

Rapport d'intervention, statuette AUGUSTE

Informations générales

- Nom (s) : Statuette d'Auguste
- Numéro d'inventaire : PE 1463
- Numéro d'inventaire interne INP : 2022-049 (MAD)
- Statut juridique de l'objet : Collection muséale publique
Musée des Arts Décoratifs de Paris
- Responsable : Mathieu Rousset-Perrier, conservateur du patrimoine. Département des collections historiques - Collections Moyen Âge, Renaissance, Bijoux
- Contact responsable : 01 44 55 58 15 ; mathieu.rousset-perrier@madparis.fr
- Date entrée à l'atelier : septembre 2023
- Étudiant : T.Levaltier
- Motif : étude et restauration

Photos



Images de l'Auguste le 28/09/2023

Sommaire

Constat d'État	3
Description de l'objet.....	3
Etude technique	3
Matériaux.....	5
Étude de la Corrosion	6
Analyses.....	10
Stratigraphie de la corrosion et des dépôts	12
Conclusion du constat d'état	14
Étude Documentaire	15
Histoire de l'objet.....	15
Détermination des valeurs culturelles :	17
Conservation de l'objet	17
Lieu de conservation antérieur.....	17
Lieu de conservation actuel.....	17
Lieu de conservation prévu	17
Diagnostic et définition de l'objectif du projet de restauration	18
Interventions.....	19
Essais	20
Protocole employé	20
Conclusion	26
Annexe.....	28

Constat d'État

Description de l'objet

- Dimensions (LxlxH en mm) : 320 x 215 x 75
- Poids : 2670 g
- Forme : Anthropomorphe, bras droit levé, jambe gauche en arrière.

Etude technique

- Technique de fabrication : Fonte, à la cire perdue ?
- Nombre d'éléments/parties : 1 (ou deux : sceptre indépendant)
- Mode d'assemblage : aucun (sceptre chassé/brasé/soudé, à la main du personnage)
- Inscriptions/marques/poinçons : non
- Anciennes restaurations : pas apparente

- Traces de fabrication ou utilisation :

Très peu visible car situées sous les dépôts lors du constat, à part un trou taraudé à 4,5mm de diamètre dans le haut de la toge, en bas du dos de la statue.



Photo du trou taraudé (pas « ancien » dont la norme de l'outil date d'avant le début du XXe siècle).

Et le sceptre qui a certainement été étiré pour former un fil d'environ 4mm de diamètre sur lequel on est venu placer l'élément sommital, probablement tourné ou fondu.



Vue du sceptre

Après nettoyage on a pu également pu constater des traces de ciselure, notamment sur le dos du personnage.



Vues de détail du décor, on voit des traces de différents ciselets. Loupe x3.

Et des défauts de coulée du métal (lacunes datant de la fabrication de l'objet due à des gaz non évacués et prisonniers du moule), ces défauts sont principalement situés sur l'épaule gauche du personnage et le haut de la toge. Ceci confirme la fabrication par fonte. A l'intérieur on a un noyau en matière minérale, dur et très cohésif.



Vues de détail des défauts de coulée. Œil nu et loupe x3.

On voit une pièce très anguleuse sous la main tenant le sceptre et qui semble avoir été rajoutées à la fonte initiale. Ce qui fait penser à une réparation.



Vue de la pièce supposée de réparation, sous la main.

Matériaux

- Métaux : alliages cuivreux. Bronze pour le corps et laiton pour le sceptre (voir partie 5/Analyses p11)
- Matériaux organiques : non
- Autres matériaux : Non
- Nature des dépôts : sédimentaire / pour un point organique (sciure ?)

Étude de la Corrosion

- Présence de corrosion réactivée : non
- État du noyau métallique : abondant, continu et homogène.
- Modifications induites par la corrosion : Légère modification des formes extérieures de l'objet (main, sceptre) du fait des boursouflures causées par la corrosion. Les états de surface (couleur, brillance) ont aussi été modifiés par le même facteur.
- Type de corrosion : généralisée et non uniforme, répartie en 7 faciès différents :



*Faciès 1
Brun foncé recouvrant l'ensemble de
l'objet. Produits de Corrosion 1 (couche
noire) visibles.*

*Faciès 2,
Vert plus ou moins clair présent par
plaques à la surface de l'objet.
Produits de Corrosion 2 (verts) visibles
sur PdC 1 (noirs)*



Faciès 3 épais, plus fin, vu sous binoculaire en coupe (après retrait d'une partie)

Le faciès 3 est d'épaisseur variable (de quelques 1/10^e de mm à quelques mm), dure et probablement composée de matériaux exogènes (sédiments, fibres, etc...) et de produits de corrosion (rouges et verts). De plus, des paillettes métalliques (couleur cuivre) de tailles variables sont visible dans la couche, elles sont probablement liées à une recristallisation secondaire lié à de fortes températures (sans doute sans lien avec la localisation de la surface originelle de l'objet). Il correspond au PdC 3 visible.



Faciès 4 vu à la loupe et au binoculaire, en dessous de cette fine couche noire on peut facilement voir le métal sous-jacent.

Le faciès 4, très fin et friable présente une couleur gris/bleu. (PdC 4 visible).

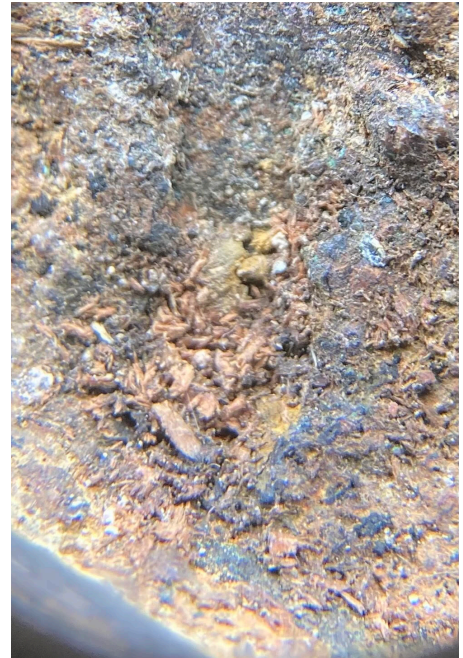


Faciès 5

Dépôt supposé organique (sciure), la zone concernée fluoresce dans des tons jaune à 365 nm.

Le même dépôt vu sous loupe binoculaire

(Dépôts n°2 visibles)



Faciès 6

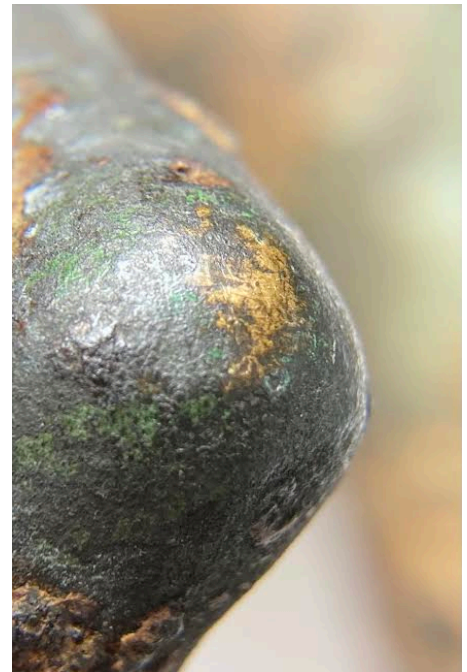
Dépôt sédimentaire oranger/brun

(Dépôts 1 visibles)

Faciès 7

Bronze apparent

(Métal Visible)





Localisation des différents faciès de corrosion :

Faciès 1 : ←

Faciès 2 : ←

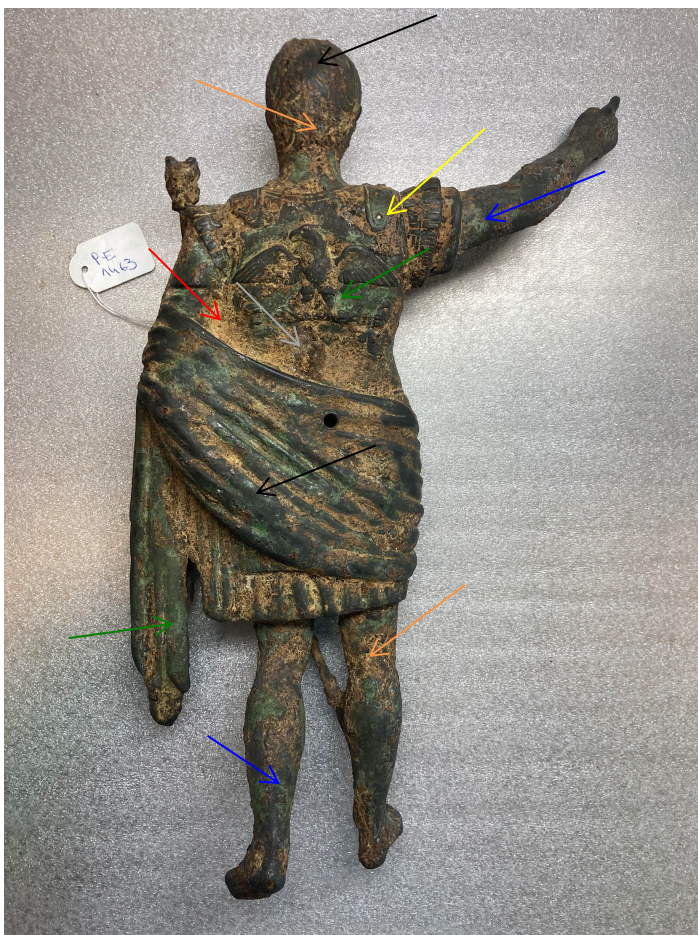
Faciès 3 : ←

Faciès 4 : ←

Faciès 5 : ←

Faciès 6 : ←

Faciès 7 : ←



Analyses

Pour mieux comprendre cet objet et sa corrosion peu commune et présentant une problématique de retrait complexe (croûte très dure au-dessus d'une surface originelle plus fragile), des analyses en fluorescence des rayons X ont été menées par le laboratoire de l'INP par Chloé Ranchoux dont voici un extrait du rapport :

Résultats

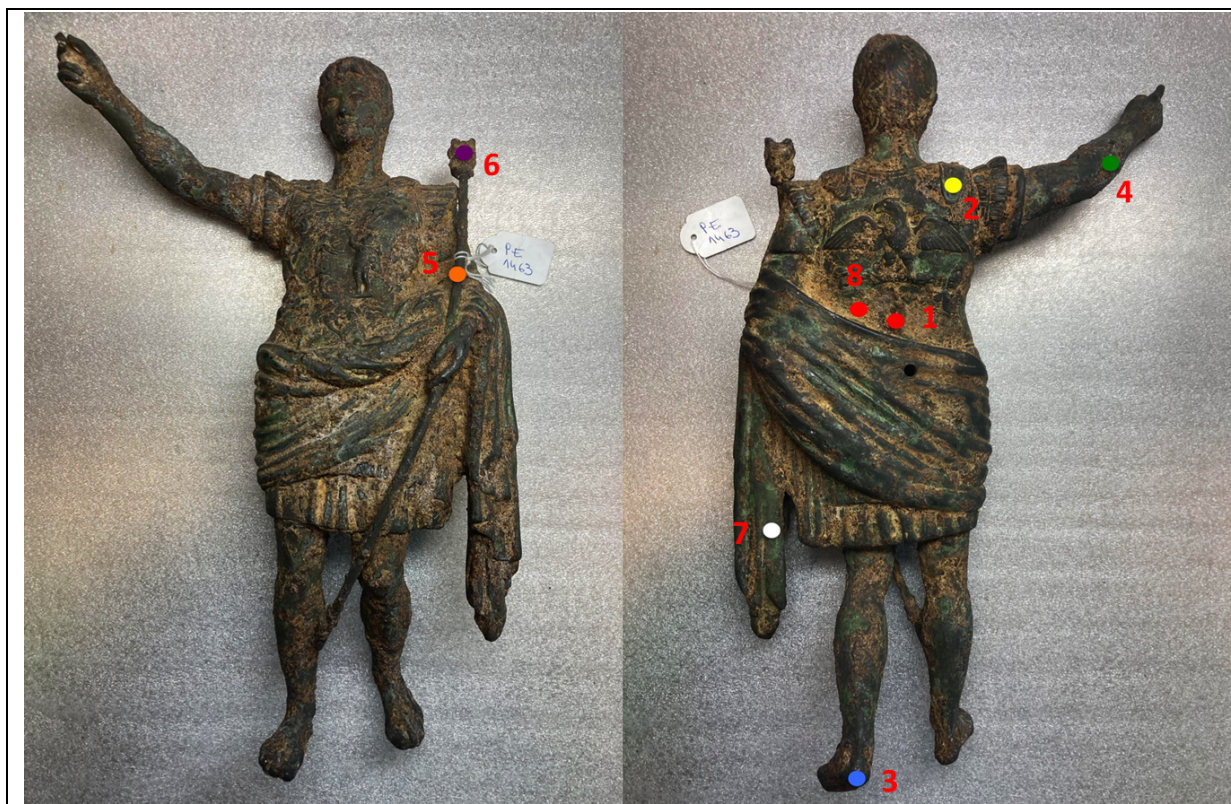


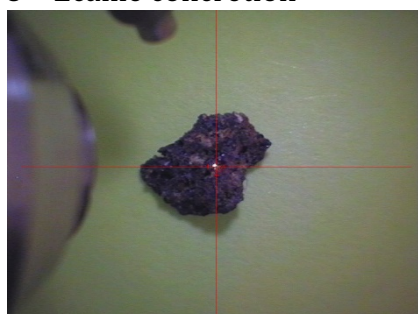
Figure 1 : Localisation des analyses XRF sur PE 1463 © Inp / cliché T. Levaltier

Afin de caractériser les alliages métalliques utilisés, des analyses par spectrométrie de fluorescence des rayons X ont été réalisées (voir tableau 2) :

Tableau 2 : Compositions élémentaires des différents éléments présents sur l'œuvre PE 1463

Point d'analyse	Éléments présents	Interprétations possibles
1 – Alliage dos central	Cuivre, Fer Trace : Zinc, étain, plomb Annexe figure 1	Alliage cuivreux contenant de l'étain, du zinc et du plomb Le fer semble être dû aux concrétions proche du point d'analyse
2 – Alliage épaulette	Cuivre Trace : Zinc, Etain, Plomb, Fer Annexe figure 2	2 ^{ème} essai pour atteindre le métal de référence de la statuette, nous avons les mêmes interprétations que le point 1. Pour cette

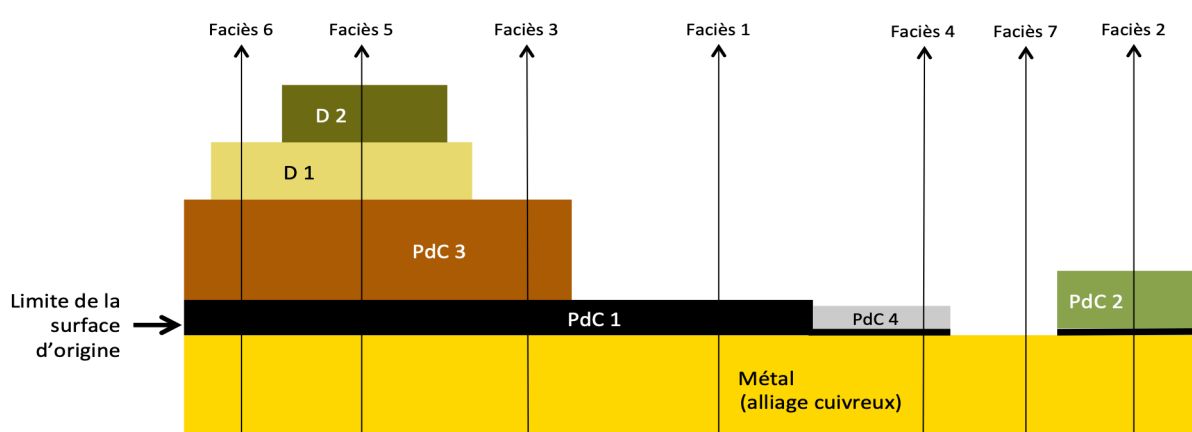
		analyse nous trouvons le fer à l'état de trace à 3%
3 – Alliage talon	Cuivre Trace : Zinc, Etain, Plomb, Fer Annexe figure 3	Alliage cuivreux contenant des traces d'étain, de zinc, de plomb et de fer (concrétions)
4 – Concrétion bras	Cuivre, Fer Trace : Zinc, étain, plomb Annexe figure 4	Mêmes interprétations que pour le point 1
5 – Sceptre	Cuivre, Fer, zinc Trace : plomb, étain Annexe figure 5	Composition légèrement différente des points précédents, alliage cuivreux avec une proportion en zinc plus élevée
6 – Concrétion haut sceptre	Cuivre, Fer Trace : Zinc, étain, plomb Annexe figure 6	Composition enrichie en fer due à sa localisation sur une concrétion
7- Alliage drapé dos	Cuivre Trace : Zinc, Etain, Plomb, Fer Annexe figure 7	Mêmes interprétations que pour le point 2
8 – Ecaille concrétion	Fer, cuivre Trace : Zinc Annexe figure 8	Echantillon prélevé pour confirmer les analyses précédentes au niveau des concrétions qui sont majoritairement constituées de fer



Conclusion de l'analyse

Suite au constat d'état effectué par T.Levaltier et les analyses en spectrométrie de fluorescence des rayons X menées par le laboratoire de l'INP, nous pouvons en déduire que la statuette N° PE 1463 provenant du MAD Paris est faite à partir d'un alliage cuivreux contenant des traces de zinc, d'étain, de plomb, et de fer. Au vu des compositions élémentaires de l'alliage du corps de la statuette et du sceptre, nous trouvons un pourcentage de zinc plus élevé pour le sceptre. Nous pouvons alors supposer qu'il s'agit de deux pièces d'alliages légèrement différentes. De plus les concrétions analysées sur différentes zones de la statuette sont majoritairement composées de fer.

Stratigraphie de la corrosion et des dépôts



La limite de la surface d'origine a été repérée grâce à l'aspect et la morphologie de PdC1

> Métal : alliage cuivreux (probablement bronze au plomb, alliage souvent utilisé pour les travaux de fonderie, à vérifier par analyses XRF)

> PdC 1 : La couche est localisée et non uniforme sur environ 40% de la surface de l'objet. Elle est peu poreuse, fine (quelques 1/100^e de mm), dure et brun foncé/verdâtre matte. Son interface est assez nette, adhérente et avec une rugosité peu élevée.

> PdC 2 : La couche est localisée ponctuellement sur l'ensemble de l'objet. Elle est assez poreuse, fine (quelques 1/100^e de mm) d'épaisseur mais moins uniforme que la couche 1, vert clair à foncé assez friable (composée de carbonates de cuivre ?). Son interface est diffuse mais bien adhérente à la couche 1.

> PdC 3 : La couche est localisée non uniforme sur toute la surface de l'objet. Elle est peu poreuse, d'épaisseur variable (de quelques 1/10^e de mm à quelques mm), dure (parfois plus dure que la surface d'origine). Elle est probablement composée de matériaux exogènes (sédiments, fibres, etc...) mêlés aux produits de corrosion du fer et du cuivre ainsi qu'à des paillettes métalliques (couleur cuivre) de tailles variables qui sont aussi observables.

> PdC 4 : La couche est friable, très fine (environ 1/100^e de mm) gris/bleue présente de manière localisée sous couche noire et avec une interface diffuse mais assez adhérente.

> D 1 : La couche est localisée ponctuellement sur l'ensemble de l'objet. Elle est poreuse hétérogène d'épaisseur variable (de quelques 1/10^e de mm à quelques mm), croûteuse, boursouflée, granuleuse, assez dure mais clivable au scalpel même si elle reste très adhérente aux couches situées en-dessous.

> D 2 : La couche est localisée en bas du dos du personnage poreuse, assez épaisse (1/2mm), légèrement pégeuse, semblant contenir des éléments organiques (sciure de bois ?) peu adhérente avec la couche de dépôt 1. Sous cette couche on retrouve des éléments de PdC3, PdC 1 et du métal. Il semblerait qu'elle obstrue un trou percé dans les couches de corrosion.

PdC : Produits de Corrosion D : Dépôt

s de corrosion (basé sur le système MICORR):

Morphologie								Taille		Fissuration		Composition		
Eclat	Couleur	Fluorescence UV	Opacité	Texture	Dureté	Cohésion	Dimensions en mm	étendue (% de la surface de l'objet)	Type	Dimensions en mm (L max X ouverture max)	Type	Élément principal	Type particules	C
métallique	Bronze à fort taux de cuivre	aucune	opaque	compacte	dure	tenace	L x l x h 320 x 215 x 75	1	aucune		Métal	Cu	Aucune	A
terreux	noir	aucune	opaque	peu poreuse	dure	sectile	épaisseur quelques 1/100e	30	aucune		inconnu patine/ passé au feu?	Cu	Aucune	A
terreux	vert moyen	aucune	opaque	poreuse	tendre	friable	épaisseur quelques 1/100e	20	aucune		inconnu Carbonates de cuivre?	Cu	Aucune	A
résineux	brun	aucune	opaque	très poreuse	dure	tenace	épaisseur variable, quelques 1/10e à quelques mm	20	aucune		inconnu	inconnu	fibres organiques fibres, sables grossiers et PdC verts et rouge mêlés	gr rou b
terreux	bleu clair	aucune	opaque	poreuse	tendre	friable	épaisseur environ 1/100e	9	aucune		inconnu	Cu	Aucune	A
terreux	ocre	aucune	opaque	très poreuse	tendre	friable	épaisseur variable, quelques 1/10e à quelques mm	17	aucune		inconnu	inconnu	sables grossiers	
graisseux substance "grasse" dans laquelle on distingue des fibres	brun	jaune	opaque	très poreuse	molle	friable	diam et épaisseur 20mm sur ≈ 2mm	3	aucune		inconnu fibreux	inconnu bois?	fibres organiques	

Conclusion du constat d'état

Cette statuette d'Auguste en bronze pour le corps et laiton pour le sceptre présente un état de conservation stable. Mais sa lisibilité est rendue très compliquée en grande partie à cause d'une épaisse couche de produits de corrosion dure, compacte et très adhérente avec des inclusions de cuivre métallique mais d'une composition à forte teneur en fer (PdC 3). Ces caractéristiques peuvent nous laisser supposer que l'objet a été soumis à des conditions particulières (comme un incendie, la présence d'un objet ferreux proche lors d'un enfouissement, la création d'une « patine » de faux objet archéologique, etc...), ce qui pourrait expliquer ces recristallisations de cuivre métallique et la présence de produits de corrosion du fer. Cette couche (PdC3) est plus dure que la surface d'origine localisée au niveau des PdC 1.

A cela on note deux types de dépôts exogènes, une corrosion verte plus ou moins claire selon son épaisseur et une fine couche blanche à proximité du métal.

Concernant l'aspect d'origine de la statuette, ni l'observation optique ni les analyses de composition n'ont pu indiquer la présence d'une patine chimique artificielle avant que l'objet ne se trouve ainsi corrodé.

Étude Documentaire

Histoire de l'objet

- Contexte de découverte : Recherche dans les réserves du MAD
- Provenance : MAD Paris
- Copie réduite en Bronze Statue d'Octave Auguste type « De Prima Porta ».
- Auteur/Mouvement/Ecole : Inconnu, dans l'esprit du grand tour



L'analogie la plus célèbre est probablement *l'Auguste de Prima Porta* (du nom du lieu de découverte en 1863), statue en marbre du 14^e siècle après JC (probablement d'un original de 20 avant JC) aujourd'hui conservée au musée du Vatican. Cette œuvre peut être considérée comme modèle de notre Auguste

On note cependant une différence avec notre objet, la présence d'un « putti » en bas de la jambe droite d'Auguste.

*Photo de l'Auguste Prima Porta*¹

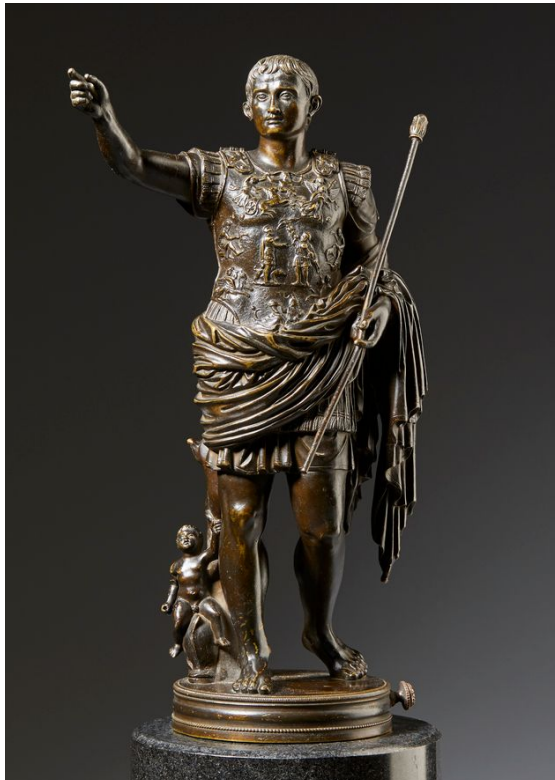
¹ <https://ehne.fr/fr/eduscol/seconde-g%C3%A9n%C3%A9rale/le-monde-m%C3%A9diterran%C3%A9en-empreintes-de-l%E2%80%99antiquit%C3%A9-et-du-moyen-%C3%A2ge/la-m%C3%A9diterran%C3%A9e-antique-les-empreintes-grecques-et-romaines/la-statuaire-d%E2%80%99auguste-la-mise-en-images-des-pouvoirs-du-prince>



Un autre analogue en bronze créé et placé en 1933 sur la Via dei Fori Imperiali (ancienne Via dell'Impero) sous l'impulsion d'Antonio Muñoz, (alors Inspecteur général des antiquités et des beaux-arts).

On note une plus grande similarité avec notre objet, à l'exception du sceptre plus court.

Photo de l'Auguste de l'auguste de 1933²



Enfin, des tirages en bronze de *l'Auguste de Prima Porta* ont été produits par l'atelier de Benedetto Boschetti, situé au 74, via Condotti au cœur de Rome actif vers 1820-1870, l'atelier Boschetti a été exposé à l'exposition Crystal Palace en 1851 et était réputé pour la qualité exceptionnelle de ses copies d'après l'Antiquité. Prisé par les voyageurs du Grand Tour l'atelier était considéré comme « le virtuose le plus éclectique et certainement le plus visionnaire de tous les marmorari ».

Bien que des mesures et un matériau similaire, la composition est légèrement différente de notre objet par les traits du visage, la qualité des figures sur la cuirasse et le « putti » à ses pieds.

Photo d'une réduction de l'Auguste³

² <https://flt.hf.uio.no/texts/inscription/181>

³ <https://drouot.com/fr/l/19375663-boschetti-benedetto-1820-1860-boschetti-benedetto-1820-1860>

Détermination des valeurs culturelles :

- Usage (primaire, secondaire): Décoratif
- Artistique : L'objet incarne le goût pour l'antique d'une époque (à déterminer), avec la copie d'une célèbre statue d'Auguste (De Prima Porta) et découverte au milieu du XIXe siècle
- Esthétique : Ce bronze est plutôt fidèle à son (célèbre) modèle et plutôt bien conservé.
- Ancienneté : Le sujet et la composition originelle de la surface d'origine sans doute intentionnellement patinée montre une valeur d'ancienneté élevée au départ.
- Échange : On trouve sur le marché de l'art quelques statuette d'Auguste proches de la nôtre entre 1000 et 3000 euros.

D'après les éléments de cette petite recherche historique, on peut en conclure qu'il est très probable que cette réduction du Prima Porta ait été fabriquée après la découverte de l'originale, soit en 1863. Cette statuette s'inscrirait probablement dans l'idée du souvenir dans un contexte de « tourisme » au XIXe siècle encore imprégné de l'esprit du « Grand Tour ». On peut dire que sa qualité de réalisation est moyenne et possiblement fabriqué en petite série.

L'aspect général de la statuette peut faire penser à un élément archéologique, or certains ateliers à la fin du XIXe/début du XXe auraient pu profiter de l'engouement pour l'archéologie et de cette récente découverte pour fabriquer de faux objets archéologiques. On trouve effectivement beaucoup d'exemplaires dans cet esprit sur le marché aujourd'hui.

Conservation de l'objet

Lieu de conservation antérieur

Les informations orales que nous avons reçues lors de la réception de l'objet peuvent faire penser que cette statuette aurait pu se trouver dans le palais des Tuileries lors de son incendie en 1871. Information qui pourrait être confirmée par la corrosion très particulière qui s'est formée sur amplitude maximale d'environ 10% par 24h.

Lieu de conservation actuel

- Caractéristiques : Atelier métal de l'INP
- Conditions climatiques : environ 20 °C pour 45%HR, variable de plusieurs degrés et plusieurs %HR ne dépassant pas des variations de 10% par 24h.

Lieu de conservation prévu

- Caractéristiques : Réserves du MAD Paris
- Conditions climatiques : environ 20 °C pour 45%HR

Diagnostic et définition de l'objectif du projet de restauration

Cette réduction en bronze et laiton de l'Auguste Prima Porta présente un bon état de conservation mais une faible lisibilité des décors. En grande partie à cause d'une épaisse couche de produits de corrosion dure, compacte et très adhérente placée au-dessus de la surface d'abandon de l'objet qui est une couche noire matérialisée PdC1. Cette croûte peut s'expliquer par la présence de cet objet dans des conditions d'incendie ou alors (de manière très peu certaine) à une fausse patine imitant les objets archéologiques. En effet il faut des conditions très particulières pour qu'une telle couche de produits de corrosion (chargés en fer qui plus est) se forme dans une telle mesure.

L'objectif du projet de conservation-restauration vise à redonner la lisibilité du décor pour permettre une identification du modèle plus fine, ceci pour renforcer les valeurs artistiques et esthétiques. Cette lisibilité rendue permettra à une valeur de recherche (par la tracéologie, l'étude des décors, etc...) de venir s'ajouter aux valeurs déjà citées. Si, lors de sa fabrication, les valeurs culturelles majeures attachées à cette statuette étaient plus esthétiques et artistiques, aujourd'hui le MAD retiendra davantage les valeurs historiques, d'étude (du goût) et d'ancienneté. Notre but ici étant de pouvoir donner le maximum de consistance à toutes ces focales qui racontent chacune une part de l'histoire de cet Auguste à différentes périodes (de sa fabrication à sa patrimonialisation).

Donc il est décidé le retrait des dépôts et de cette couche brune pour ne conserver que la couche noire matérialisant la surface d'origine, soit, en se référant au schéma stratigraphique de la corrosion, l'élimination de toutes les couches au-dessus de celle annotée PdC 1. On fera cependant attention à ne pas aller trop loin dans le nettoyage et l'éventuelle modification d'aspect pour ne pas compromettre la valeur d'ancienneté (pour rappel déjà présente dès la naissance de l'objet).

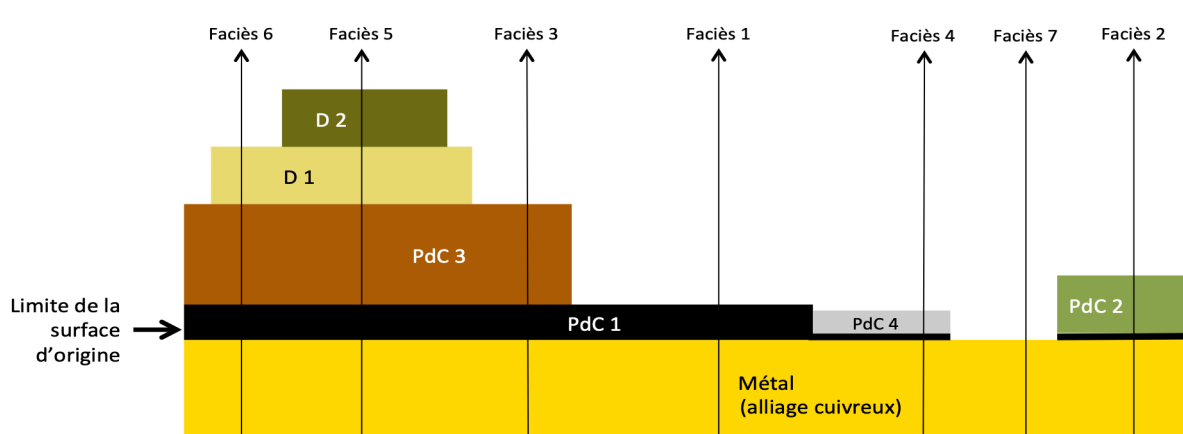


Schéma de la stratigraphie de corrosion sur l'Auguste.

Sa lisibilité ainsi rendue, cela permettrait peut-être de rattacher cet Auguste aux productions analogues connues et donc préciser son histoire matérielle. On a ainsi la possibilité de consolider et nourrir le corpus de valeurs déjà citées. De plus, en éliminant les dépôts et produits de corrosion hygroscopiques qui pourraient favoriser les reprises de corrosion on apporte une meilleure stabilité à l'objet face aux éventuels accidents climatiques. On protégera la surface après l'intervention pour optimiser sa conservation à long terme.

Interventions

Nous avons d'abord procédé à quelques tests dans le but d'éliminer les couches au-dessus de la surface d'origine. Si les dépôts D1 et D2 (voir schéma stratigraphique ci-dessous) sont solubles à l'eau déminéralisée ou à l'éthanol, la couche brune (PdC 3) s'est révélée très dure (plus dure que la surface d'origine), très adhérente et remplie de cristaux de cuivre métallique de quelques $1/10^e$ de mm³

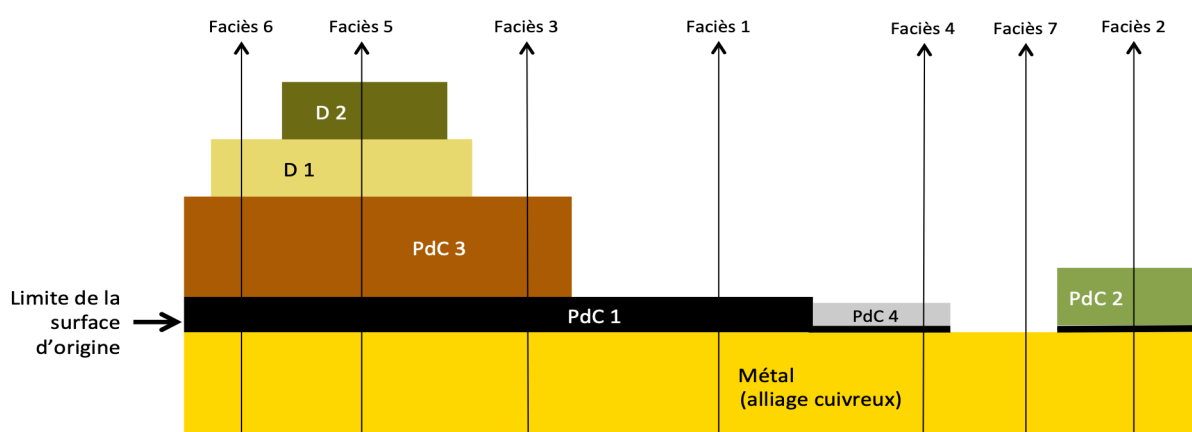


Schéma de la stratigraphie de corrosion sur l'auguste.



Essai de dégagement de la couche PdC3 au micro tour et meulette diamant. On voit briller dans cette couche brune les « paillettes » (cristaux) de cuivre métallique.

Essais

- Meulette diamantée fin / moyen : efficace mais passe souvent sous la surface d'origine (PdC1).
- Cavitron® (stylo à ultrasons) : assez efficace pour les concrétions fragilisées/poreuses, sur les concrétions très dures où l'effet est assez limité. Temps d'application limité (1h) en raison de la température de l'outil utilisé sans eau. Long mais efficace.
- Scalpel : long, efficace pour cliver les rares dépôts fissurés mais ne peut désolidariser cette couche lorsqu'elle est trop compacte.
- Pinceau fibre de verre : peu efficace, raye la surface surface d'origine (PdC1).
- Sablage (billes plastique 200 microns, 2 bar) : attaque de la surface d'origine (PdC1) et le métal apparaît, efficace pour retirer les concrétions mais très complexe à utiliser sans retirer la surface d'origine (PdC1).
- EDTA disodique à 5% (pH6) : attaque la couche de corrosion cuivreuse (coton bleu-vert), le métal apparaît.
- Dithionite de sodium à 5% dans l'eau déminéralisée : Sur le conseil de Marie-Anne Loeper Attia et après consultation de la bibliographie. Fragilise la couche de dépôts sans altérer la surface d'origine (PdC1) noire (coton incolore et couche inchangée). Léger blanchissement de la couche et formation d'un dépôt brun-clair soluble à l'éthanol.

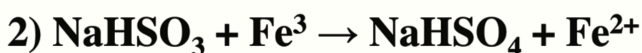
Protocole employé

Les plus gros dépôts de couche PdC3 ont été retirés alternativement à l'aide du Cavitron et du micro-tour (meulette diamantée). Les zones très épaisses et étendues ont été dégrossies par sablage (qui fragilise un peu la structure du dépôt).

Puis le dithionite de sodium a d'abord déposé au coton sur les dépôts pour les fragiliser avant de les retirer au Cavitron. Au vu de l'efficacité relative du traitement et de son innocuité pour la couche de patine à conserver, l'Auguste a été mis en bain agité de 30 min à la même concentration (5%).

Au vu du principe de la réaction du dithionite de sodium sur les produits de corrosion des métaux (en particulier du fer), on peut penser que ces produits de corrosion du fer se sont réduits en composés plus solubles. Cette transformation déstabilise également la cohérence mécanique de cette couche très dure, facilitant ainsi son retrait

SODIUM DITHIONITE



SODIUM BISULFITE WILL REACT WITH INSOLUBLE FERRIC IRON (Fe³) IN THE IRON OXIDE AND REDUCE IT TO A SOLUBLE FERROUS IRON (Fe²⁺)

Réaction du dithionite de sodium qui devient des composés bisulfite et bisulfate de sodium en solution. Et l'action du bisulfite de sodium sur les ions Fe³.⁴

⁴ Irwin Seth, *A Comparison of the Use of Sodium Metabisulfite and Sodium Dithionite for Removing Rust Stains from Paper*, AIC The Book and Paper Group, Annual issue vol 30, pages 37-46, 201, Fig 4, p 40



Mise en bain



Couleur du bain au bout de 30 min

Ce bain a permis de fragiliser la couche de corrosion brune PdC 3, principale problématique de notre intervention. Sa couleur montre une solubilisation d'une partie des produits bruns. Ce qui semble être confirmé au vu de la différence d'aspect de ces couches brune après le bain qui ont perdu en densité et cohésion. De plus il a permis de retirer les derniers restes des couches D1, D2 et PdC 2.

On a ensuite procédé à deux rinçages de 45 min dans de l'eau déminéralisée puis un séchage en étuve de plusieurs heures à 60/70°C. Ces étapes, comme le montrent les images après le bain, laissent un dépôt blanchâtre (de produits solubilisés ?) sur la surface. Ils ont pu être retirés à l'aide de coton imbibé d'éthanol (pour éviter une réhumidification de toute la surface).

La littérature^{5 6} nous indique également que l'ajout de complexants permet une meilleure efficacité du traitement, on profite ainsi de la possibilité de solubiliser plus efficacement les espèces alors réduites par le dithionite.

Cependant la couche que nous souhaitons conserver est plus sensible aux complexants que notre couche à retirer. En effet le cumul des constantes de dissolution dans l'eau et des constantes de complexation (caractérisant l'efficacité d'un complexant) sont plus élevées pour les composés cuivreux que ferreux avec tous les chélatants disponibles à l'INP⁷.

On note cependant un léger amincissement de la couche de produits noirs formant la surface d'origine PdC1, certainement par une légère réduction non souhaitée des produits de corrosion du cuivre (cependant dans une moindre mesure que ceux du fer de la couche PdC3). Cet inconvénient aurait peut-être pu être limité par un temps de bain plus court et/ou moins concentré.

⁵ L.Selwyn, S.Tse, *The Chemistry of sodium dithionite and its use in conservation*, Studies in conservation, vol 53 sup2, pages 61-73, 2008.

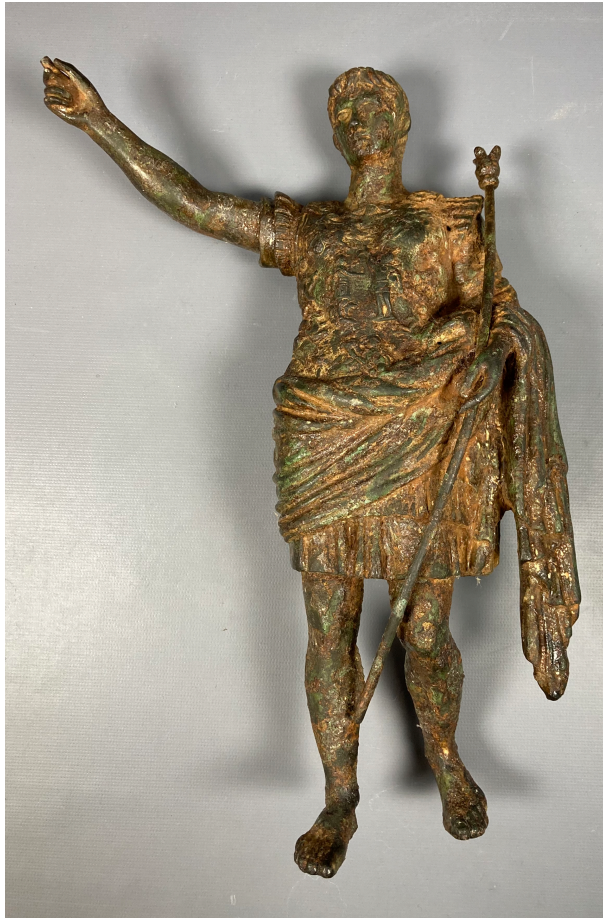
DOI: 10.1179/sic.2008.53.Supplement-2.61

⁶ I.Seth, 2011, Op cit

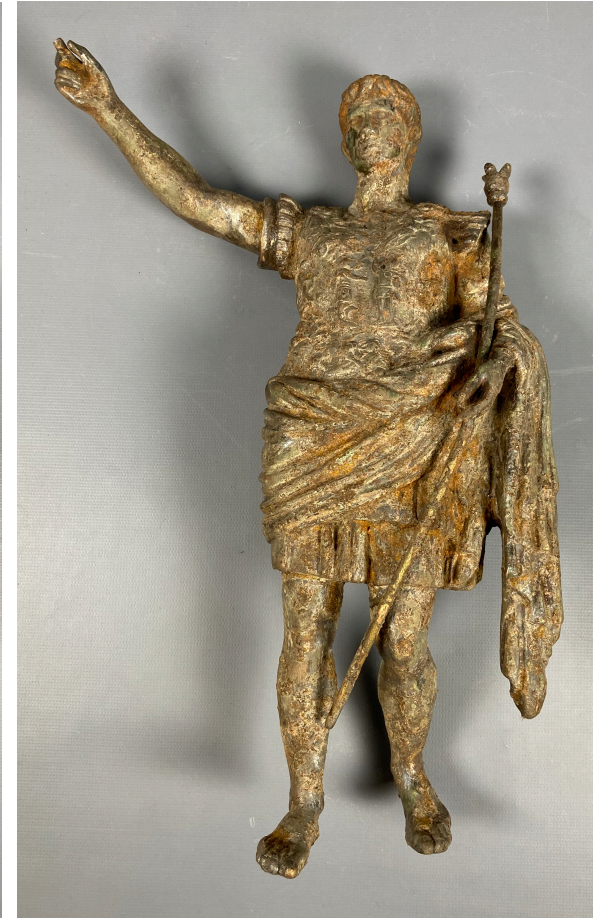
⁷ G.Charlot, *Chimie analytique quantitative, I, Méthodes chimiques et physico-chimiques*. Paris, Masson, 1984 (Tiré du cours de R.Bertholon)



Avant traitements.



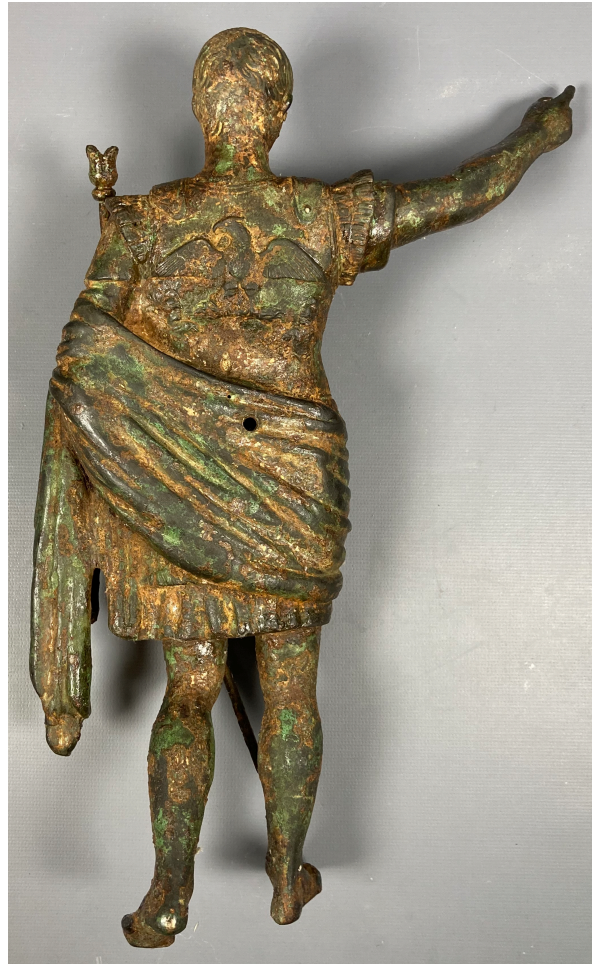
Avant bain de Dithionite de sodium.



*Après rinçage en bain et séchage.
Avant nettoyage du film déposé à l'éthanol*



Avant traitements.



Avant bain de Dithionite de sodium.



*Après rinçage en bain et séchage.
Avant nettoyage du film déposé à l'éthanol*

Cette partie du traitement n'a permis que de fragiliser cette couche de produits de corrosion PdC3 qui reste tenace, dure mais alors moins compacte. Pour la poursuite du traitement, les techniques chimiques (on l'a vu) ne sont pas assez efficaces. La relative finesse de l'épaisseur de la (fragile) couche PdC1 à conserver et sa proximité avec la couche PdC3 à retirer appellent l'utilisation d'une technique de retrait mécanique et très ciblée.

Cette technique devra répondre aux points suivants :

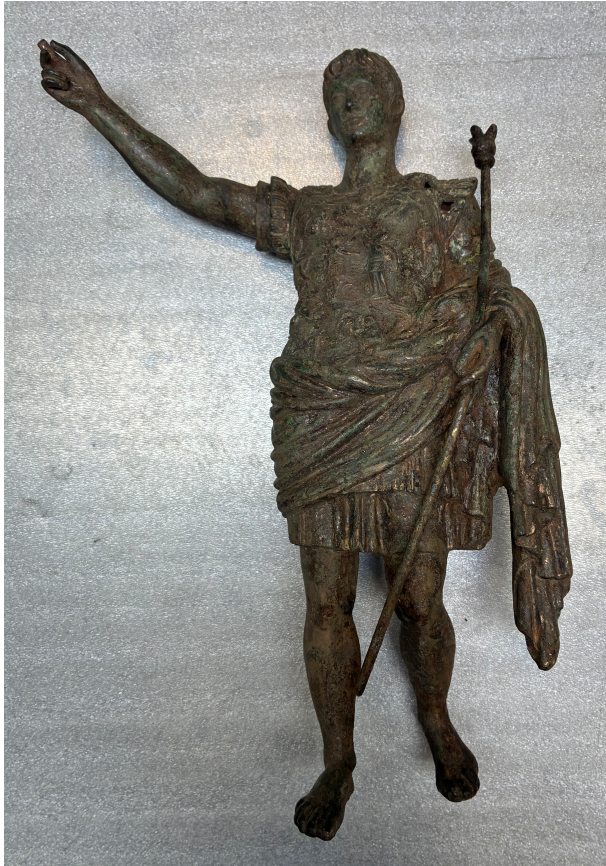
- Capacité à cliver ou effriter efficacement la couche PdC3.
- Non agressive pour la (très) fine couche de PdC1 sous-jacente à atteindre.
- Action ciblée, ponctuelle.
- Limiter les risques de rayures sur les couches adjacentes, en effet la surface étant souvent très lisse, une forte action mécanique (nécessaire pour agir sur la couche PdC3) comme le scalpel serait très complexe à maîtriser et, au vu de l'étendue de la couche à retirer, présente un vrai danger pour l'objet.

Avec l'établissement du présent cahier des charges et les tests précédemment réalisés, le nettoyage au Cavitron® a été choisi. Cet outil est couramment employé par les dentistes pour les détartrages.

Le principe de cet outil est de transmettre une vibration dans le domaine des ultrasons à la couche de corrosion à retirer. Les contraintes ainsi formées font cliver ou « éclater » cette couche, tout en ayant une action très localisée. Lors des tests nous sommes assurés que cette technique n'avait d'impact ni la couche PdC1 à conserver ni sur le métal. En revanche un risque de rayure avec la pointe métallique de l'outil existe.

Parfois la couche à retirer s'est avérée encore très cohérente, surtout lorsqu'elle était épaisse. Des compresses de coton imbibées de dithionite de sodium à 5% dans l'eau déminéralisée ont alors été appliquées entre 10 et 15 min. Ces zones ont été ensuite rincées 20 à 30 min grâce à une compresse d'eau déminéralisée puis séchées au sèche-cheveux) avant de reprendre le traitement par le Cavitron®.

Environ 60 heures ont été nécessaires pour cette seconde partie du traitement. La plupart de cette couche PdC3 a donc pu être dégagée. Des reliquats restent cependant sur l'œuvre, ils n'ont pas pu être retirés pour des raisons d'accessibilité, de fragilité de la surface d'origine à proximité directe.



Avers et revers de la statuette après dégagement de la couche PdC3

Cependant, lors de ce traitement quelques zones non dégagées ont révélé l'absence de couche PdC1 (surface d'origine) en dessous, laissant alors le métal sous-jacent apparaître, créant une rupture visuelle avec l'ensemble de la surface, comme le montre la stratigraphie générale des couches de corrosion.

Des retouches sur ces zones (éparses sur l'ensemble de la statuette) ont alors été réalisées avec des pigments en poudre, liés à de la résine Aquazol®⁸ solubilisée dans un mélange Ethanol (70%) – Dowanol (30%) pour augmenter le temps d'évaporation.

⁸ Poly(2-ethyl-2-oxazoline), Numéro CAS 25805-17-8, fiche technique en annexe.



Avers et revers de la statuette après traitement

Conclusion

Ce long travail d'étude, puis d'essais et enfin de traitement sur cette statuette de l'Auguste dit Prima Porta a été riche et très instructif.

Des produits de corrosion du fer se sont développés sur la couche matérialisant la surface d'origine gênant la lisibilité de l'œuvre. Leur retrait a nécessité l'emploi de diverses techniques en gardant l'objectif du traitement à l'esprit.

Ainsi traité et protégé, la lisibilité de l'Auguste a été rendue sur de nombreux détails et sa conservation a été optimisée par la protection de sa surface, débarrassée de nombreux produits de corrosion hygroscopiques.



Avers et revers de la statuette avant/après traitement

Annexe

Début du rapport d'analyse de Chloé Ranchoux, INP :

La spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF) est une technique d'analyse chimique élémentaire qualitative des matériaux inorganiques présents. L'énergie des rayons X utilisés est telle que la XRF est une analyse globale, la zone analysée n'est pas limitée au point d'impact mais englobe un volume sous-jacent au point d'analyse, ce dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats.

La spectrométrie de fluorescence des rayons X ne permet pas la caractérisation des composés organiques, ni l'identification des constituants carbonés présents dans certains alliages ou dans certains pigments tels que les noirs végétaux, ni celle des éléments de faible numéro atomique en dessous du sodium.

L'équipement utilisé dans le cadre de ces analyses nous a été prêté par le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) et nous a permis de réaliser des analyses sans contact avec les objets étudiés à l'aide des calibrations Alloys. L'étude est non invasive et non destructive.

Le dispositif utilisé est le spectromètre portable vendu par la société Scia Aps, modèle X 200, avec une cathode au rhodium. Afin d'optimiser la détection des éléments, certains domaines énergétiques peuvent être favorisés. Ainsi, la détection des éléments ayant une fluorescence dans ce domaine énergétique sera optimisée. Trois domaines sont favorisés, à « basses », « moyennes » et « hautes » énergies, comme illustré dans le tableau 1, où les paramètres de réglage de l'appareil sont précisés pour optimiser chaque domaine.

Tableau 1 :

	Intensité du tube (µA)	Tension du tube (kev)	Temps d'acquisition (s)	Position du filtre
Domaine basse énergie [0 :5] keV	50	10	20	5
Domaine moyenne énergie [5 :15] keV	50	40	20	0
Domaine haute énergie > 15 keV	60	50	20	4

Dans un second temps un échantillon prélevé sur l'œuvre a été analysé in situ par le spectromètre de micro fluorescence des rayons X à faisceau extrait (Bruker® ARTAX 800) du laboratoire de l'INP, dans les conditions opératoires suivantes :

Tube : molybdène (Mo) ;

Tension : 50 kV, Intensité : 600 µA, Temps d'analyse : 100 s ;

Atmosphère : air ;

Autres : lentille poly capillaire, sans filtre