



ArcheoSciences

Revue d'archéométrie

33 | 2009

Authentication and analysis of goldwork

Micro rayures et signes d'usure

Authentification d'orfèvrerie archéologique

The analysis of micro-scratches and trace-wear in the authentication of archaeological gold

Edilberto Formigli



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/2426>

DOI : 10.4000/archeosciences.2426

ISBN : 978-2-7535-1598-7

ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2009

Pagination : 335-339

ISBN : 978-2-7535-1181-1

ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Edilberto Formigli, « Micro rayures et signes d'usure », *ArcheoSciences* [En ligne], 33 | 2009, mis en ligne le 10 décembre 2012, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/2426> ; DOI : 10.4000/archeosciences.2426

Micro rayures et signes d'usure : authentification d'orfèvrerie archéologique

The analysis of micro-scratches and trace-wear in the authentication of archaeological gold

Edilberto FORMIGLI*

Résumé : Les traces laissées par les instruments anciens et modernes de travail ont, depuis plusieurs années, fait l'objet d'études avec succès. Aux différentes méthodes archéométriques utilisées pour l'identification de faux, ainsi que dans le domaine d'authentification d'orfèvrerie archéologique, nous proposons d'ajouter une technique basée sur l'observation de l'objet par microscopie optique ou électronique. Cette méthode repose sur l'étude de la surface de la tôle, pour identifier les stratifications des traces correspondant soit aux anciennes opérations du travail de l'orfèvre, soit au contact et au frottement au cours du temps de cette surface avec des matériaux extérieurs, qui viennent se superposer aux traces initiales. En reconnaissant la séquence chronologique des superpositions des marques, il est parfois possible de reconstruire l'histoire de l'objet et d'avancer une hypothèse sur son ancienneté. Les traces d'usure visibles sur la surface des objets d'orfèvrerie fournissent également des informations fondamentales sur la durée de vie de ces objets et sur leur utilisation.

Abstract: *The traces left by ancient instruments and by modern ones have been successfully studied for many years. In the present paper, we propose to add to the different archaeometric methods employed for the identification of fakes a supplementary technique involving the observation of the object by optical or electron microscopy. This technique is based on the study of metallic surfaces in order to identify the stratifications of the marks related to the ancient stages of construction related to the work of the original goldsmiths and distinguish them from those which were added later to the initial marks. The latter are related to the contact and friction of the surface with external materials in the course of time. By recognising the chronological sequence of the marks' superposition, it is at times possible to reconstruct the history of the object and to put forth hypotheses regarding its age. The visible wear marks on the surface of goldwork also provide fundamental information about the lifetime and use of the objects.*

Mots-clés : orfèvrerie, archéologique, faux, authentification, micro-rayures, traces d'usure.

Keywords: *jewellery, archaeology, fakes, authentication, micro-scratches, use-wear.*

1. INTRODUCTION

L'étude scientifique au moyen de sections métallographiques qui mettent en évidence la structure cristalline interne de l'or, révèle le traitement subit par le métal pendant la production de l'objet. Il est alors possible de reconnaître, par exemple, la situation inaltérée de fusion,

le degré et l'orientation des phénomènes de compression subis pendant le martelage, ou alors de recuit par chauffe (Scott, 1991). Les microanalyses chimiques en surface, ou encore mieux sur une section, au-delà de fournir des indications sur la composition de l'alliage d'or, peuvent permettre l'identification de différentes techniques de soudure (Guerra, 2006 ; Guerra, 2007 ; Ferro *et al.*, 2008).

**Str. Com della Miniera 4, Italy-53016 Murlo (Siena). (edilbertoformigli@gmail.com) (www.anteamurlo.it)*

Enfin, l'examen radiographique peut aussi révéler des situations singulières à l'intérieur de l'objet et contribuer ainsi à reconstruire ses différentes phases de production (Formigli, 1992 ; Guerra, 2006).

Néanmoins, la simple observation de la surface, ce qui ne nécessite ni de prélèvement ni d'autre intervention invasive, peut à elle seule fournir tout une série d'informations utiles (Fig. 1). L'observation sous loupe binoculaire à divers grossissements et au microscope électronique à balayage (Formigli et Heilmeyer, 1993 ; Ferro, 2006 ; Meeks, 2007) de la surface des pièces en or, peut être une aide primordiale à la reconstitution de leur histoire et par conséquent les informations récoltées peuvent aussi être utilisées pour diagnostiquer leur authenticité.

En particulier, l'étude microscopique des surfaces plus exposées au contact des éléments extérieurs contribue à la compréhension de la séquence des événements mécaniques qui se suivent dans le temps, laissant des traces, même minimales et invisibles à l'œil nu. Nous ne considérons pas ici les questions de la détérioration de la surface des alliages anciens en or causée par les phénomènes d'enrichissement de surface ni la corrosion sélective, phénomènes déjà étudiés et publiés par différents auteurs (Scott, 1983), mais seulement les événements purement mécaniques qui laissent des traces sur les surfaces.

Il s'agit ainsi de reconnaître en premier lieu les traces initiales du travail artisanal de l'or, ensuite celles fortuites et involontaires qui se superposent comme des cicatrices plus ou moins profondes sur la surface pendant la vie de l'objet et, enfin, celles moins fortuites, mais pour nous riches d'in-



Figure 1 : (See colour plate) Observation de la surface de la Phiale d'Achryis sous loupe binoculaire.

Figure 1: (Voir planche couleur) Observation of the surface of the Phiale of Achryis under a binocular.

formations, qui sont dues au port et utilisation prolongés de l'objet selon sa fonction, par exemple de parure (collier, bracelet, bague, etc.), ou ustensiles ou instruments rituels (fibules, récipients, etc.).

2. LES MICRO-RAYURES ET LES IMPRESSIONS DE LA PHASE DE PRODUCTION

Déjà pendant les premières phases de production, les surfaces d'or subissent des micro-rayures : préparation de la lame, traitement par compression et micro-polissage de la surface. La technique ancienne pour réduire un fin lingot initial à une épaisseur extrêmement fine était le martelage alterné de recuit. Pendant la dernière phase de préparation des feuilles très fines, une technique qui consiste à étirer l'objet entre des surfaces de peau, dont les traces en négatif peuvent encore parfois être relevées sur certains bijoux anciens, était aussi utilisée.

Les traces du martelage d'origine sont rarement visibles à cause de leurs grandes dimensions par rapport aux dimensions des parties des lames utilisées dans les bijoux et à cause des opérations successives de travail des lames. Parmi ces opérations, notons deux très répandues dans l'antiquité : le polissage et le brunissage.

Plus claires et individualisées, les traces du marteau sont reconnaissables sur les lames de plus grande épaisseur (environ 1-3 mm) qui ont subi une modification successive pour obtenir une forme recourbée, comme par exemple celle d'une patère. Ces marques sont parfois reconnaissables au niveau macroscopique, avec une simple loupe binoculaire. Il est alors possible d'observer non seulement les coups de marteau qui, du fait de leur surface non totalement lisse, ont laissé leurs caractéristiques imprimées en négatif sur les objets, mais aussi de l'autre côté de la lame les marques du support du métal (enclume) sur laquelle la lame a été martelée (Formigli, 1985).

L'instrument moderne utilisé pour aplatir des lames est constitué de deux cylindres en acier voisins, dont les distances réglables déterminent l'épaisseur de la lame que l'on a forcé à passer à travers. Comme la surface des cylindres ne peut pas être parfaitement lisse, l'impression de leurs défauts, même minimales, est identifiable sur les lames fausses agrémentées d'un fond de fines rayures en relief régulièrement parallèles. L'utilisation du microscope électronique à balayage avec un gros grossissement peut être indispensable pour l'identification de ces traces, même dans le cas de cylindres extrêmement lisses.

Les traces du travail initial d'aplatissement des lames soit pour les faux soit pour les objets originaux, sont celles de

fond, auxquels se superposent toutes les autres traces qui se succèdent.

3. LES RAYURES OCCASIONNELLES

Pendant la vie de l'objet, aux traces de travail viennent s'ajouter, par superposition, d'autres rayures plus ou moins profondes dont les causes sont variées : la micro-abrasion pendant l'enfouissement des matériaux environnants déplacés par des phénomènes dus à l'environnement, les événements successifs de récupération de la terre, les opérations de polissage pendant la restauration et, enfin, les manipulations (normalement plus nombreuses que prévu) par les individus qui ont pour diverses raisons eu en main les objets (propriétaires, savants, photographes, experts, etc.) chacun laissant toujours, involontairement, quelques traces.

Chaque fois que, pendant sa vie, l'objet en or est touché, placé sur une substance ou frotté contre un matériau, les traces de ces événements restent marquées sur sa surface. Ces marques apparaissent comme des rayures plus ou moins larges, longues et profondes, simples ou multiples ; des rayures peuvent avoir un fond pointu, plat ou ondulé. Ainsi, en résumé, toutes les rayures se caractérisent par un grand nombre de traits individuels distinctifs. Quand deux rayures identiques sont observées alors leur cause et origine sont les mêmes.

Toutes ces traces observées sous loupe binoculaire, ou encore mieux, au microscope électronique à balayage, forment un réseau de lignes qui se croisent et se superposent. Chaque rayure, qui à un grossissement suffisant apparaît comme une ligne presque droite, possède une certaine profondeur et une certaine largeur ainsi qu'une certaine orientation.

Entre deux ou plusieurs rayures qui se croisent (et qui évidemment ne peuvent pas être exactement contemporaines), il est possible de reconnaître la séquence chronologique se basant sur l'empreinte présente dans le point de croisement (Fig. 2). Si les marques d'une rayure, causées par le transport de matériaux par l'outil ou matériau écorchant, couvrent l'espace vide, c'est-à-dire la disparition de la rayure croisée, cela veut dire qu'elle succède à l'autre. Si une troisième rayure "couvre" la deuxième, cela signifie que celle-ci succède à la deuxième, et ainsi de suite.

Si deux ou plusieurs rayures sont orientées dans la même direction, il est probable qu'elles soient réalisées simultanément. En général, plus longue est la vie et le temps d'utilisation de l'objet, plus haut est le facteur chaos, c'est-à-dire la variété des trois paramètres et la concentration des tracés.



Figure 2 : (See colour plate) Superposition de micro-rayures sur la Phiale d'Achryis : image au microscope électronique à balayage.

Figure 2: (Voir planche couleur) Superposition of the micro-scratches on the Phiale of Achryis: images under the scanning electron microscope.

Un autre critère valide pour évaluer l'état de l'objet est l'étude micro morphologique des rayures. Les tracés anciens tendent pendant les longues périodes à être réabsorbés par la matrice. Par analogie avec les tissus humains, nous pouvons imaginer assister à un phénomène de « cicatrisation » d'une blessure pour laquelle les lacérations plus externes s'étirent et les reliefs s'adoucissent. Ce phénomène est causé par une recristallisation qui ne se révèle qu'après une période très longue. Des tracés anciens qui ont subi une telle transformation, sont identifiables par microscopie électronique par son opacité ; les tracés récents, par opposition, possèdent de bordures affûtées, identifiables par un contraste plus net. En effet, une confirmation est fournie par le fait que tracés reconnus comme anciens ne se superposent jamais à ceux que nous avons, basés sur notre hypothèse, supposés modernes.

L'ensemble du complexe réseau de micro-rayures présent sur la fameuse Phiale d'Achryis (Fig. 1 et 2), étudiée d'une façon approfondie à différents grossissements sur ses diverses zones et résultant en une pièce authentique par ce type de recherche, montre la présence d'un bruit de fond tant orienté (traces de travail) que chaotique de type ancien auquel se superposent abondamment des traces de type récent, concentrés de façon particulière dans les zones plus extérieures de la phiale, accessibles à la manipulation.

4. LES TRACES D'USURE PAR UTILISATION

Selon l'utilisation faite d'un objet précieux en or, se forment au long du temps des polissages et aplatissements dans les zones de frottement de ses différentes parties. Nous

pouvons citer, par exemple, les accroches avec les anneaux d'une chaîne ou encore des frottements sur la surface la plus exposée au contact avec des matériaux externes, par exemple sur un pendentif qui, pendant son utilisation, frotte sur la peau ou sur le tissu des vêtements.

L'observation précise de telles traces fournit des informations sur le mode d'utilisation de l'objet, sur la période de temps d'utilisation, sur la présence de réparations ou de remplacements anciens de parties d'objets ou encore sur la présence de restaurations modernes. En définitive, il s'agit aussi d'informations qui considèrent l'histoire de l'objet mais également de son état. Un Kardiophylax (bulle pectorale) provenant de Cuma montre distinctement toute une série de détails d'usure par utilisation (Fig. 3). Si la direction de l'élargissement est vers l'extérieur d'une cavité alors l'objet se dit porté en longueur, adhérent à la poitrine aussi au moyen d'un fil qui passait derrière le revers, et que le premier contact avec la lame était fait avec l'anneau d'un fil métallique rond lequel était doublé sur la partie extérieure. L'usure par utilisation d'une zone en relief où passait la décoration correspond à un objet porté sous les vêtements. Généralement, toutes les traces d'usure confortent l'authenticité de la pièce.

Pour identifier les faux modernes, l'étude des traces d'usure est évidemment très importante. Même pour des faussaires expérimentés, il n'est pas aisé de reproduire d'une façon crédible les traces d'usure par utilisation, conséquence d'un long port d'un objet. Des cas de fausses traces d'usure par utilisations apportées par des faussaires ont été observés, traces facilement identifiables car localisées dans des endroits impossibles, comme par exemple l'aplatissement d'un fil en or en forme de crochet non sur la partie interne mais sur la partie externe. De la même façon, l'outil utilisé, dans ce cas une lime, a laissé des traces possédant des profils aiguisés qui ne sont pas conformes à la typologie de l'usure par utilisation qui produit toujours des surfaces très lisses.

Un objet ancien peut par une raison ou une autre ne plus avoir été utilisé quand, par exemple, a été produit volontairement à but funéraire, et ainsi malgré le fait d'être ancien il ne portera pas de traces d'usure. Cette information est déjà de grande importance pour l'archéologue qui étudie l'objet. En réalité, il s'agit de cas très rares car souvent un examen approfondi des pièces mène à exclure cette éventualité.

5. CONCLUSIONS

Pour obtenir des informations qui apportent des renseignements sur l'âge d'un objet d'orfèvrerie et sur l'histoire des événements expérimentés par l'objet, il est essentiel d'ob-

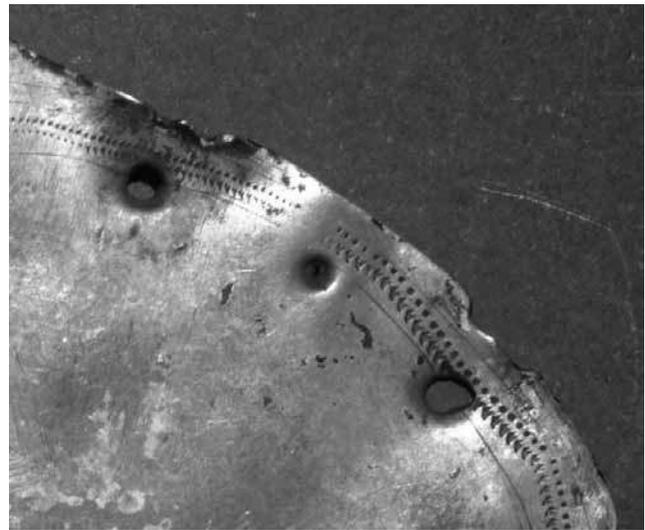


Figure 3 : (See colour plate) Traces d'usure par utilisation du Kardiophylax de Cuma.

Figure 3: (Voir planche couleur) Use-wear traces produced by the utilisation of the Kardiophylax from Cuma.

server les marques qui se sont superposées sur sa surface au cours du temps. Ces marques peuvent être provoquées par les actions suivantes :

- 1) Travail artisanal initial
- 2) Rayures occasionnées pendant la vie de l'objet
- 3) Traces d'usure par utilisation
- 4) Micro-abrasion par les matériaux environnants dans la terre d'enfouissement
- 3) Evènements pendant la fouille archéologique
- 4) Traces laissées par la restauration
- 5) Traces de manipulations successives

Les caractéristiques qui peuvent indiquer un âge ancien pour un objet et ainsi confirmer son authenticité sont les suivantes :

- 1) Superposition de marques selon un ordre logique et chronologique
- 2) Caractère aléatoire des marques
- 3) Grand nombre de traces superposées
- 3) Présence de traces plausibles d'utilisation

Bibliographie

- FERRO, D. FORMIGLI, E., PACINI, A. and TOSSINI, D., 2008.** *La saldatura nell'oreficeria antica*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- FORMIGLI, E., 1992.** Indagini archeometriche sull'autenticità della fibula prenestina, *Mitteilungen, des deutschen archäologischen Instituts* 99: 330-343.
- FORMIGLI, E., 1985.** *Tecniche dell'oreficeria etrusca e romana, originali e falsificazioni*. Sansoni Editore, Firenze.
- FORMIGLI, E. and HEILMEYER W.D., 1993.** Einige Fälschungen antiken Goldschmucks im 19. Jahrhundert. *Archäologischer Anzeiger* 3: 299-332.
- GUERRA, M.F., 2006.** *Etruscan gold Jewellery Pastiche of the Campana's Collection revealed by scientific Analysis*, in M. Cavallini, G.E. Gigante (ed.), *De Re Metallica*, L'Erma di Bretschneider, Roma, 103-128.
- GUERRA, M.F., 2007.** Examen et analyse élémentaire de quelques bijoux de la collection Campana, in *Les bijoux de la collection Campana*. F. Gaultier, C. Metzger (ed.), Paris, École du Louvre, 145-177.
- MEEKS, N., 2007.** Un collier grec en or ou le pastiche puossé à sa perfection, in *Les bijoux de la collection Campana*, F. Gaultier, C. Metzger (ed.), Paris, École du Louvre, p. 127-144.
- SCOTT, D., 1983.** The Deterioration of Gold Alloys and some Aspects of their Conservation, *Studies in Conservation* 28: 194-203.
- SCOTT, D., 1991.** *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*, Marina del Rey (Cal.), The J. Paul Getty Trust, Los Angeles.

