales Colle protéinique Pigments Huile siccative	Composant des décors modelés Couleur brune à grise Très dur Charge minérale nombreuse		Bleuâtre		Eau : Bonne Ethanol : - Acétone : - Isooctane : - Mélange de solvants : Nulle	Composés protéiniques Huile siccative	-	Silicates Calcite Composés protéiniques
	Mortier de jonction	Ciment à base de chaux Agglomérat de charge minérale	Jonction col-panse Couleur grise Très dur Charge minérale importante		Pas de fluorescence notable	-	Eau : Partielle Ethanol : - Acétone : - Isooctane : - Mélange de solvants : Nulle	-	-	Silicates
	Céramique rouge	Céramique tournée au XIX ^e siècle	Compose le pied et la panse Texture fine Porosité ouverte		Rougeâtre		-	-	-	-
	Céramique blanche	Fragments de céramique archéologique calcaire	Compose le col et les anses Texture très fine Légèrement pulvérulente Porosité fermée		Pas de fluorescence notable		-	-	-	-
	Céramique noire	Fragments de céramique archéologique de bucchero	Compose les protomés sup. Les décors appliqués des anses, la base du pied. Couleur grise à noire, brillante, selon emplacement - Porosité variable		Pas de fluorescence notable		-	-	-	-

Annexe 9 – Fiches produits



C.T.S. S.R.L.
VIA PIAVE, 20/22 - 36077 **ALTAVILLA VICENTINA (VI)**
TEL. +39 0444 349088 (4 linee r.a.) - FAX +39 0444 349039
www.ctseurope.com - E-mail: cts.italia@ctseurope.com - P.I. e C.F. IT02443840240



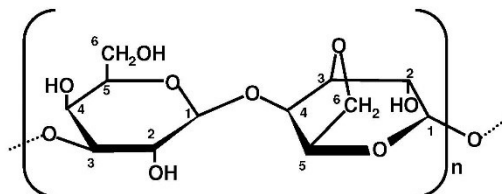
FILIALI:
VIA A. F. STELLA, 5 - 20125 **MILANO** - TEL. 02 67493225 (2 linee r.a.) - FAX 02 67493233
VIA L. GORDIGIANI, 54 int. A1-A2 - 50127 **PIRENZE** - TEL. 055 3245014 (2 linee r.a.) - FAX 055 3245078
VIA G. FANTOLI, 26 - 00149 **ROMA** - TEL. 06 55301779 (2 linee r.a.) - FAX 06 5592891
VIA DELLE PUGLIE, 228 int. 4 - 80143 **NAPOLI** - TEL. 081 7592971 - FAX 081 7593118

AGARART

AGARART is a natural hydrocolloid with thickening properties, consisting of Agar-Agar, a complex polysaccharide, with high molecular weight (100.000-150.000), extracted from red algae of the *Rhodofyceae* family (*Gelidium* and *Gracilaria* species).

Like other natural products, Agar-Agar is a mixture of substances, mainly **Agarose** and **Agaropectina**, whose percentages can vary depending on the type of alga used, the extraction method and also seasonal factors.

The basic unit of Agarose is the disaccharide **Agarobiose** (represented in the figure below), formed by rings of 1.3-β-D-Galactopiranosose joined to rings of 3.6-anhydro-α-L-Galactopiranosose.



The main characteristic of Agar-Agar is to form thermo-reversible gels. Providing heat chains shift into a "random coil" stage, to a fluid solution, which can be poured on surfaces to be cast. With cooling chains reticulate, arranging helices and thus forming tubes in which the water molecules are strongly retained; the terminal part of these tubes remains instead disordered. These terminals are linked to the terminals of nearby chains, forming the structures responsible for the characteristic **rigid gel**, and within which water molecules can move.

This fraction of "mobile" water may be expelled from the gel by exerting a mechanical pressure. Rehydrating the gel, for example by simple immersion in water, the initial shape of the rigid gel is reached again, a property known as **syneresis**.

The gelling process can be reversed by heating and cooling indefinitely, and that is why we talk of **thermo-reversible** gel.

These gels have been examined since the 60s [1.2], but only recently a detailed study on their characteristics and their potential in cleaning procedures has been carried out [3.4].

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF AGARART

Appearance	very fine yellowish powder
pH of a solution at 1.5%	6.0-7.5
Gelling point	38-42 °C
Melting point*	85-90 °C
Gel-strength	700-1200 g/cm ²

* in this case melting means the transition process from gel to fluid solution.



C.T.S. S.R.L.
VIA PIAVE, 20/22 - 36077 **ALTAVILLA VICENTINA (VI)**
TEL. +39 0444 349088 (4 linee r.a.) - FAX +39 0444 349039
www.ctseurope.com - E-mail: cts.italia@ctseurope.com - P.I. e C.F. IT02443840240



FILIALI:
VIA A. F. STELLA, 5 - 20125 **MILANO** - TEL. 02 67493225 (2 linee r.a.) - FAX 02 67493233
VIA L. GORDIGIANI, 54 int. A1-A2 - 50127 **FIRENZE** - TEL. 055 3245014 (2 linee r.a.) - FAX 055 3245078
VIA G. FANTOLI, 26 - 00149 **ROMA** - TEL. 06 55301779 (2 linee r.a.) - FAX 06 5592891
VIA DELLE PUGLIE, 228 int. 4 - 80143 **NAPOLI** - TEL. 081 7592971 - FAX 081 7593118

Advantages

The AGARART gels strongly retain water and can be used for the controlled intake of humidity. Water in fact goes to wet only the interface between the surface and the rigid gel, without penetrating into the porous structure of the material (paintings, plasters). Furthermore, the rigid gel functions like a sponge, absorbing inside the solubilised material.

Preparation

AGARART powder is added to the aqueous solution to be thickened, in variable percentage between 0.5 and 5% (to be determined according to the methodology of application), and is brought to boil for 6 minutes, mixing occasionally. The substance is then left to cool, until gelation takes place. The gel can be re-dissolved by heating. The aqueous solution may contain chelating agents such as citrate or EDTA, or non-ionic surfactants.

Application

You can follow two procedures with different effects:

1. The rigid gel of AGARART can be placed on the surfaces, with the effect of humidifying restricting the release of the water.
2. The solution - still hot and liquid - is spread over the surfaces with a brush and allowed to cool. In this way the gel that is formed perfectly follows the roughness of the surface, and absorbing water-soluble dirt, it is particularly useful for the cleaning of three-dimensional objects such as plaster artefacts [4]. The gel is then removed mechanically by gently lifting the edges, in case with the help of wood sticks.

Safety

AGARART is a food additive (E406), free from pathogenic bacteria and heavy metals (<20 ppm), and it does not present risk for ingestion.

Pack size

AGARART 500 g

References

1. J. Letz "Die Gipsabgüsse des Instituts Archäologischen der Universität Heidelberg und deren Behandlung", in Der Praeparator, Zeitschrift für Museumstechnik, n. 11, 1965, pp. 173-178.
2. C. S. Salerno "Observations on the technique of making copies and plaster restoration and cleaning", M. S. D'Urbano "Notes on the removal of foreign material from surfaces of gypsum products," Classical Archaeology vol. XLVI, 1994.
3. E. Campania, A. Casoli, P. Cremonesi, I. Saccani, E. Signorini. The use of Agarose and Agar for the preparation of "Rigid Gel" - Use of Agarose and Agar for preparing "Rigid Gels," Translation of Diane Kunzelman. Notebooks Cesmar7, n. 4, Il Prato, Italy 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.

These suggestions and data are based on our present experiences, laboratory tests. In any case these recommendations do not absolve the user from making preliminary tests in order to determine the suitability of the product for each particular case. C.T.S. S.r.l. guarantees the constant quality of the product but it is not responsible for any damage caused by a wrong application of the product. This product is intended **for professional use only**. In addition, the components and packaging can change at any time, without any obligation of prior notice.



TECHNICAL DATA SHEET

TDS-297

Edition: November 6, 2002

Original Date: February 13, 2002

Carbopol®* Ultrez 21 Polymer

INCI name: Acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer

Technical Data Sheet

Product Overview

Carbopol® Ultrez 21 Polymer is a hydrophobically modified crosslinked polyacrylate polymer designed to efficiently impart thickening, stabilizing, and suspending properties to a variety of personal care applications. The polymer incorporates patented technology, which allows it to quickly and easily self-wet – without any mixing required. (Please note that typical mixing/agitation is needed to make a final product).

Physical Properties

Physical properties of Carbopol® Ultrez 21 polymer are listed in Table 1 and indicate typical values and properties; they are not intended to be used as product specifications.

Table 1

Carbopol® Ultrez 21 Polymer Typical Properties (not to be used as specification)	
• Appearance	white powder
• Odor	mild acrylic odor
• Total solids	100%
• pH (in water)	3
• 0.5% mucilage*	55,000 mPa·s
viscosity at 20 rpm	
• 0.5% dispersion	3 minutes
wetting time	
• 0.5% mucilage* clarity	~ 95
(% Transmission):	
* A mucilage is defined as an active polymer dispersion in water neutralized with a base, preferably NaOH, to a specified pH.	

Benefits

In addition to the benefits that all powdered Carbopol® polymers provide, which include thickening, yield value, shear thinning rheology and favorable toxicology profile, Carbopol® Ultrez 21 polymer offers the following benefits:

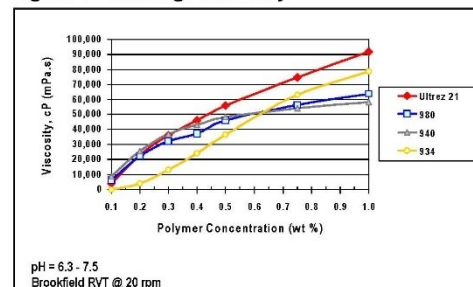
• Rapid wetting ...

Carbopol® Ultrez 21 polymer has self-wetting properties similar to Carbopol® Ultrez 10 polymer. Dispersion of 0.5% Carbopol® Ultrez 21 polymer can self-wet within minutes without any mixing.

• High thickening efficiency ...

Carbopol® Ultrez 21 polymer provides more efficient thickening than other Carbopol® polymers, such as Carbopol® 934, Carbopol® 940 and Carbopol® 980 polymers (see Figure 1). For instance, a reduction of about 15% polymer is recommended when using Carbopol® Ultrez 21 polymer to achieve a similar viscosity in most emulsion formulas.

Figure 1 – Mucilage Viscosity



Lubrizol Advanced Materials, Inc. / 9911 Brecksville Road, Cleveland, Ohio 44141-3247 / TEL: 800.379.5389 or 216.447.5000

The information contained herein is believed to be reliable, but no representations, guarantees or warranties of any kind are made as to its accuracy, suitability for particular applications or the results to be obtained therefrom. The information is based on laboratory work with small-scale equipment and does not necessarily indicate end product performance. Because of the variations in methods, conditions and

equipment used commercially in processing these materials, no warranties or guarantees are made as to the suitability of the products for the application disclosed. Full-scale testing and end product performance are the responsibility of the user. Lubrizol Advanced Materials, Inc. shall not be liable for and the customer assumes all risk and liability of any use of handling of any material beyond Lubrizol Advanced

Materials, Inc.'s direct control. THE SELLER MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Nothing contained herein is to be considered as permission, recommendation, nor as an inducement to practice any patented invention without permission of the patent owner.

For further information, please visit www.personalcare.noveon.com

Lubrizol Advanced Materials, Inc. is a wholly owned subsidiary of The Lubrizol Corporation

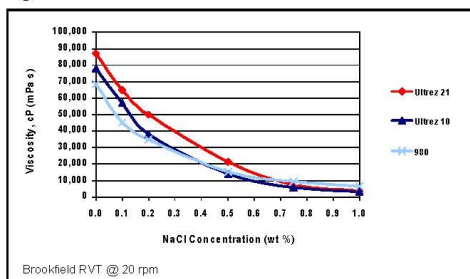
* Trademark owned by The Lubrizol Corporation

© Copyright 2007 / The Lubrizol Corporation

- **Improved electrolyte tolerance ...**

Carbopol® Ultrez 21 polymer provides superior electrolyte tolerance compared to most Carbopol® polymers, resulting in improved clarity and higher viscosity in electrolyte containing systems.

Figure 2 – Salt Tolerance



- **Excellent clarity ...**

Carbopol® Ultrez 21 polymer provides excellent clarity to applications such as hair gels and hand sanitizers.

- **Smooth aesthetic appearance ...**

Carbopol® Ultrez 21 polymer provides a non-grainy glossy appearance to gels and emulsions similar to gels and emulsions made with Carbopol® 940 and 934 polymers.

- **Superior skin feel ...**

Carbopol® Ultrez 21 polymer is less tacky than other Carbopol® polymers.

- **Broad application use ...**

Carbopol® Ultrez 21 polymer has the best overall performance in a wide variety of applications when compared with other Carbopol® polymers.

Suggested Applications

Carbopol® Ultrez 21 polymer can be used in a wide variety of applications, such as:

- Hair Styling Gels
- Hand and Body Lotions
- Baby Lotions
- Hand Sanitizers
- Moisturizing Gels
- Sunscreen Lotions
- Bath Gels
- Shampoos

Processing Guidelines

The development of the self-wetting technology has greatly improved the dispersability of Carbopol® polymers - especially in water. These polymers behave differently in their dispersion as well as hydration rates and need to be processed and handled in a slightly different manner.

Using No Agitation (Self-Wetting) - Preferred

This is the preferred method of dispersion and will result in less entrapped air.

In most situations, Carbopol® Ultrez 21 polymer can simply be "sprinkled" onto the surface of the water without any special equipment or handling.

The powder will wet and drop below the surface in minutes. When there is no visible white powder on the water surface, mixing can begin.

Using Moderate to High Agitation

Dispersions can also be prepared by slowly sifting the polymer into the vortex of a rapidly stirred solution, although this technique may entrap more air.

Techniques or devices which sprinkle the powder as discrete particles are the most effective. The ideal method should efficiently sprinkle the polymer at a controlled rate as well as break-up the soft agglomerates of dry powder formed by static electricity or humid conditions. This allows each particle to completely wet out in the water vortex.

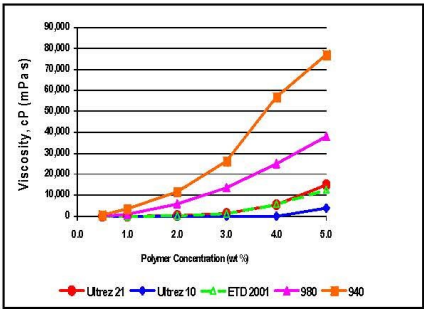
In general, high shear rates disperse the polymer very rapidly; however, extremely high shear mixers or homogenizers should be carefully employed because they can break down the polymer molecule - resulting in permanent viscosity loss. Moderate agitation equipment is the preferred choice. Conventional impellers such as propellers or turbines are recommended.

Wetting Time, Dispersion Viscosity, and Others

The total wetting time is dependent upon the amount of Carbopol® Ultrez 21 polymer added, vessel geometry, and most importantly, water temperature. When the Carbopol® Ultrez 21 polymer dispersion is first neutralized, the surface texture may have a grainy "applesauce" appearance. Over the next 30-60 minutes, the neutralized gel clusters continue to relax and expand. Light mixing will yield a smooth gel.

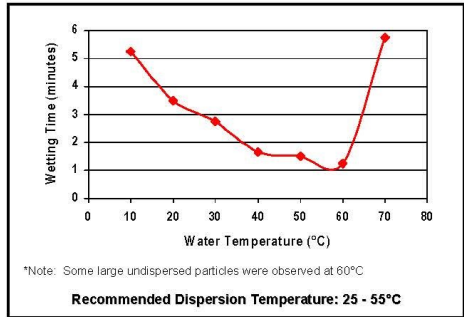
Some users choose to predisperse Carbopol® Ultrez 21 polymer in water and then add this dispersion to their formulation mix tank. Unlike the traditional Carbopol® polymers, Carbopol® Ultrez 21 polymer can be dispersed at concentrations up to 6% and still remain pumpable. See Figure 3.

Figure 3 – Dispersion Viscosity



Under high shear agitation, dispersions of Carbopol® Ultrez 21 polymer can stabilize entrapped air. Antifoam, at use levels of 0.02 - 0.05%, can be added to the water prior to the Carbopol® Ultrez 21 polymer in order to minimize or eliminate foaming.

Figure 4 – Effect of Water Temperature on Wetting Time



Water temperature can help speed the dispersion and swelling process. With traditional carbomers, warm water is avoided because of lumping problems it incurs. With Carbopol® Ultrez 21 polymer, however, any heating needed for formulation can begin before or during the dispersion process. As figure 4 shows, the wetting time of the polymer decreases with warmer temperatures to about 55°C. Once above this temperature, the effect is reversed and lumping may result.

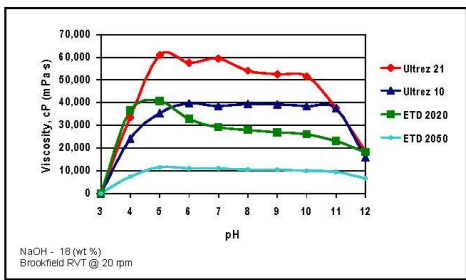
Formulating Guidelines

In most situations, Carbopol® Ultrez 21 polymer should be added to the water at the start of the batch cycle. This will allow it time to thoroughly wet out and disperse. At this point, the pH will be about 3 with a very low viscosity.

Neutralization

Upon neutralization, the Carbopol® Ultrez 21 polymer instantly thickens as shown in Figure 5.

Figure 5 – Effect of pH on Viscosity



Because of the high viscosity, the addition of the neutralizing agent is often best added towards the end of the batch cycle. For formulations with high levels of electrolytes or surfactants, the addition of a small amount of the neutralizer to the Carbopol® Ultrez 21 polymer dispersion is beneficial (partial neutralization).

Different neutralizers can be used, and different amounts are needed for the dispersion to reach a pH value of 7.0. Table 2 provides the weight ratios of commonly used neutralizers vs. Carbopol® Ultrez 21 polymer to achieve pH 7.

For a complete list of neutralizers that can be used with Carbopol® polymers, see TDS-237 - Neutralizing Carbopol® and Pemulen® Polymers in Aqueous and Hydroalcoholic Systems.

Table 2

Weight ratios of commonly used neutralizers vs. Carbopol® Ultrez 21 polymer to achieve pH 7

Neutralizer Trade Name/Supplier	Neutralizer INCI Name	Weight Ratio - Neutralizer / Carbopol® Ultrez 21
TEA (99%)	Triethanolamine	1.5 / 1.0
AMP-95® / Angus	Aminomethyl Propanol	0.9 / 1.0
Neutrol® TE / BASF	Tetrahydroxypropyl Ethylenediamine	2.3 / 1.0
NaOH (18%)	Sodium Hydroxide	2.3 / 1.0
Diisopropanolamine / Dow	Diisopropanolamine	1.2 / 1.0

Preservation

Carbopol® Ultrez 21 polymer does not support bacteria or fungal growth, but neither does it prevent such growth on nutrients found in normal water systems. The addition of a preservative is recommended for applications inclined to these issues.



78086 Ethomeen® C 25

Polyoxyethylene(15)cocoamine

Ethomeen® C/25 is a tertiary amine ethoxylate, based on a primary coco amine.

INCI Name:	PEG-15 Cocoamine
CAS no.:	61791-14-8

Specification

Appearance (20°C):	Clear liquid
Equivalent mass:	826 - 901
Water content:	max 0.5 %
Color:	≤ 10 Gardner

Typical Data

Chemical and physical data

Active content:	100 %
pH, 1% in water:	9 - 11
Clear point:	10°C
Cloud point (1% in 10% NaCl):	84°C
Density (20°C):	1045 kg/m ³
Flash point (Pensky-Martens c.c):	≥ 100°C
Pour point	≤ 0°C
Viscosity (20°C)	200 mPa·s

Typical values

Surface active characteristics

Foam height (according to Ross-Miles, 50°C, 0.05%)	immediately: 110 mm after 5 min: 5 mm
Surface tension (according to Du Noüy, 25°C, 0.1%, DIN 53 914)	38 mN/m
Wetting power (according to Draves, 25°C, 0.1%)	≥ 600 sec

Typical values

Solubility:

The solubility of 5% **Ethomeen® C/25** at 20°C is as follows:

2-Propanol	soluble
Ethanol	soluble
Low aromatic solvent	insoluble
Propylene glycol	soluble
Water	soluble
White spirit	insoluble
Xylene	soluble



Alkyl Chain Distribution

Alkyl chain distr C₈
Alkyl chain distr C₁₀
Alkyl chain distr C₁₂
Alkyl chain distr C₁₄
Alkyl chain distr C₁₆
Alkyl chain distr C₁₈

Typical values

5%
6%
50%
19%
10%
10%

The specifications and properties listed above are intended for products manufactured in Europe.

Application:

Ethomeen® C/25 can be used:

- emulsifier in metal treatment formulations
- emulsifier in oil additive formulations
- textile auxiliary
- emulsifier

Handling:

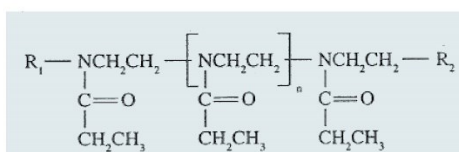
Ethomeen® C/25 should always be homogenized before use, unless the entire quantity is used.



63901 - 63905 Aquazol®

General Characteristics

Poly(2-ethyl-2-oxazoline) AQUAZOL®
CAS Number: 25805-17-8



Product Grade	Target Molecular Weight	Poly-Dispersity Range	Kinematic Viscosity Range
63901 Aquazol® 50	50,000	3 – 4	5 – 7 cSt
63902 Aquazol® 200	200,000	3 – 4	18 – 24 cSt
63905 Aquazol® 500	500,000	3 – 4	60 – 80 cSt

Physical Data

Appearance:	Light yellow solid
Specific gravity:	1.14
pH of aqueous solutions:	neutral
Solubility:	freely soluble in water
Glass temperature, TG:	69 – 71°C (amorphous)
Melt viscosity at 200°C:	130 Sec-1 shear rate, 400,000 CPS (mPa.S)
Refractive Index:	1.52
Degradation Onset:	> 380°C (TGA in air)

Solubility of Aquazol® in Various Solvents

Aquazol® has unusually broad solubility in water and polar organic solvents.
A few solvents and their solubility parameter are listed below.

Solubility Parameter (cal/cm ³) ^{1/2}	Solvent	Solubility* of Aquazol®
7.0	n-Pentane	P
8.9	Toluene	P
9.3	Methyl ethyl ketone	S
9.7	Methylene chloride	S
9.9	Acetone	S
12.0	Propylene chloride	S
12.7	Ethanol	S
14.5	Methanol	S
23.4	Water	S

*P < 2% by wt S > 25% by wt



Properties

Water soluble:	Recyclability: Reduced need for organic solvents.
Polymer compatibility:	Broad ability to promote adhesion and lamination.
Low viscosity:	Fewer deformities in ceramics.
Thermoplastic:	Forms a good film.
Thermal & Shear Stability:	Retains good performance and aesthetic characteristics at typical processing temperatures.
Plasticization:	Softening temperature can be readily controlled.
Low Hazard:	U.S. FDA approval for Indirect Food Additives: Adhesives under 21. CFR 175.105. Also, not found to be in any hazard category defined by SARA Title III, Sections 311 and 312.

Applications

Aquazol's excellent water solubility and thermal stability makes it a preferred substitute for PVOH and PVP in high temperature applications. Currently, it is used in a variety of hot-melt and pressure-sensitive adhesive products. In addition, it is gaining acceptance in the ceramics industry as a greenware binder because of the clean burn-out and non-ionic nature of this polymer.

Other applications include, but are not limited to: coatings, textile and fibreglass sizing, lubricants, plasticizers, compatibilizers and films.



81012 LASCAUX® Medium for Consolidation

Composition:

Finely dispersed, aqueous dispersion of an acrylic copolymer.

Properties:

- dilutable with water
- dries to a clear and flexible film
- light and age resistant
- MFT (minimum film formation temperature): approx. 4°C
- pH approx. 8.5
- soluble in esters, aromatics, acetone, ethyl methyl ketone

Applications:

The Medium for Consolidation has been developed in cooperation with the Swedish National Heritage Board for the consolidation of paint layers in medieval polychromy on wood.

The Medium for Consolidation has excellent penetrating power due to its low viscosity. This allows for the safe and efficient consolidation of loose and chalking paint layers, even on water sensitive surfaces such as gilding or thin layers of distemper. These can be consolidated without swelling or spotting on wooden or textile supports.

The concentration of the medium can be adjusted by addition of distilled water. Prior to applying the consolidant, white spirit can be used as wetting agent. Excess medium of consolidation can be removed completely with acetone or xylene after a drying time of approx. 24 hours.

The Medium for Consolidation has been successfully used on various objects in numerous Swedish restoration studios.

Note:

Undesired sediments which might appear during storage can be strained with a filter before application.

Lascaux® Medium for Consolidation is physiologically and toxicologically safe in conventional usage. The preparation has been assessed following the conventional method of Dangerous Preparations Directive 1999/45/EC and classified as "no labelling required". In accordance with the Swiss poison regulation the product is classified as "poison class-free". BAG T No. 616200.



63671 Methocel A4M

Methocel A4M is a methylcellulose suitable for various industrial applications, i.e. in the construction industry.

Typical properties:

Physical appearance:	white powder
Typical viscosity: (Brookfield RVT 20 rpm 2% aqueous solution at 20°C)	4000 mPa.s
Particle size:	minimum 99 % through 425 µm
Salt content:	maximum 2.0 %
Moisture content (as packed):	maximum 3 %

Application:

Methocel A4M is a standard low to medium viscosity grade cellulose ether which can be used in various industrial applications. The selected particle size distribution guarantees quick dissolution. The pH of the formulation has no influence on the rate of dissolution. The product is compatible with all mineral binders.

Description: White to slightly off-white, free flowing powder

Specification	Results	Limits	
		Min.	Max.
Sodium chloride	0.5 %	--	1.5
Moisture	1.1 %	--	5.0
Viscosity, 2% in water (20°C)	4286 cP	3500	5600
Particle size (thru 40 U.S. std. sieve)	100 %	99	--

Note: This product is not intended for use as a direct food additive or in pharmaceutical applications.

Shelf-life: at least 3 years if stored in a dry and cool place.



Properties

Water soluble:	Recyclability: Reduced need for organic solvents.
Polymer compatibility:	Broad ability to promote adhesion and lamination.
Low viscosity:	Fewer deformities in ceramics.
Thermoplastic:	Forms a good film.
Thermal & Shear Stability:	Retains good performance and aesthetic characteristics at typical processing temperatures.
Plasticization:	Softening temperature can be readily controlled.
Low Hazard:	U.S. FDA approval for Indirect Food Additives: Adhesives under 21. CFR 175.105. Also, not found to be in any hazard category defined by SARA Title III, Sections 311 and 312.

Applications

Aquazol's excellent water solubility and thermal stability makes it a preferred substitute for PVOH and PVP in high temperature applications. Currently, it is used in a variety of hot-melt and pressure-sensitive adhesive products. In addition, it is gaining acceptance in the ceramics industry as a greenware binder because of the clean burn-out and non-ionic nature of this polymer.

Other applications include, but are not limited to: coatings, textile and fibreglass sizing, lubricants, plasticizers, compatibilizers and films.



67460 Paraloid™ B-44 Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin

Summary

Paraloid™ B-44 solid grade acrylic resin provides an outstanding combination of hardness, flexibility, and adhesion to various substrates. It also permits wider latitude in formulating in solvents that are suitable for specific applications. The resin is slightly softer and more flexible than Paraloid™ A-21 and has excellent adhesion to various substrates.

Paraloid™ B-44 can be dissolved in aromatic hydrocarbons, esters and ketones but is only partially soluble in solvents such as alcohols and aliphatic hydrocarbons. It is well suited for a variety of applications, including treated metal, copper, zinc, brass, treated aluminum, concrete floors and certain plastics.

Physical Properties (Not to be used as specifications)

Appearance	Pale yellow transparent bead
Tg	60°C
Density	1.18 g/cm ³
Chemical composition	MMA Copolymer
Solubility parameter	9.4
Ultimate hardness of clear films	15 - 16

Solubility of PARALOID™ -Acrylic Thermoplastic Resins

(Values given are Viscosity, cps, at 25°C of a 40% solids solution, except as noted)

Solvents	PARALOID™ Types				
	B-44 No. 67460	B-66 No. 67480	B-67 No. 67420	B-72 No. 67400	B-82 No. 67440
Alcohols					
2B Alcohol	- ^c	- ^c	- ^c	D ^c	PS ^d
Isopropanol	-	-	2 800	-	-
n-Butanol	-	94 ^c	2 500	130 ^c	-
Isobutanol	-	5 600 ^g	3 200	-	-
n-Amyl alcohol	-	-	3 200	-	-
Diacetone alcohol	10 000	6 200	2 300	3 500	3 000
Chlorinated Hydrocarbons					
Methylene chloride	2 700	850	520	960	1 200
Carbon tetrachloride	860 ^h	280 ^c	20 000	280 ^c	6 000 ^f
Ethylene dichloride	5 500	1 200	640	1 300	1 800
Trichloroethylene	12 000	7 200	2 100	4 800	3 400
Esters					
Ethyl acetate	1 800	940	240	500	610
n-Propyl acetate	1 800	570	180	550 ^h	580
n-Butyl acetate	2 600	875	250	700	630
Isobutyl acetate	3 100	960	240	660 ^h	700
Amyl acetate	5 600	1 110	320	850	980
1-Ethyl hexyl acetate	-	6 900	770	-	-
Ethers					
Dioxane	5 600	880	830	1 300	1 700

- c. Code for used letters: - = Insoluble; D = Dispersed; PS = Partially soluble
- d. Results when using pure 2B alcohol. Paraloid™ B-82 is soluble in different alcohol/water-mixtures.
- e. Viscosity determined at 20 % solids.
- f. Viscosity determined at 30 % solids.
- g. Hazy solution.



67400 Paraloid™ B-72

Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin

Summary

Paraloid™ B-72 is an excellent general purpose acrylic resin, supplied as a 100 % solid grade or as a 15 % solution.

It can be applied in either clear or pigmented coatings by a variety of application methods and can be air-dried or baked. Paraloid™ B-72 has a very low reactivity with sensitive phosphorescent and luminescent pigments. The durability and non-yellowing characteristics also make it valuable for use with these pigments.

Paraloid™ B-72 is compatible with other film forming materials such as vinyls, cellulose, chlorinated rubbers, and silicones and can be used in combination with them to produce coatings with a wide variety of characteristics.

Paraloid™ B-72 is very resistant against water, alkalis, acids, oils and chemical fumes. The coverings are very elastic and adhere on many different surfaces, e.g. also on light metals.

Paraloid™ B-72 is unique in possessing a high tolerance for ethanol. The property allows its use in applications in which strong solvents cannot be tolerated. The alcohol dispersions may be cloudy or milky; however, clear, coherent films are formed.

Melting Point

Paraloid™ B-72 is an acrylic resin with a high molar mass, thus, it doesn't have a defined melting point. It starts to melt at 70 - 75°C; the flowing point is at 145 - 150°C. TG: 40°C

Physical Properties

(Not to be used as specifications)

Physical form	Pellets
Bulk density, 25°C, lb/gal	9.6
Solubility parameter	9.3
Transition temperature, Tg, °C	40
Ultimate hardness of clear films, KHN	10 to 11
Chemical composition	EMA Copolymer



Solubility of PARALOID™-Acrylic Thermoplastic Resins

(Values given are Viscosity, cps, at 25°C of a 40% solids solution, except as noted)

Solvents	PARALOID™ Types				
	B-44 No. 67460	B-66 No. 67480	B-67 No. 67420	B-72 No. 67400	B-82 No. 67440
Alcohols					
2B Alcohol	- ^c	- ^c	- ^c	Dc	PScd
Isopropanol	-	-	2 800	-	-
n-Butanol	-	94 ^e	2 500	130 ^e	-
Isobutanol	-	5 600 ^{fe}	3 200	-	-
n-Amyl alcohol	-	-	3 200	-	-
Diacetone alcohol	10 000	6 200	2 300	3 500	3 000
Chlorinated Hydrocarbons					
Methylene chloride	2 700	850	520	960	1 200
Carbon tetrachloride	860 ^g	280 ^c	20 000	280 ^c	6 000 ^f
Ethylene dichloride	5 500	1 200	640	1 300	1 800
Trichloroethylene	12 000	7 200	2 100	4 800	3 400
Esters					
Ethyl acetate	1 800	940	240	500	610
n-Propyl acetate	1 800	570	180	550 ^g	580
n-Butyl acetate	2 600	875	250	700	630
Isobutyl acetate	3 100	960	240	660 ^g	700
Amyl acetate	5 600	1 110	320	850	980
1-Ethyl hexyl acetate	-	6 900	770	-	-
Ethers					
Dioxane	5 600	880	830	1 300	1 700

- c. Code for used letters: - = Insoluble; D = Dispersed; PS = Partially soluble
d. Results when using pure 2B alcohol. Paraloid™ B-82 is soluble in different alcohol/water-mixtures.
e. Viscosity determined at 20 % solids.
f. Viscosity determined at 30 % solids.
g. Hazy solution.