

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Band:** 62 (1937)

**Artikel:** Etude métallographique de monnaies anciennes d'argent à bas titre  
**Autor:** Jaquerod, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88736>

### **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:** 09.02.2026

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

# Etude métallographique de monnaies anciennes d'argent à bas titre

PAR

A. JAQUEROD

avec la collaboration de H. MÜGELI <sup>1</sup>

---

AVEC 5 PLANCHES DE 2 FIGURES CHACUNE

---

Quelques indications sur la physico-chimie des alliages cuivre-argent sont nécessaires à la compréhension de cet exposé. On trouvera des renseignements beaucoup plus complets, entre autres, dans le tome XII du *Traité de chimie minérale* de Pascal, auquel nous avons fait quelques emprunts.

Le cuivre et l'argent sont complètement solubles l'un dans l'autre à l'état liquide. A l'état solide, par contre, ils présentent une lacune de miscibilité. Les solubilités réciproques indiquées par les divers auteurs varient, mais on peut admettre que la miscibilité du cuivre dans l'argent est de 4,5 % environ; celle de l'argent dans le cuivre de 5,5 %. Il existe en conséquence deux solutions solides homogènes: une solution solide de cuivre dans l'argent chez les alliages riches en ce second constituant; une solution solide d'argent dans le cuivre chez les alliages riches en cuivre.

Un alliage à 72 % Ag + 28 % Cu correspond à l'eutectique, c'est-à-dire à un agrégat de composition bien définie; l'eutectique présente une structure lamellaire.

En dehors des proportions correspondant aux deux solutions solides et à l'eutectique, les alliages seront hétérogènes et contiendront des cristallites de cuivre et d'argent à peu près purs plus ou moins englobés dans l'eutectique.

C'est précisément le cas des alliages constituant les pièces de monnaie examinées. Le cuivre et l'argent y sont pour ainsi dire juxtaposés, formant chacun pour son compte une sorte de réseau à mailles irrégulières; ces deux réseaux sont enchevêtrés l'un dans l'autre.

<sup>1</sup> Nos remerciements vont aussi à M. Cl. Attinger, qui a préparé les surfaces destinées à l'examen métallographique.

Tant que la corrosion ne s'est pas attaquée à ces alliages, ils possèdent une sonorité notable et les pièces jetées sur une table de marbre rendent un son clair. Il n'en est plus de même après une attaque chimique lente, telle qu'il s'en produit sur une pièce enfouie dans le sol. Les acides et corrodants divers du sol s'en prennent essentiellement au cuivre qu'ils transforment en produits de corrosion assez complexes (hydrochlorures, etc.). Ces produits sont en général très apparents sur les pièces corrodées; ils forment un enduit verdâtre plus ou moins abondant. Si l'attaque est très poussée, le cuivre disparaît presque complètement et il subsiste, après nettoyage, une sorte de tissu spongieux d'argent; la sonorité disparaît également et les bords de la pièce s'effritent avec une grande facilité. La teneur en argent déterminée par analyse pourra alors varier dans de larges limites suivant la place où aura été fait le prélèvement de l'échantillon.

L'examen micrographique auquel nous avons procédé confirme entièrement ces déductions; il laisse d'autre part constater de curieuses apparences. Cet examen a porté sur les monnaies suivantes :

A. Deniers de Genève, XIII<sup>me</sup> siècle; son mat, métal friable, surtout sur les bords; titre environ  $\frac{330}{1000}$  (deux exemplaires A (1) et A (2)).

B. Denier de Genève, XII<sup>me</sup> siècle; son demi-mat.

C. Denier de Lausanne « au  $\tau$  lunaire », 1316; pièce très bien conservée; son clair, argentin; titre  $\frac{275}{1000}$ .

D. Double Tournois, Philippe le Bel (1285-1314); assez bon état.

Les micrographies reproduites dans les planches portent des indications conformes à la liste ci-dessus. Pour les obtenir, la pièce était tout d'abord sciée ou limée de façon à préparer une section plane dans la région intéressante. On procédait ensuite au polissage qui livrait une surface spéculaire, généralement d'un beau rouge, où des cavités apparaissaient si l'alliage était plus ou moins corrodé. Une attaque chimique appropriée révélait la structure de l'alliage en colorant très diversement le cuivre et l'argent. Les photographies, faites au banc métallographique, comportent divers grossissements que nous indiquons dans chaque cas.

Voyons d'abord les pièces plus ou moins corrodées (A et B):

*Micrographie 1.* — Gr. 100; la coupe est perpendiculaire à la face de la pièce et passe à peu près par le centre.

On reconnaît l'effet d'écrouissage provoqué par le martelage: les cristallites sont orientés en files à peu près parallèles. L'altération profonde des zones extérieures est très visible sur les deux faces; par places, le cuivre fait presque complètement défaut, éliminé par la corrosion. Dans la région centrale, au contraire, l'alliage

est à peu près sain et l'on reconnaît la présence du cuivre (sombre) et de l'argent (clair).

*Micrographie 2.* — Gr. 100; coupe normale à la face comme la précédente, mais dans le bord de la pièce. L'altération de l'alliage apparaît dans toute la section.

*Micrographie 3.* — Gr. 220; cœur de la pièce; alliage à peu près sain. On distingue très bien les deux sortes de cristallites et quelques cavités (en noir) laissées par du cuivre corrodé.

*Micrographie 4.* — Gr. 100; coupe perpendiculaire à la face et passant près du centre. L'alliage est homogène dans toute la section, sauf à la surface; seuls les bords de la pièce (invisibles sur la photographie) sont à peu près dépourvus de cuivre.

Comparons maintenant avec des pièces bien conservées :

*Pièces C et D.* — Pas de corrosion; mais l'inspection à l'œil nu révèle un fait curieux, en relation comme nous allons le voir avec le sujet qui nous occupe : malgré la forte teneur en cuivre, l'aspect de la pièce est presque celui de l'argent pur. Comment l'expliquer?

Nous avons pensé tout d'abord que la pièce avait été argentée de façon à la rendre plus acceptable. Au début du XIV<sup>me</sup> siècle, on ne connaissait pas la galvanoplastie; mais on pouvait songer à un procédé mécanique, grenage à la poudre d'argent par exemple. L'examen microscopique montre qu'il n'en est rien. On pouvait songer à invoquer la migration de l'argent vers la surface par processus de liquation, peu probable il est vrai. L'étude micrographique a montré cette hypothèse intenable. Après divers autres essais d'interprétation, nous sommes arrivés à la conclusion que cet éclat argentin est dû à une légère corrosion superficielle.

Les alliages de cuivre et d'argent sont d'un beau rouge pour de faibles teneurs en argent; vers 30% ils deviennent d'un rouge jaunâtre, et enfin blancs vers 50%. Les pièces étudiées, après limage et polissage, sont en effet d'un rouge très net. Cependant la surface polie, attaquée par un acide dilué, même très faible, prend un aspect blanc d'argent.

L'examen microscopique montre que les cristallites d'argent sont laissés intacts par l'acide, alors que ceux de cuivre sont superficiellement corrodés et prennent un aspect noirâtre, de rouges qu'ils étaient. L'absorption sélective du cuivre étant supprimée, la teinte rouge disparaît. A l'œil nu on ne peut percevoir la structure, et l'effet produit en lumière diffuse est le même que pour une surface d'argent un peu mate. Comme on ne remarque pas la diminution d'éclat, la tonalité blanche seule frappe l'observateur.

*Micrographie 5.* — Gr. 220. Elle met assez bien en évidence le phénomène mentionné ci-dessus. La partie gauche est naturelle après le polissage préparatoire; la partie droite a été soumise durant six heures à l'action du vinaigre. Les couleurs manquent

sur la reproduction; il est pour cette raison assez malaisé de se représenter que cette partie droite, à l'œil nu, paraît d'un blanc d'argent en lumière diffuse. La partie gauche, au contraire, grise sur le cliché, est d'un beau rouge.

On voit donc qu'un séjour de quelques heures dans du vinaigre suffit pour provoquer le changement d'aspect. Le vinaigre, connu de toute antiquité, servait-il peut-être aux seigneurs des XII<sup>me</sup> et XIII<sup>me</sup> siècle à blanchir les deniers à faible teneur en argent qu'ils frappaient, et à leur donner ainsi un aspect un peu plus riche?... Une lente oxydation à l'air a pu, il est vrai, produire sans « truquage » le même résultat.

*Micrographie 6.* — Gr. 100; coupe perpendiculaire à la face. La structure est partout pratiquement intacte. L'effet d'écrouissage est rendu très frappant par l'orientation des cristallites d'argent; on a l'impression d'une bande laminée dans laquelle le flan aurait été découpé. L'écrouissage dû à la frappe se remarque également très bien.

La perte de cuivre par corrosion doit pouvoir être mise en évidence au moyen de coupes parallèles à la face de la pièce. On doit s'attendre, dans ce cas, à trouver un alliage d'autant plus sain que cette coupe pénètre davantage à l'intérieur du métal; les parties en relief, par conséquent, doivent, après élimination à la lime, laisser voir un alliage beaucoup plus sain, donc plus riche en cuivre, que les parties en creux pour lesquelles la couche protectrice était plus mince. C'est ce que nous avons cherché à mettre en évidence en traitant la pièce A (second échantillon); les prévisions se sont parfaitement vérifiées, comme en témoignent les photographies suivantes, qui décèlent même des apparences assez inattendues.

*Micrographie 7.* — Gr. 4; pièce simplement nettoyée, puis chauffée pour oxyder le cuivre. On reconnaît les plages riches en cuivre par la teinte plus sombre.

*Micrographie 8.* — Gr. 4; la pièce a été limée, de façon à obtenir une section plane atteignant le fond du relief, puis adoucie au papier d'émeri. Les plages riches en cuivre sont beaucoup plus importantes, car on a atteint le métal sain, du moins sous la croix et les caractères en relief; les parties blanches sont riches en argent (corrosion). Le dessin apparaît très nettement en deux tons alors que tout relief a disparu.

*Micrographie 9.* — Gr. 220; structure de l'alliage au centre de la pièce (partie saine); la répartition des cristallites permet d'évaluer la teneur de l'alliage : environ  $\frac{1}{3}$  d'argent et  $\frac{2}{3}$  de cuivre.

*Micrographie 10.* — Gr. 4; la section, tout à fait lisse, passe maintenant par le cœur de la pièce. Le cuivre est présent norma-

lement presque partout, sauf sur les bords où l'on reconnaît encore des traces du dessin; la teneur en argent est riche sur les bords et l'on a l'impression d'avoir atteint les zones corrodées de la face postérieure de la pièce.

Cette analyse nous paraît expliquer de façon complète les différences de titre constatées par les chimistes chez les monnaies anciennes d'argent à bas titre: le chimiste, désireux de respecter une pièce, prélève un minime échantillon, généralement sur les bords; il peut trouver à peu près n'importe quoi entre le titre de l'alliage primitif et l'argent presque pur.

Nous espérons avoir répondu à la question posée par M. Jean-prêtre, et découvert en cours de route quelques faits nouveaux et intéressants.

Institut de Physique de l'Université de Neuchâtel.

Manuscrit reçu le 16 février 1937.

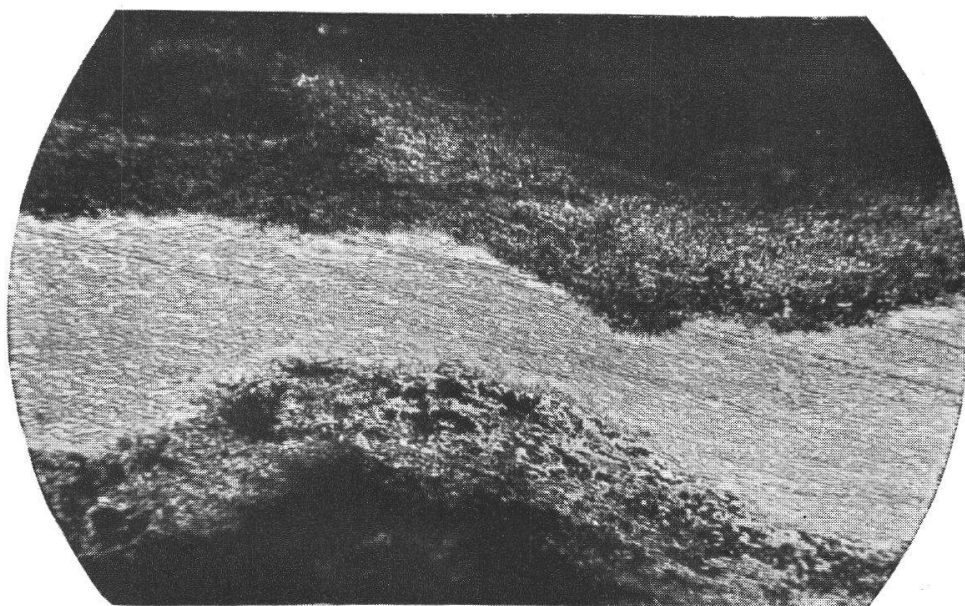
Dernières épreuves corrigées le 14 octobre 1937.

---

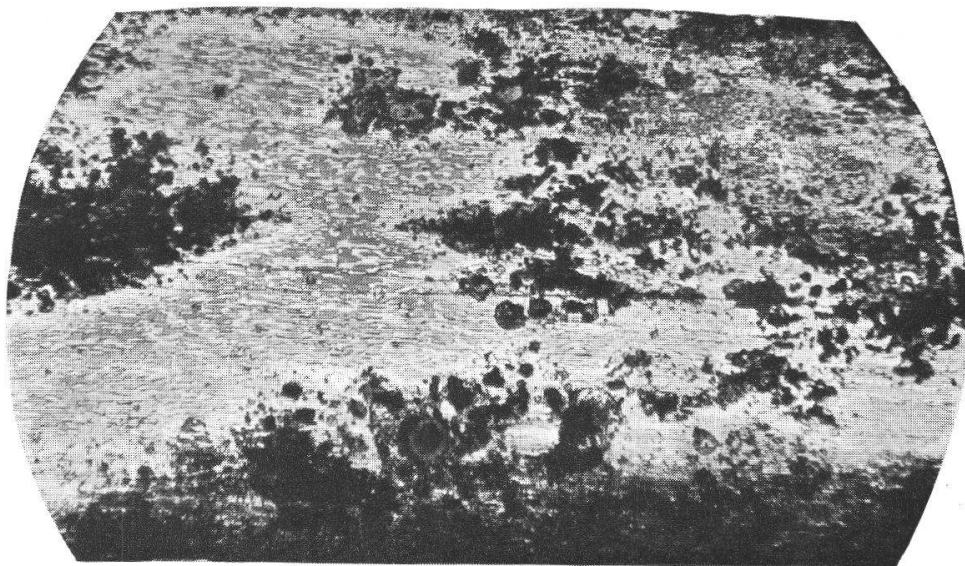




PLANCHE I



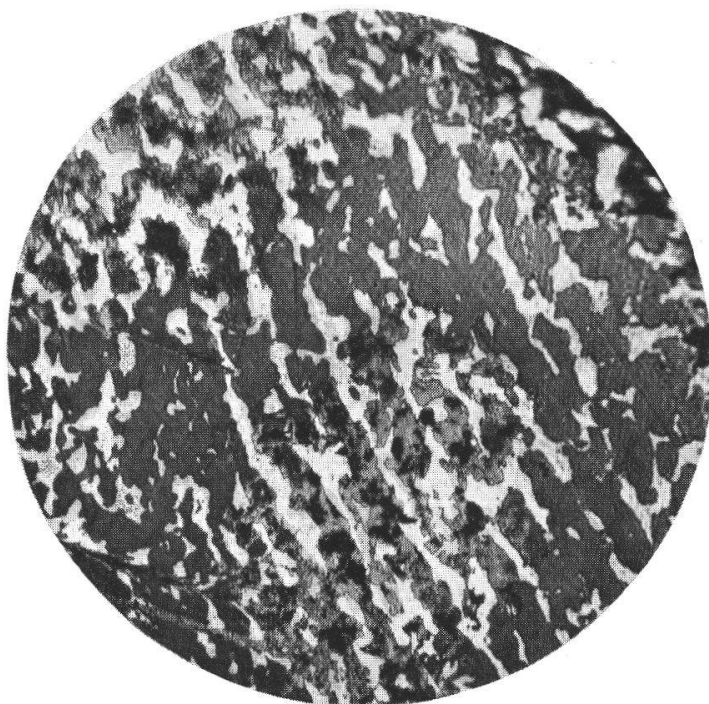
1. Pièce A (1).



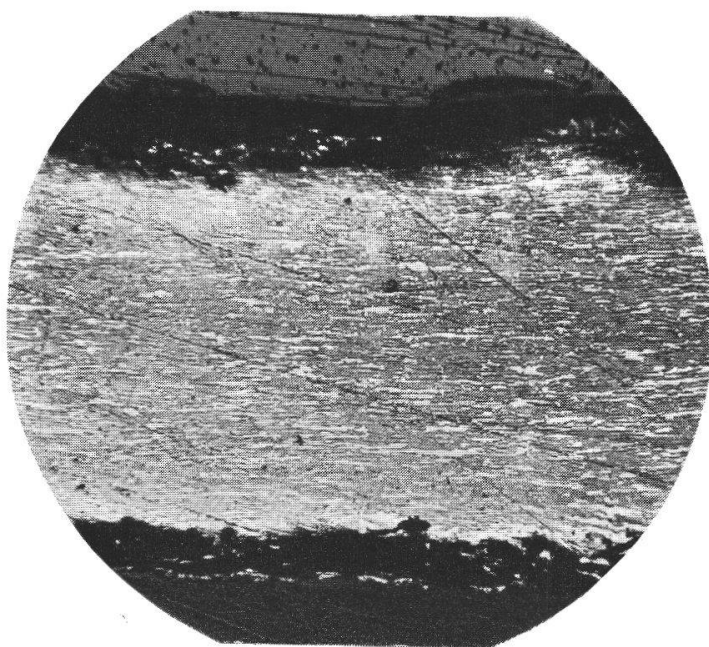
2. Pièce A (1).



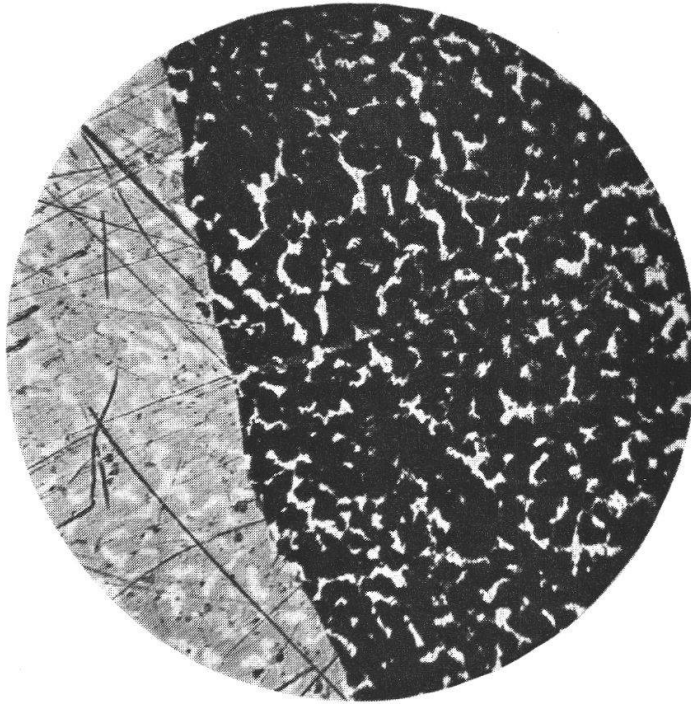
PLANCHE II



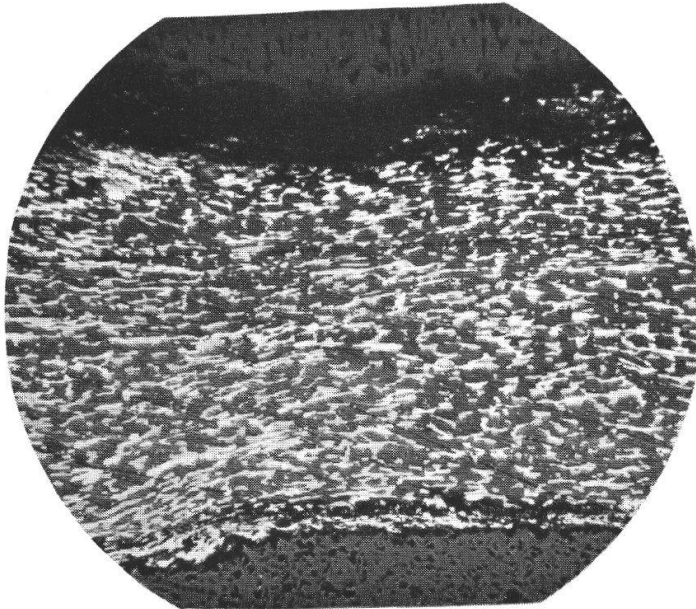
3. Pièce A (1).



4. Pièce B.



5. Pièce D.



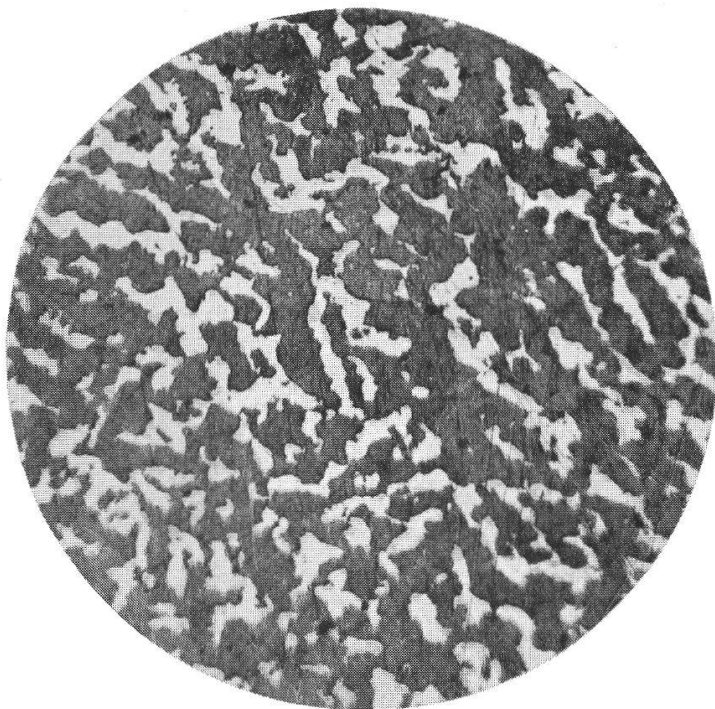
6. Pièce C.



7. Pièce A (2).



8. Pièce A (2).



9. Pièce A (2).



10. Pièce A (2).