

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association Pro Aventico
Herausgeber:	Association Pro Aventico (Avenches)
Band:	55 (2013)
Artikel:	Un tube de litharge dans le palais de Derrière la Tour, und découverte inédite à Avenches
Autor:	Schenk, Aurélie / Meisser, Nicolas
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-513635

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Un tube de litharge dans le palais de *Derrière la Tour*, une découverte inédite à Avenches

Aurélie Schenk
Nicolas Meisser

Résumé

Les fouilles réalisées en 2010 dans le palais de *Derrière la Tour* ont amené la découverte d'un curieux objet tubulaire, d'un aspect particulier et d'un poids étonnamment élevé, proche de celui du plomb. Les recherches nous ont fait découvrir à la fois une substance synthétique et une technique de métallurgie jusqu'alors méconnues des archéologues. Ce matériau s'est avéré être de la litharge, un oxyde de plomb de la forme PbO qui était artificiellement produit lors de la coupe-lation du plomb argentifère que pratiquaient à large échelle les Grecs, puis les Romains.

Malgré une haute toxicité reconnue dès l'Antiquité, cette substance, qui ne fut formellement proscrire que vers le XV^e s. ap. J.-C. en raison du nombre élevé de cas de saturnisme qu'elle provoquait, trouvait une multitude d'applications dans des domaines aussi variés que la purification de l'argent, la production de plomb marchand, l'éducoration des vins, la conservation des fruits, la composition de pigments, mais encore dans la sphère de la pharmacopée puisqu'elle était connue, déjà au IV^e millénaire av. J.-C. en Egypte, pour ses prétendues vertus curatives et qu'elle servait à la préparation de nombreux remèdes, emplâtres et cosmétiques.

Les attestations de litharge hors des contextes miniers sont très rares dans le monde romain et l'identification formelle du tube du palais de *Derrière la Tour* à Avenches est une première sur le territoire de la Suisse romaine. Gageons cependant qu'à l'instar de deux exemplaires trouvés à Augst et confondus avec du plomb lors de leur découverte en 1972 et 1997, d'autres spécimens dorment encore dans les collections archéologiques. La rareté des trouvailles s'explique également par le fait que la litharge est une substance qui, en raison même de son utilisation, est vouée à disparaître. En effet, elle est soit réduite dans les bains de coupellation, soit broyée ou pulvérisée, soit dissoute dans des liquides, ne laissant ainsi aucune trace, à moins d'être détectée par des analyses chimiques de substances susceptibles d'en contenir.

Zusammenfassung

Bei den 2010 im Palast „Derrière la Tour“ durchgeführten Grabungen kam ein seltsames röhrenförmiges Objekt zu Tage, das ein erstaunlich hohes, dem Blei ähnliches Gewicht aufwies. Die Untersuchungen führten zur Neuentdeckung sowohl eines künstlichen Stoffes als auch eines metallurgischen Verfahrens, die von den Archäologen bisher unbeachtet geblieben waren. Es stellte sich heraus, dass es sich bei dem Material um Lithargit (Bleiglätte) handelte, ein Bleioxid (PbO), das bei der Kupellation (Abtrennung von Edelmetallen) von silberhaltigem Blei künstlich erzeugt wurde, einem Verfahren, das bei den Griechen und später bei den Römern weit verbreitet war.

Trotz der bereits seit der Antike bekannten hohen Toxizität fand diese Substanz, die erst im 15. Jahrhundert aufgrund der erhöhten Zahl der von ihr verursachten Fälle von Saturnismus (Bleivergiftung) verboten wurde, Anwendung in einer Vielzahl von Bereichen wie beispielsweise zum Reinigen von Silber, zur Herstellung von Kaufblei, zum Süßen von Wein, zum Konservieren von Obst oder zum Mischen von Pigmenten. Sie war aber auch Bestandteil der amtlichen Arzneimittelliste als bereits im 4. Jahrtausend in Ägypten bekanntes Heilmittel, das zur Herstellung zahlreicher Arzneien, Verbände und Schminken verwendet wurde.

Belege für Lithargit in Bereichen ausserhalb des Bergbaus sind für die römische Zeit äusserst selten, und die Identifizierung des Materials des Rohres aus dem Palast „Derrière la Tour“ in Avenches ist eine Premiere im Gebiet der römischen Schweiz. Angesichts der beiden in Angst gefundenen Exemplare, die bei ihrer Entdeckung in den Jahren 1972 und 1997 als Blei identifiziert worden waren, ist allerdings zu vermuten, dass noch weitere Belege in den archäologischen Sammlungen schlummern, die es zu entdecken gilt. Die Seltenheit des Fundes erklärt sich auch aus der Tatsache, dass Lithargit eine Substanz ist, die allein durch ihre Verwendung dazu bestimmt ist, zu verschwinden. So wird sie bei der Kupellation quantitativ reduziert, sie wird zerstossen, zu Pulver verarbeitet oder in Flüssigkeiten aufgelöst und hinterlässt somit keine Spuren, es sei denn, man entdeckt sie bei gezielten chemischen Analysen von Substanzen, in denen Lithargit enthalten sein könnte.

Mots-clés
Avenches
Aventicum
litharge
oxyde de plomb
plomb argentifère
coupellation
métallurgie
pharmacopée
peinture
pigment
vin
sapa
analyse radiocristallographique
analyse chimique

Stichwörter
Avenches
Aventicum
Lithargit
Bleiglätte
Bleioxid
Silberhaltiges Blei
Kupellation
Metallurgie
Pharmakopöe
Malerei
Pigment
Wein
sapa
röntgenkristallographische Analyse
chemische Analyse

Übersetzung : Silvia Hirsch

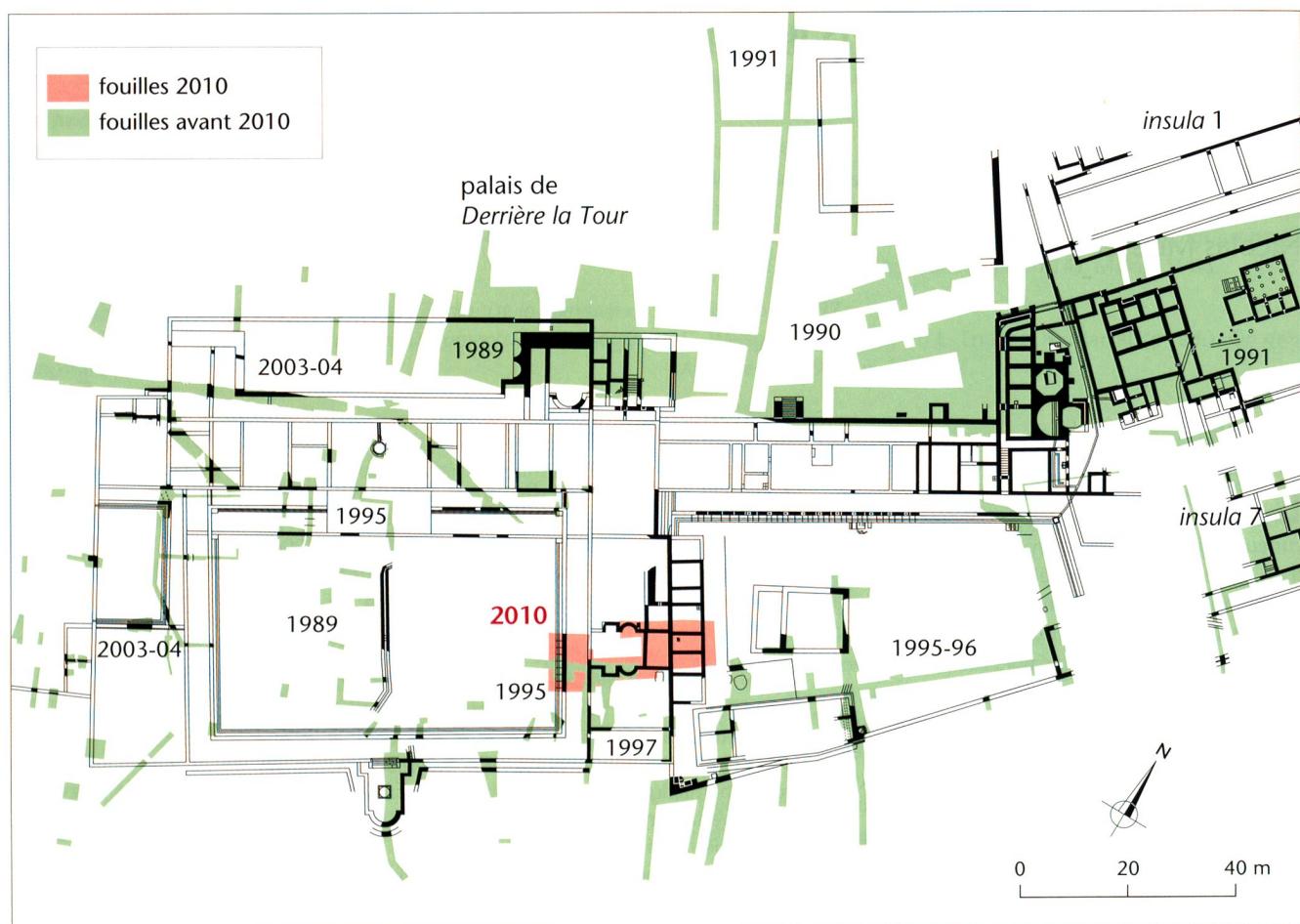
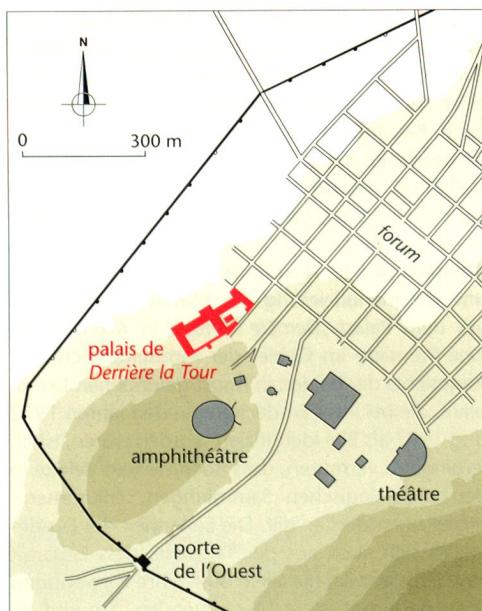


Fig. 1

Derrière la Tour. Situation du palais et de la zone de découverte des fosses dans le portique oriental du bâtiment principal.



Introduction

La publication du mobilier des fosses découvertes au cours de l'été 2010 dans le portique oriental de la cour principale du palais de *Derrière la Tour*, à Avenches (fig. 1), a donné l'occasion d'examiner un objet anormalement dense en forme de tube, dont la composition demeure

* Cet article est le résultat d'une fructueuse collaboration entre musées cantonaux dont nous ne pouvons que nous réjouir. Nous remercions le Dr. Pierre Vonlanthen (Institut des Sciences de la Terre, UNIL) pour son soutien technique et sa disponibilité lors de la séance de microanalyses chimiques. À Augusta Raurica, nos remerciements vont à Sandra Ammann, Alex Furger et Thomas Hufschmid pour leur disponibilité, ainsi que pour avoir facilité le prêt et le transport des deux tubes de litharge. Nous avons également bénéficié des connaissances éclairées de Mickaël Brunet, de Michel Feugère (UMR 5138 du CNRS / Archéométrie et Archéologie MSH, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon), du Prof. Michel Fuchs (IASA, UNIL) et de Chantal Martin Pruvot. Enfin, cette étude n'aurait pu avancer sans les échanges permanents avec nos collègues du SMRA, que nous avons sollicités à maintes reprises, en particulier Hugo Amoroso, Pierre Blanc, Daniel Castella, Anika Duvauchelle, Myriam Krieg et Laura Andrey. Merci pour leur aide, leurs réflexions et leurs relectures.

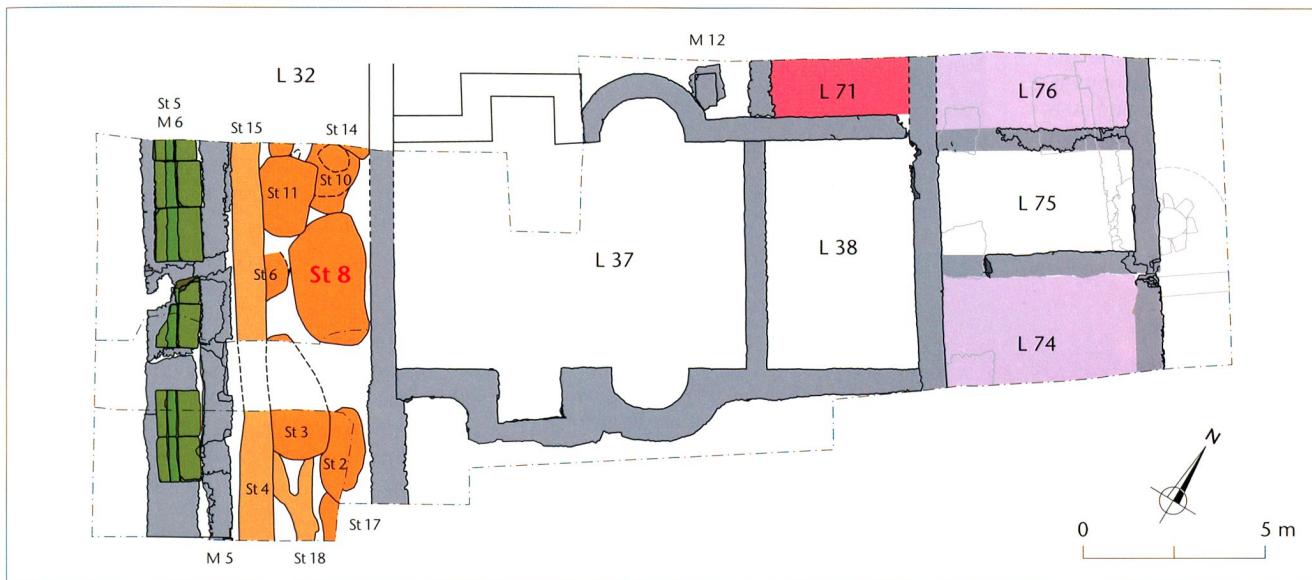


Fig. 2

Palais de *Derrière la Tour*.
Plan archéologique des vestiges (début du III^e s. ap. J.-C.) mis au jour en 2010 dans le portique (L 32). La fosse St 8, la plus grande, se trouve dans l'axe du local à exèdre L37.

Fig. 3

Palais de *Derrière la Tour*.
Vue depuis l'ouest des fosses creusées dans le portique, avec situation de la fosse St 8. Au premier plan, le caniveau en dalle de grès entourant la cour-jardin à l'avant du portique.

pour un certain temps une curiosité, jusqu'à ce qu'elle soit formellement identifiée comme de la litharge.

Il s'avère en effet que la litharge, un simple oxyde de plomb de formule PbO, est une ressource familière des métallurgistes, qui reste pourtant encore étrangère à la plupart des archéologues. L'intérêt d'étudier cet objet particulier est donc de mettre en lumière non seulement une technique métallurgique, mais surtout un matériau bien connu des Anciens et dont les domaines d'utilisation s'avèrent étonnamment variés.

Contexte archéologique

Le tube de litharge (inv. 10/15175-12) a été découvert lors de fouilles réalisées en 2010 sur le site du palais de *Derrière la Tour*. Il se trouvait dans le comblement de la plus grande et la plus riche en mobilier archéologique des neuf fosses mises au jour dans le portique Est de la cour-jardin du bâtiment principal (St 8; fig. 2). Ces fosses, tout comme leur remplissage singulier, ont un lien étroit avec d'importants travaux de réfection, d'agrandissement et d'embellissement de l'édifice au début du III^e s. ap. J.-C. (fig. 3). Pour la présentation exhaustive du mobilier et l'interprétation des structures, nous renvoyons le lecteur à leur publication détaillée¹.

¹ Cf. supra, H. Amoroso et al., Du festin à la poubelle ? À propos de quelques fosses énigmatiques du palais de *Derrière la Tour* à Avenches, p. 85-208, en particul. p. 158-162 et p. 193, fig. 132, n° 331.



Fig. 4

Le tube de litharge
(inv. 10/15175-12).
Photo du bas et coupe à
l'échelle 1:1.

Description

L'objet présente l'aspect d'un tube d'une longueur de 6,5 cm (fig. 4). De section cylindrique (diam. 1,7 cm), il est doté d'un conduit axial légèrement tronconique de 7-8 mm de diamètre. Les fragments avec des cassures fraîches sont constitués d'agrégats cristallins de couleur rouge oxydé et formant au moins quatre couches concentriques superposées, résultant du mode de fabrication. La surface, de couleur kaki, est relativement lisse, mais présente quelques irrégularités et grains de sable incrustés. Enfin, l'attention est attirée par la densité apparente de cet objet (92 g), à première estimation comparable à celle du plomb. Toutefois, sa masse volumique de l'ordre de 7,7 g/cm³ est bien inférieure à celle du plomb métallique qui atteint 11,35 g/cm³.

Analyse

Méthodes d'analyses non destructives utilisées

L'emploi d'une loupe binoculaire (avec un grossissement variant de 9 à 60 fois) a permis d'examiner l'homogénéité de l'objet et de prélever de minuscules fragments (< 200 µm) en vue de leur analyse radiocristallographique.

La technique d'identification utilisant la diffraction de rayons-X (DRX ou XRD « X-Ray Diffrac-

tion ») consiste à irradier un échantillon cristallin à l'aide de rayons-X et de collecter le rayonnement diffracté à l'aide d'un détecteur. Ce détecteur peut être un compteur électronique ou un simple film radiographique. Les diffractions ainsi collectées sont traduites en Å (1Å = 10⁻¹⁰ m) et comparées avec des tables de références publiées par l'International Centre for Diffraction Data (ICPDS). Ces valeurs étant représentatives de la structure d'une substance cristalline donnée, un spectre de diffraction peut être grossièrement comparé à une «empreinte digitale» d'un cristal. Lors de nos analyses, nous avons utilisé une caméra de Gandolfi de 114,6 mm de diamètre. Le type de radiation utilisée était celle du cuivre (CuKα) filtré par le nickel et avec une longueur d'onde de 1,5406 Å. Un standard externe de silicium et un film Kodak® BioMax® comme détecteur ont été employés.

Les microanalyses chimiques ont été pratiquées sur des fragments isolés, d'une dimension inférieure à 800 µm, à l'aide de la méthode de spectroscopie de dispersion d'énergie des rayons-X (EDS « Energy - Dispersive X-ray Spectroscopy ») couplée à un microscope électronique à balayage CamScan MV2300.

Prélèvements analysés

Litharge

Les analyses portent sur le matériau formant l'essentiel des fragments de l'objet. Sous de forts grossissements, on constate que cette masse est constituée d'agrégats de cristaux parfaitement lamellaires montrant un fort clivage (fig. 5). Une structure lamellaradiée, soulignée par le clivage, est ainsi très visible de même qu'une structure en «pelure d'oignon» (cf. fig. 9). La couleur macroscopique est rouge indien, microscopiquement, selon leur épaisseur, les lamelles sont orangées à jaune. L'éclat est gras et terne. L'analyse DRX (n° NM 4657) donne un cliché de diffraction strictement identique à celui de l'oxyde de plomb rouge synthétique (ICPDS n°5-561), α-PbO - tétragonal, à savoir la litharge. Un examen attentif et comparé du cliché de diffraction de la litharge d'Avenches avec des oxydes de plomb synthétiques ne montre pas de traces massicot, la forme jaune de l'oxyde de plomb, β-PbO - orthorhombe (fig. 6). L'analyse chimique quantitative (n° EDS NM 2449) d'une surface de clivage fraîche, outre la présence massive de plomb et d'oxygène, présente également un peu de silicium, calcium, cuivre et étain (0,88 poids-% sur l'ensemble des autres métaux).

Cérasite-phosphohedyphane

La surface extérieure du tube de litharge, de même les surfaces concentriques internes, montrent un aspect très différents macro- et microscopique-

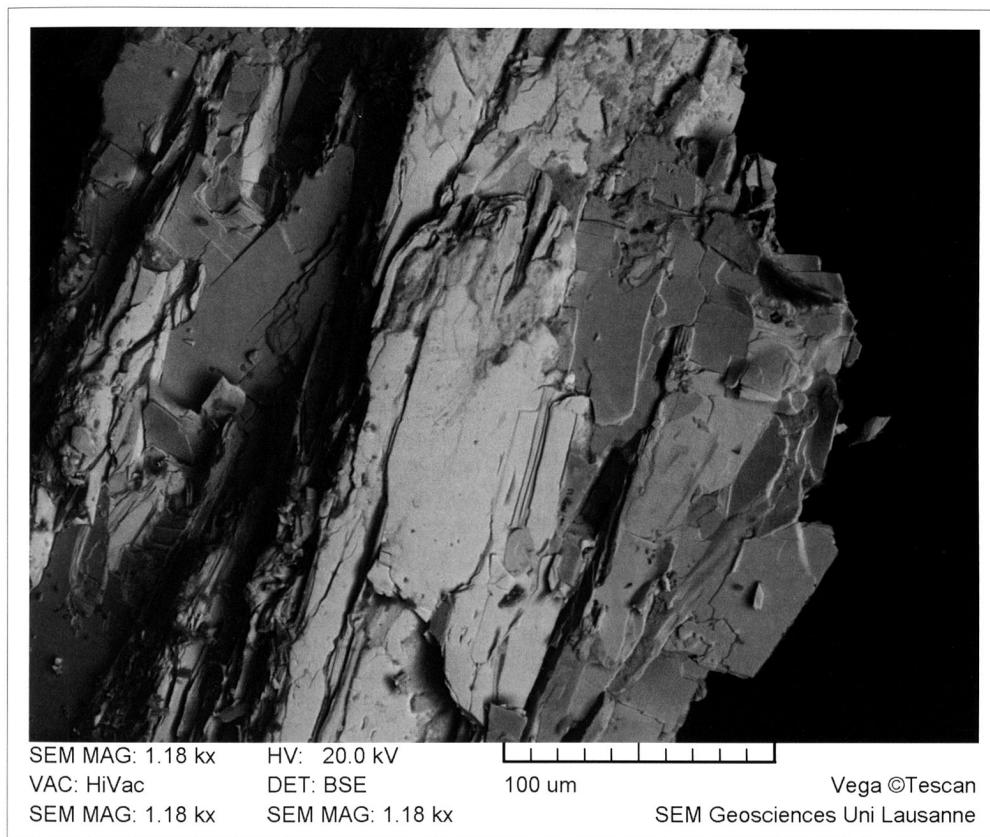


Fig. 5

Cliché au microscope électronique à balayage d'un fragment de litharge fortement clivé et homogène. Analysé chimiquement (n° EDS NM 2449), il montre une faible teneur en étain.

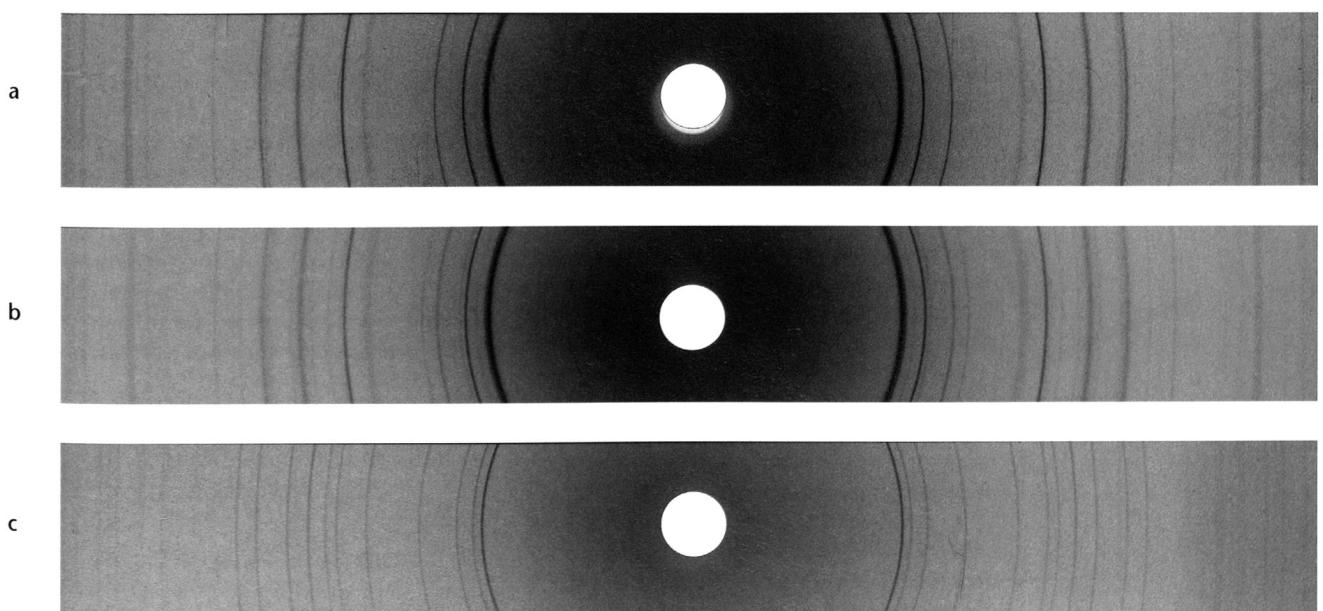
Fig. 6

Diagrammes de diffraction de rayons-X de monoxydes de plomb, PbO.

a litharge pure du tube d'Avenches (inv. 10/15175-12), analyse DRX NM 4657.

b litharge synthétique, α -PbO – tétragonal avec en mélange un peu de massicot synthétique, β -PbO – orthorhombique (collection de substances de référence, Musée cantonal de géologie, Merck n° 7401 - analyse DRX NM 4655).

c massicot synthétique pur, β -PbO – orthorhombique (collection de substances de référence, Musée cantonal de géologie, Fluka Chemie n° 15338 - analyse DRX NM 4652).



ment. On relève en particulier l'absence de clivage et surtout une teinte kaki à jaunâtre. L'analyse DRX (n° NM 4640) correspond à un mélange de cérusite, un carbonate de plomb anhydre, $PbCO_3$ – orthorhombique et d'un phosphate de plomb du groupe structural de l'apatite de type phosphohedyphane, $Pb_3Ca_2(PO_4)_3Cl$ – hexagonal. L'analyse chimique qualitative (n° EDS NM 2450) confirme la présence massive de plomb, de carbone, de phosphore et d'oxygène et, dans une moindre mesure, de chlore, de calcium, de cuivre et d'étain.

Hydrocérusite-plumbonacrite

Très localement et seulement sous un très fort grossissement, on note que les surfaces concentriques internes de la litharge sont tapissées de minces couches, blanc immaculé, d'éclat nacré et constituées par de minuscules cristaux micaçés hexagonaux. L'analyse DRX (n° NM 4639) d'un prélèvement très réduit, de l'ordre de 100 µm, conduit à un cliché de diffraction attribuable à un mélange de carbonates basiques de plomb, essentiellement de l'hydrocérusite, $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ – trigonal, et de la plumbonacrite, $Pb_5O(CO_3)_3(OH)_2$ – hexagonal. L'analyse chimique par EDS (n° NM 2453) confirme la présence de plomb, de carbone et d'oxygène comme constituants.

Interprétation des résultats analytiques

Le tube est constitué de litharge pure, de l'oxyde de plomb rouge. L'absence de massicot (oxyde de plomb jaune) indique que la température de préparation de la litharge dans le procédé métallurgique est supérieure à celle de la transition de phase massicot → litharge, soit un minimum de 480°C.

La série de carbonates de plomb analysés résulte de l'altération ultérieure de l'objet sous l'action des agents atmosphériques, gaz carbonique et eau. La zonation de l'extérieur vers le cœur des différents carbonates cérusite-hydrocérusite-plumbonacrite, s'explique par la fixation progressive du gaz carbonique par la litharge. La présence de phosphohedyphane riche en calcium, phosphore et chlore, trois constituants fondamentaux de l'apatite des os, est à mettre en relation avec la présence de nombreux ossements associés.

Les structures lamellaradiées et concentriques en pelure d'oignon sont en adéquation avec le procédé de préparation par trempage et retrait successifs d'une barre métallique dans de l'oxyde de plomb fondu (*cf. infra*).

La présence d'étain et de cuivre, deux métaux présents en faibles teneurs (< 1%-poids) à la fois dans la litharge et dans sa croute d'altération ont une origine métallurgique certaine. Ces impure-

tés sont à rechercher dans les métaux ou minerais traités dans le même four ayant servi à confectionner le tube de litharge.

La litharge, qu'est-ce ?

La litharge est un monoxyde de plomb (PbO), un sous-produit caractéristique d'un procédé métallurgique, la coupellation, qui permet d'extraire l'argent métallique contenu dans des minerais de plomb². C'est essentiellement la galène, un minéral de plomb abondant à la métallurgie facile et recelant souvent des traces (< 1%) d'argent qu'on exploitait dans l'Antiquité afin d'obtenir ce plomb argentifère³.

La technique de la coupellation, qui était pratiquée à large échelle par les Grecs et les Romains, repose sur les propriétés physico-chimiques différentes des deux métaux. Le plomb a en effet un point de fusion beaucoup plus bas que l'argent (plomb: 327,5°C; argent 961,8°C) et s'oxyde beaucoup plus facilement. Pour extraire l'argent du plomb argentifère, il s'agissait de faire chauffer le plomb brut dans une coupelle jusqu'à ce qu'il se liquéfie et s'oxyde au contact de l'oxygène de l'air. C'est lors de cette réaction que se créait la litharge qui était alors soigneusement évacuée pour récupérer l'argent épuré⁴.

Cette substance artificiellement formée était très recherchée dans l'Antiquité. La litharge, qu'il suffisait de réduire en plomb par fusion en présence de charbon de bois, était en effet non seulement la source principale de plomb doux, utilisé en grande quantité à l'époque romaine, notamment pour les tuyauteries, mais était également un composant nécessaire dans le processus de purification de l'argent⁵. Par ailleurs, les nombreux témoignages des auteurs antiques tels que Pline l'Ancien, Vitruve, Dioscorides ou Martial montrent que cette substance, en dépit de sa haute toxicité, entrait également dans la composition de nombreuses préparations. En effet, broyée et réduite en poudre, la litharge pouvait être utilisée en peinture pour la composition de pigments rouges, en médecine pour la préparation de divers remèdes et emplâtres, mais aussi dans la confection de fards et de cosmétiques. Sous une forme transformée, elle était également connue pour servir d'édulcorant au vin aigre, ainsi que pour conserver les fruits, pratique

2 Domergue 2008, p. 32; Domergue 1990, p. 506.

3 Conophagos 1980, p. 126 et p. 302; Cochet 2000, p. 143.

4 Cochet 2000, p. 144-145.

5 Conophagos 1980, p. 305-330 pour la coupellation de l'argent et p. 331-340 pour la refonte de la litharge en plomb.

qui perdura jusqu'à des périodes relativement récentes, soit jusqu'au moment où les nuisances du plomb sur la santé furent enfin reconnues et que l'on proscrisse son utilisation⁶.

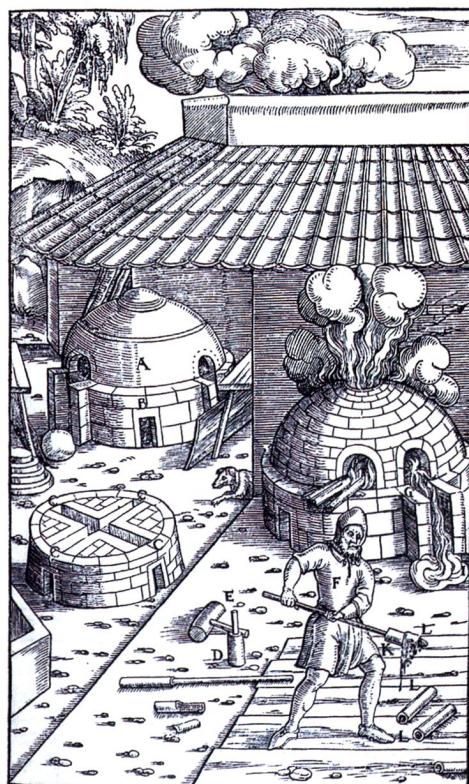
La fabrication de tubes de litharge

En réponse à la forte demande de cette substance, Grecs et Romains imaginèrent la fabrication de petits tubes de litharge, un produit de forme relativement standard et d'un poids réduit facilitant sa commercialisation et son transport⁷. Dans son traité sur le plomb, Pline décrit comment obtenir ces cylindres creux (texte 1, p. 219), mais il ne donne pas beaucoup de détails dans ses descriptions, faute sans doute de connaissances techniques suffisamment avancées. Plus tard au XVI^e s., un humaniste, Georgius Agricola, passionné et spécialiste des mines, présente dans son ou-

vrage *De Re Metallica* les techniques minières et métallurgiques en usage à son époque, ainsi que d'autres remontant à des ères révolues, notamment en s'appuyant sur les textes de Pline. Sur une gravure (fig. 7), il illustre la coupellation du plomb argentifère et la méthode de fabrication de la litharge, procédé qu'il ne restitue pourtant pas de manière tout à fait exacte. La perception d'Agricola fut visiblement faussée par la simplicité du récit de Pline⁸. Ce sont finalement les découvertes archéologiques de tubes de litharge en contexte qui permirent de comprendre réellement le procédé de fabrication de ces mystérieux *tubuli* évoqués par Pline. Il ne s'agit donc pas des énormes cylindres qu'on observe sur la restitution d'Agricola, mais bien de fins tubes creux.

La technique est relativement simple. On plonge une tige de fer⁹ dans le bain de coupellation pour que la litharge se fige sur le métal et se cristallise en une fine pellicule. Il suffit ensuite de répéter l'opération afin que plusieurs couches successives se forment jusqu'à atteindre le diamètre souhaité (fig. 8)¹⁰. La tige de fer est ensuite retirée, donnant à la pièce son aspect de tube creux, avec une section feuilletée caractéristique que l'on observe très bien sur l'exemplaire étudié ici (fig. 9).

À l'origine, on faisait couler vers l'extérieur la litharge qui surnageait dans le bain de coupellation; mais, en s'écoulant, elle entraînait avec elle de faibles quantités de plomb et d'argent, ce qui était préjudiciable pour la rentabilité. La technique de fabrication de la litharge par immersion d'une barre en fer dans le bain fut donc inventée pour prévenir des pertes trop importantes de ces métaux. Cette méthode permettait ainsi de retirer une litharge relativement propre et les pertes de métaux étaient réduites car ceux-ci restaient à l'intérieur de la coupelle¹¹. La pureté, la forme et le poids de ces tubes n'ont par la suite fait que faciliter la commercialisation de ce produit.



6 Lessler 1988, p. 78-84.

7 Domergue 1990, p. 508.

8 Domergue 2008, p. 30-33.

9 Pline, *Hist. Nat.*, XXXIII, 107: *vericulum*, «petite pique».

10 Domergue 1990, p. 507; Conophagos 1980, p. 325-327.

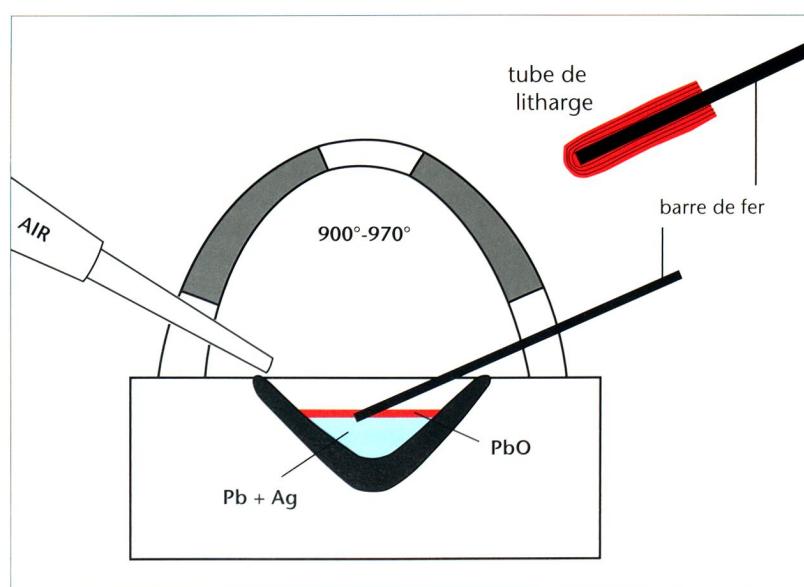
11 Conophagos 1980, p. 325.

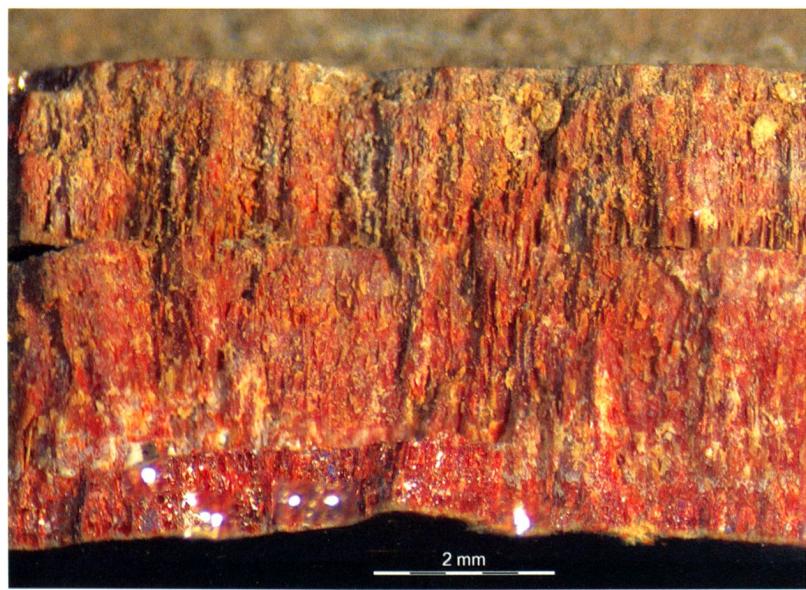
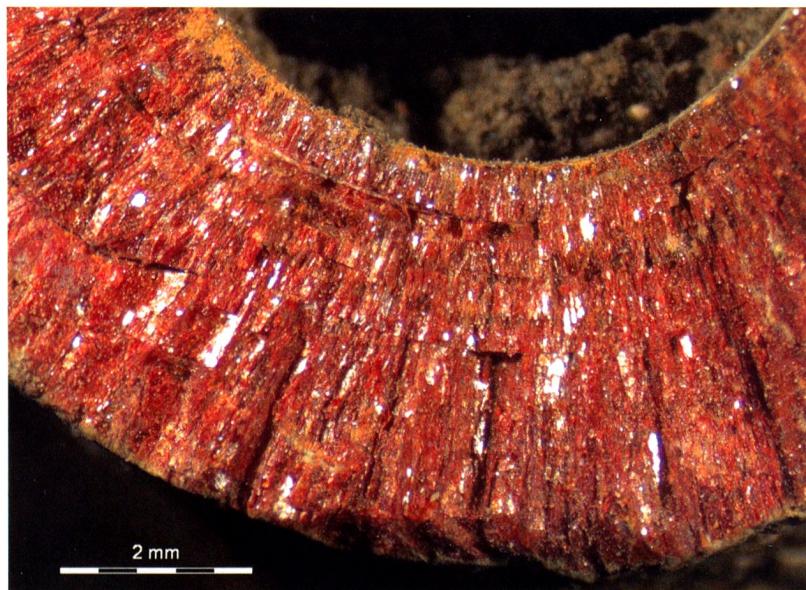
Fig. 7 (ci-contre)

Gravure d'Agricola, milieu du XVI^e s. (*De Re Metallica*, Bâle, 1556, fol. 384) interprétant la technique de coupellation et de l'enlèvement de la litharge d'après le récit de Pline l'Ancien.

Fig. 8 (ci-dessous)

Technique de la coupellation de l'argent avec immersion d'une barre de fer pour récupérer la litharge. D'après Conophagos 1980, fig. 12-18.



**Fig. 9**

Tube de litharge d'Avenches.
Structure lamelloradiée et
en « pelure d'oignon », vue
au microscope (caméra
trinoculaire).

Sites de production

Les mines argentifères du Laurion en Attique, où plusieurs fragments de litharge ont été retrouvés, en produisaient dès le IV^e s. av. J.-C.¹², puis, dès la fin de la République, les mines d'Espagne se mirent également à en fabriquer¹³. Ces dernières ont sans doute pris le pas sur la production de la litharge grecque au moment où le Laurion fut abandonné, au cours du I^{er} s. av. J.-C.¹⁴. Pline écrit du reste que ces deux régions minières étaient les plus réputées dans l'Antiquité, en précisant même que l'Attique fournissait la meilleure litharge, suivie de l'Espagne (texte 2, p. 219).

Il est évident que d'autres gisements de plomb argentifère ont été exploités, mais l'état de la recherche n'est pas suffisamment avancé pour dresser une carte des sites d'extraction.

De récentes études des isotopes du plomb réalisées sur quelques tubes permettent toutefois d'élargir l'inventaire des sites miniers potentiellement producteurs de litharge. C'est le cas d'un exemplaire trouvé en Roumanie à *Alburnus Maior* (*Roșia Montană*) qui proviendrait de la région des Carpates¹⁵. À Augst, des deux tubes qui ont été analysés, l'un possède une signature isotopique caractéristique de la région de Burgas à l'est de la Bulgarie, tandis que l'autre pourrait provenir de Siviez (VS) ou de la région montagneuse des Pennines en Angleterre (fig. 10)¹⁶.

La production standardisée de ces petits tubes à des fins spécifiques de commercialisation est confirmée par la découverte d'une épave près de Marseille (Planier 3, 50-25 av. J.-C.) contenant une cargaison importante de ces *tubuli*¹⁷. C'est ce que semble également prouver la découverte d'une quinzaine de fragments de litharge dans une maison du village minier de La Loba en Espagne, qui est interprétée comme un possible lieu de stockage avant exportation¹⁸.

Un tube de litharge, pour quelle(s) utilisation(s) ?

Si ces tubes sont relativement bien connus dans les mines d'extraction où ils étaient fabriqués, on manque encore de données archéologiques concernant leur utilisation hors des contextes miniers et plus particulièrement en Gaule romaine. Cela s'explique peut-être par la difficulté de les identifier¹⁹ et par une exploitation qui ne laisse finalement que très peu de traces, dans la mesure où la litharge doit être réduite en poudre pour être utilisée.

Dans le contexte du palais de *Derrière la Tour* à Avenches, l'unique tube issu du remplissage de la fosse St 8 est difficilement interprétable puisque

12 Conophagos 1980, p. 306.

13 Un exemplaire a été trouvé à San Ramón, un autre à Cabezo Agudo, trois à Cerro del Plomo, ainsi que plusieurs à La Loba: cf. Domergue 1990, p. 507 et pl. XXXI/3-4.

14 Conophagos 1980, p. 123.

15 Baron *et al.* 2011, p. 9.

16 Guénette-Beck/Furger 2004, p. 264-265, tab. 3. Lors de l'analyse, ces deux exemplaires n'avaient pas été identifiés comme de la litharge, mais avaient été interprétés comme des tubes de plomb (*unbestimmbarer Bleiausguss*).

17 Tchernia 1969, p. 301.

18 Blázquez *et al.* 2002, p. 390.

19 À cet égard, le «tube» étudié ici est un bel exemple d'identification erronée: il fut tout d'abord désigné comme un «fragment de stalactite», puis comme un «rostre de bélémnite fossile» avant d'être enfin correctement identifié par N. Meisser! Les deux tubes analysés à Augst (cf. *supra*, n. 16) montrent également que ce matériau peut aisément être confondu avec du plomb.

ni l'environnement, ni le contexte, ni le mobilier associé ne livrent suffisamment d'évidences pour expliquer sa présence et identifier avec certitude son usage. On ne peut qu'évoquer un ensemble d'hypothèses plus ou moins convaincantes.

Verrerie

Il semble que l'on peut d'emblée exclure un lien avec la fabrication du verre au plomb et par extrapolation avec les activités de l'atelier de verrerie découvert sous l'aile orientale du palais²⁰. Si l'ajout de litharge (oxyde de plomb) dans la préparation de verre (verres plombifères, verres cristal) est connu au Moyen Âge, période pendant laquelle elle est employée notamment pour sa capacité à faire baisser la température de travail du verre afin de le rendre plus malléable, mais aussi à le vitrifier ou à lui donner de l'éclat²¹, cette pratique n'est pourtant pas encore formellement attestée pour les verres antiques²².

Métallurgie

La piste de la métallurgie peut manifestement aussi être écartée. Hormis un fragment de creuset en argile cuite²³, la fosse St 8 n'a livré aucun autre élément lié à l'artisanat du métal²⁴. Il est donc dif-



Fig. 10

Augusta Raurica (Augst BL). À gauche, le tube inv. 1972.6776 trouvé en 1972 dans une riche demeure de l'insula 41 (contexte daté entre 130 et 280 ap. J.-C.). À droite, le tube inv. 1997.60. D08390.1 provenant d'un niveau antérieur aux thermes de l'insula 8 (contexte daté entre 150 et 230 ap. J.-C.).

20 Amrein 2001.

21 Foy/Nenna 2011, p. 11.

22 Le seul usage du plomb connu dans la verrerie romaine est celui du verre soufflé décoré d'une couche de plomb pur produisant un effet de miroitement. L'atelier de *Derrière la Tour* à Avenches, en activité entre 40 et 70 ap. J.-C., semble s'être fait une spécialité de ce procédé: cf. Amrein 2001, p. 41-46 et fig. 44 (schéma d'application de la couche de plomb à l'intérieur des sphères de verre).

23 Inv. 10/15175-200.

24 À Mâlain (Côte-d'Or, F), par contre, un fragment de litharge peut vraisemblablement être associé avec des activités métallurgiques dans la mesure où il a été retrouvé dans un niveau de travail ayant aussi livré des fragments de creusets, une coulure de plomb, ainsi que des déchets de bronze (première moitié du II^e s. ap. J.-C.): cf. Brunet 2002, p. 128.

25 Conophagos 1980, p. 331. Rehren *et al.* 1999, p. 302. Dans le village minier de La Loba (E), plusieurs tubes ont été retrouvés dans des foyers ou alentour, laissant supposer une utilisation pour fabriquer du plomb: cf. Blázquez *et al.* 2002, p. 390.

26 Rehren *et al.* 1999, p. 306-307. Rehren 2001, p. 32-33.

27 Cf. *supra*, H. Amoroso *et al.*, *op. cit.* n. 1.

28 Pline parle de la préparation de la spode de plomb, qui est vraisemblablement de la litharge. Il explique qu'elle était lavée avec de l'eau de pluie, passée au crible, puis broyée et que certains la mélangeaient à du vin aromatisé (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.*, XXXIV, 172).

29 Lessler 1988, p. 80.

ficile d'associer le tube de litharge avec une de ses utilisations bien connue des métallurgistes qui la faisaient réduire, après l'avoir concassée et lavée, pour fabriquer du plomb marchand²⁵.

Comme on l'a aussi déjà évoqué, la litharge était également nécessaire au processus de raffinage de l'argent; un ajout permanent de cet oxyde de plomb, une fois broyé, dans le bain de fusion permettait en effet d'évacuer les impuretés et ainsi d'obtenir un argent pur à près de 99%²⁶. L'environnement immédiat n'ayant, par ailleurs, livré aucune trace de métallurgie, ni aucune structure d'artisanat, le rapprochement du tube de litharge avec de telles activités n'est par conséquent pas très satisfaisant.

Édulcoration du vin

L'étude du mobilier céramique et de la faune contenue dans le comblement de la fosse St 8, caractérisés par une majorité de récipients à boire et des restes de viande de première qualité, évoque clairement les reliefs de festivités²⁷. Dans le cadre de banquets, nous sommes tentés d'associer le tube de litharge à la pratique, extrêmement répandue durant la période romaine, d'améliorer le vin en le rendant plus doux par l'adjonction de sels de plomb (texte 3, p. 219). Ces sels (oxydes, carbonates ou acétates) édulcoraient les vins jugés trop aigres tout en favorisant leur conservation. Il est probable qu'ils étaient produits en traitant la litharge²⁸ avec l'acide acétique du vinaigre, mais ils étaient surtout contenus dans la *sapa*, un sirop épais très sucré obtenu en faisant bouillir du moût de raisin dans des récipients en plomb²⁹.

Cet ajout adoucissait le vin, mais le rendait toxique en raison de sa teneur élevée en plomb³⁰. Bien que certains auteurs³¹ aient dénoncé dès l'Antiquité le recours à cette pratique qui permettait notamment de rendre commercialisables des vins aigres, cela n'a pas empêché qu'elle se poursuive jusqu'au milieu du XV^e s., provoquant de nombreux cas de saturnisme.

Pharmacopée et cosmétique

On sait également qu'en matière de pharmacopée la litharge était un ingrédient de base dans de nombreuses préparations médicinales, emplâtres et onguents en particulier³². Les textes de Pline l'Ancien et de médecins grecs et romains (comme Dioscurides et Celse) donnent les recettes d'innombrables remèdes à base de litharge et font état de ses multiples vertus. En dépit d'une toxicité reconnue des Anciens, elle était utilisée notamment pour ses propriétés désinfectantes, émollientes et cicatrisantes, pour soigner les plaies, colmater les ulcères, calmer les tumeurs ou faire disparaître l'érysipèle. Elle entrait également dans la composition de cosmétiques «pour faire disparaître chez les femmes les cicatrices disgracieuses et les taches de la peau, et pour se laver les cheveux»³³ et de fards, notamment le khôl, dont les composants étaient connus dès l'époque pharaonique pour offrir une bonne protection contre les infections oculaires.

Il est quasi certain que la litharge était commercialisée sous forme solide, donc de tubes, et qu'elle était ensuite localement transformée en poudre³⁴, car les textes antiques précisent qu'il faut la concasser et la broyer avant de la faire bouillir avec d'autres ingrédients (texte 4, p. 219). L'utilisation de litharge médicinale dans le palais de *Derrière la Tour* est une hypothèse séduisante, bien qu'elle ne puisse, à son tour, être prouvée ni par le contexte archéologique, ni par le mobilier associé.

Peinture et pigments

Évoquons pour finir le domaine de la peinture murale. À l'époque romaine, les pigments étaient le plus souvent d'origine minérale ou végétale, mais ils étaient aussi parfois produits artificiellement, notamment à partir d'oxydes de plomb (peinture au plomb). Sous leur forme primaire, ceux-ci entraient dans la composition des pigments des couleurs jaune (appelé massicot) ou jaune-orangé (à base de litharge cristallisées après fusion)³⁵. Sous une forme très oxydée (litharge calcinée), l'oxyde de plomb permettait d'obtenir un pigment d'un rouge profond appelé *minium*. Dérivé de la litharge, c'est l'un des plus anciens pigments artificiels qui était par ailleurs déjà connu de Pline l'Ancien, bien qu'il le confonde avec la céruse (un mélange de carbonates de

plomb) qui servait de pigment blanc. Les pigments rouges au plomb n'étaient donc pas utilisés qu'en peinture murale. Des analyses ont révélé la trace de ces oxydes de plomb non seulement sur les emballages des momies d'Egypte du I^e s. ap. J.-C., pour lesquels on suppose un commerce de pigment ou même l'importation directe de litharge depuis l'Espagne, mais aussi sur des sculptures en marbre, notamment celle de Zeus/Jupiter retrouvée dans le Latium en Italie centrale et sur laquelle la signature isotopique du plomb a également révélé une provenance espagnole³⁶.

Une fabrication de pigment à partir de litharge en tube pourrait s'inscrire dans le cadre des travaux d'agrandissement et de réfection entrepris dans le palais de *Derrière la Tour*, dont les fosses sont des témoins indirects plutôt évocateurs. Celles-ci pourraient en effet être liées à l'extraction de matériaux morainiques nécessaires à la fabrication du mortier employé pour la réfection du crépi de certains murs³⁷.

Très convaincante en théorie, cette hypothèse reste pour l'heure difficilement vérifiable car nous manquons de données concernant la préparation des pigments – étaient-ils préparés sur place à partir de matériaux bruts, au gré des besoins, ou arrivaient-ils sur le chantier sous une forme directement utilisable? – ainsi que d'analyses physico-chimiques sur les peintures du palais de *Derrière la Tour* en particulier. En revanche, on connaît la composition des pigments d'une centaine d'échantillons provenant des *insulae* 1, 7, 10 et 22. Les analyses physico-chimiques réalisées ont permis de détecter 22 pigments différents, parmi lesquels plusieurs rouges à base d'oxyde de plomb (*minium* pur, mélange de *minium* et d'ocre rouge, mélange d'ocre rouge et d'hydroxyl-pyromorphite). Il faut relever que les résultats obtenus sont très pertinents car, à ce jour, seules les peintures de *l'insula* 7, quartier limitrophe, précisément réaménagé en même temps que s'agrandit le palais au début du III^e s. ap. J.-C., contenaient des pigments à base de plomb³⁸.

30 Le goût doucereux était formé par la réaction entre l'acide acétique du raisin et les cuves en plomb dans lesquelles il était réduit pour obtenir la *sapa*.

31 Martial, par exemple, blâme certaines pratiques des commerçants marseillais consistant à «maquiller» les mauvais vins: Martial, *Épigrammes*, X, 36.

32 Rehren *et al.* 1999, p. 306.

33 Pline l'Ancien, *Hist. Nat.*, XXXIII, 110 et XXXIV, 166-174.

34 Rehren 2001, p. 33.

35 Perego 2005, p. 460-462, «Litharge et Massicot».

36 Pour les momies d'Egypte, cf. Walton/Trentelman 2008, p. 845-860; pour la sculpture de Zeus/Jupiter, cf. Rosing/Østergaard 2009, p. 43-44.

37 Cf. *supra*, H. Amoroso *et al.*, *op. cit.* n. 1. Plusieurs des fosses ont en outre livré des déchets de chantier caractéristiques.

38 Hamdallah/Fuchs 1996, p. 46. Les échantillons proviennent d'une riche *domus* située au sud de *l'insula*.

Conclusion

L'utilisation de la litharge étant plurielle, il est extrêmement difficile, en l'absence d'un contexte significatif, d'identifier la fonction précise du tube retrouvé dans la fosse St 8, bien que la piste de la fabrication de pigments soit très séduisante.

Le tube d'Avenches est le premier à avoir été formellement identifié en Suisse romaine. Deux autres exemplaires avaient toutefois été découverts à Augst, dans les années 1970 et 1990 déjà, mais avaient alors été identifiés comme du plomb (fig. 10)³⁹. Les trouvailles dans le reste de la Gaule romaine sont également rares, mais, comme on l'a déjà relevé, les tubes de litharge non identifiés dormant dans les réserves de musées sont vraisemblablement plus nombreux qu'on ne l'imagine.

Ce matériau mériterait ainsi à lui seul une étude de synthèse afin de mieux connaître les lieux et les chaînes de production, les voies de commercialisation, ainsi que les multiples utilisations antiques. Les différentes hypothèses soulevées dans cet article ont finalement le mérite, en évoquant de possibles exploitations de la litharge, de mettre en lumière un matériau encore mal connu des archéologues.

Les sources antiques

Texte 1

« *Toutes les variétés d'écume d'argent se produisent par la fusion de leur matière de base; elles coulent d'un creuset supérieur dans un creuset inférieur d'où on les enlève avec des brochettes de fer, puis on les fait tourner sur la brochette dans la flamme, pour en limiter le poids* ».

Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, XXXIII, 107 (texte établi, traduit et commenté par H. Zehnacker, Paris, Les Belles Lettres, 1983).

Texte 2

« *L'écume la plus estimée est celle de l'Attique, puis vient celle de l'Espagne* ».

Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, XXXIII, 106 (texte établi, traduit et commenté par H. Zehnacker, Paris, Les Belles Lettres, 1983).

Texte 3

« *On prépare la spode de plomb par le même procédé que la spode de cuivre de Chypre: on lave avec de l'eau de pluie dans des linge s d'un tissu lâche et on sépare la partie terreuse en traversant; on passe au crible; on broie. Certains préfèrent enlever la partie pulvérulente avec des plumes, et broyer dans du vin aromatisé* ».

Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, XXXIV, 172 (texte établi et traduit par H. Le Bonniec, commenté par H. Gallet de Santerre et H. Le Bonniec, Paris, Les Belles Lettres, 1953).

Texte 4

« *On prescrit [...] de la concasser à la grosseur d'une fève et de la faire cuire dans un récipient de terre avec de l'eau [...] jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'impuretés. Ensuite on la broie dans des mortiers pendant six jours, en la rinçant dans de l'eau froide* ».

Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, XXXIII, 109 (texte établi, traduit et commenté par H. Zehnacker, Paris, Les Belles Lettres, 1983).

³⁹ Cf. *supra*, n. 16.

Bibliographie

Revues, séries et sigles

BPA

Bulletin de l'Association Pro Aventico, Avenches.

CAR

Cahiers d'archéologie romande, Lausanne.

MRA

Musée romain d'Avenches.

SMRA

Site et Musée romains d'Avenches.

Monographies et articles

Amrein 2001

H. Amrein, *L'atelier de verriers d'Avenches. L'artisanat du verre au milieu du I^{er} siècle après J.-C.* (CAR 87, Aventicum XI), Lausanne, 2001.

Baron *et al.* 2011

S. Baron, C. G. Tămaş, B. Cauuet, M. Munoz, Lead Isotope Analyses of Gold-Silver Ores from Roşia Montană (Romania): a First Step of a Metal Provenance Study of Roman Mining Activity in *Alburnus Maior* (Roman Dacia), *Journal of Archaeological Science* 38(5), 2011, p. 1090-1100.

Blázquez *et al.* 2002

J. M. Blázquez Martínez, C. Domergue, P. Sillières, *La Loba (Fuentetobejuna, province de Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Bordeaux, 2002.

Brunet 2002

M. Brunet, *Première approche sur le mobilier en plomb à l'époque gallo-romaine en Côte-d'Or: les exemples d'Alésia, Mâlain et Vertault*, Université de Bourgogne (mémoire de DEA), 2002, 2 vol.

Cochet 2000

A. Cochet, *Le plomb en Gaule romaine. Technique de fabrication et produits* (Monographies Instrumentum 13), Montagnac, 2000.

Conophagos 1980

C. E. Conophagos, *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athènes, 1980.

Domergue 1990

C. Domergue, *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine* (Publications de l'École française de Rome 127), Rome, 1990.

Crédit des illustrations

Fig. 1-4

Plans et photo Hugo Amoroso, SMRA.

Fig. 5-6

Photos et diffraction de rayons-X, Nicolas Meisser, Musée cantonal de géologie, Lausanne.

Fig. 7

C. Domergue, *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecques et romaines*, Paris, 2008, p. 33, fig. 4.

Domergue 2008

C. Domergue, *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecques et romaines*, Paris, 2008.

Foy/Nenna 2001

D. Foy, M.-N. Nenna, *Tout feu tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France*, Aix-en-Provence, 2001.

Guénette-Beck/Furger 2004

B. Guénette-Beck, A. R. Furger, Blei für Augusta Raurica, *Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst* 25, 2004, p. 245-272.

Hamdallah/Fuchs 1996

B. Hamdallah, M. Fuchs, Analyses physico-chimiques et minéralogiques de peintures murales romaines d'Aventicum, *BPA* 38, 1996, p. 35-51.

Lessler 1988

M. A. Lessler, Lead and Lead Poisoning from Antiquity to Modern Times, *The Ohio Journal of Science* 88.3, 1988, p. 78-84.

Perego 2005

F. Perego, *Dictionnaire des matériaux du peintre*, Paris, 2005.

Rehren 2001

T. Rehren, Roads to Riches: Making Good the Silver Ore at Lavrion in Greece, *Archaeology International* 4, 2000/2001, p. 31-34.

Rehren *et al.* 1999

T. Rehren, D. Vanhove, H. Mussche, M. Oikonomakou, Litharge from Laurion. A Medical and Metallurgical Commodity from South Attika, *L'Antiquité Classique* 68, 1999, p. 299-308.

Rosing/Østergaard 2009

M. T. Rosing, J. S. Østergaard, Preliminary Results from Geochemical Analysis of Pigments on Ancient Greek & Roman Marble Sculptures, in: J. S. Østergaard (éd.), *Tracking Colour. The Polychromy of Greek and Roman Sculpture in the Ny Carlsberg Glyptotek, Preliminary Report 1*, Copenhagen, 2009, p. 41-47.

Tchernia 1969

A. Tchernia, Les fouilles sous-marines de Planier (Bouches-du-Rhône), *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 113/2, 1969, p. 292-309.

Walton/Trentelman 2009

M. Walton, K. Trentelman, Romano-Egyptian Red Lead Pigment: A Subsidiary Commodity of Spanish Silver Mining and Refinement, *Archaeometry* 51.5, 2009, p. 845-860.

Fig. 8

Dessin Aurélie Schenk, SMRA, d'après C. E. Conophagos, *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athènes, 1980, fig. 12-18.

Fig. 9

Photos Myriam Krieg et Laura Andrey, SMRA.

Fig. 10

Photo Andreas Schneider, SMRA.