HAL
open science

L'essai des minerais au XVIe siècle: l'exemple des minerais d'argent dans le livre VII du De re metallica de Georgius Agricola

Joseph Gauthier

▶ **To cite this version:**

Joseph Gauthier. L'essai des minerais au XVIe siècle: l'exemple des minerais d'argent dans le livre VII du De re metallica de Georgius Agricola. Projet européen Agricola. Quand l'Europe inventait les machines, 2007. hal-01998199

HAL Id: hal-01998199

https://hal.science/hal-01998199v1

Submitted on 8 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ESSAI DES MINERAIS AU XVIÈME SIÈCLE : L'EXEMPLE DES MINERAIS D'ARGENT DANS LE LIVRE VII DU DE RE METALLICA DE GEORGIUS AGRICOLA

GAUTHIER Joseph
L'Aulnerais
35490 GAHARD

Université Paris I

Résumé :

L'essai des minerais est une étape essentielle de l'exploitation minière. Il consiste en l'analyse quantitative de la teneur en métal d'un minerai et est présent à plusieurs moments du processus de production du métal. L'essor minier des XVe et XVIe s. européens provoque de nombreuses avancées dans la maîtrise de cette technique. Son importance explique sa large documentation par les traités métallurgiques du XVIe s., dont le *"De Re Metallica" d'Agricola*, qui y consacre un livre. Cependant, les données archéologiques sont ténues et proviennent aussi d'autres domaines de la petite métallurgie (alchimie et essai des métaux). Les confronter avec les sources écrites, nous mène à une connaissance plus précise des techniques d'essai, de leur évolution et de leurs contextes.

Summary :

Assaying ores is an essential stage of mining. It consists in the quantitative analysis of the metal content in an ore and is present at several moments of the metal production process. The XVth and XVIth c. mining rise in Europe causes many projections in the control of this technique. Its importance within the mining venture explains its broad documentation by the XVIth c. metallurgical treatises, whose Agricola's *"De Re Metallica"* which devotes one chapter to it. Nevertheless, the archaeological data are thin and also come from other fields of small metallurgy (alchemy and metal assays). To compare it with written sources conduct to a more accurate knowledge of the assay techniques, their evolution and their context.

Projet européen Agricola, octobre 2006 - octobre 2007.

Le livre VII du "De Re Metallica" de Georgius Agricola, publié chez Froben à Bâle en 1556, un an après la mort du médecin saxon, constitue une parenthèse dans le suivi de la chaîne opératoire de production des métaux énoncée par l'auteur. Le livre en question est consacré aux essais, des substances minérales et métalliques. L'essai constitue un élément essentiel au sein de l'entreprise minière. L'analyse des minerais à petite échelle, permet en effet, de juger de l'exploitabilité d'une zone minéralisée, en indiquant le profit réalisable lors de son exploitation. Il contribue donc à l'évaluation du risque, et peut décider de l'exploitation d'un chantier. L'essai est également présent lors de la vente des minerais par le mineur, à un complexe minéralurgique et/ou métallurgique.

Les techniques servant à acquérir cette indispensable connaissance du bénéfice réalisable sur un chantier minier, sont très peu connues pour la période médiévale. Les sources, tant historiques, qu'archéologiques, sont rares. Au XVIème siècle, les contextes économiques et intellectuels européens (boom minier, commerce de l'argent, humanisme, imprimerie) provoquent une évolution sans précédent des techniques minières et métallurgiques, qui s'accompagne de parutions de nombreux traités techniques. Parmi cette impressionnante littérature technique, des ouvrages se démarquent, leur qualité ayant entraîné un vif succès auprès du public, puis un fort intérêt de la part d'historiens depuis le début du XXème siècle. Le *"De Re Metallica"* de Georgius Agricola en est le parfait exemple. L'étude des techniques d'essai des minerais au XVIème siècle y trouve donc d'amples renseignements. Comparés aux autres traités, sources d'archives et données archéologiques, ils nous permettent d'obtenir une vision assez large d'une technique et de ses conditions de mise en œuvre.

"De Re Metallica", livre VII [1]:

Le travail d'Agricola, comme la Pirotechnia de Vannoccio Biringuccio et le Schwazer Berbuch, intègrent l'essai des minerais à la chaîne de production qu'ils décrivent. Le livre VII du "De Re Metallica" ne constitue pas un des chapitres les plus importants de l'ouvrage. Il ne comprend que quatorze gravures de tailles petites et moyennes, représentant l'équipement nécessaire à l'essayeur (fig. 1, 2, 3). On constate cependant qu'il s'agit pour l'auteur d'une étape cruciale, mise en avant dès le début de l'ouvrage. Au commencement du livre I du *"De Re Metallica"*, Agricola met en avant la connaissance des techniques d'essai comme indispensable au succès d'une entreprise minière. Il explique les insuccès et les faillites par l'absence de la pratique de l'essai des minerais. Cette technique fait en effet pour lui la différence entre le bon et le mauvais mineur, celui qui sera récompensé de ses efforts, et celui qui critiquera l'art minier comme ne reposant que sur le hasard et la chance : *« […] combien un mineur cultivé et expérimenté diffère d'un autre ignorant et incompétent en cet art. Le dernier extrait le minerai sans aucune précaution de tri, alors que le premier l'essaie et en fait l'épreuve, et quand il trouve des veines ou trop étroites et dures, ou trop larges et légères, il en conclut qu'elles ne peuvent être exploitées avec profit, et ainsi ne travaille que sur celles qui se révèlent être bonnes. »*[4]. Ainsi, l'essai des minerais limite le risque lié à l'entreprise minière. Cet avertissement envers les possibles pertes occasionnées par une exploitation est ressassé au début du livre VII : *« Si ces tests n'ont pas été effectués avec attention avant la fonte des minerais, le minerai ne peut être fondu sans une grande perte pour les propriétaires […] »* [5]; et, plus loin : *« […] s'ils ne sont pas portés à utiliser l'essai, ils peuvent, comme je l'ai déjà dit, parfois fondre le métal à partir du minerai avec perte ou quelque fois sans profit […] »*[6]. L'analyse de la valeur d'un minerai mise en regard des frais liés à sa transformation à grande échelle, s'avère donc bien être pour le médecin saxon un élément fondamental de toute entreprise minière.

L'essai remplit différents rôles selon Agricola : *« Par des tests de cette sorte les mineurs peuvent déterminer avec certitude si le minerai contient du métal ou non ; ou si cela a déjà été montré que le minerai contient un ou plusieurs métaux, le test indique si c'est en grande ou petite quantité ; les mineurs établissent aussi par de tels tests la méthode par laquelle le métal peut être séparé de cette partie du minerai qui en est dépourvu ; et de plus, par ces tests, ils déterminent cette partie dans laquelle il y a plus de métal de cette partie dans laquelle il y en a moins. »*[7]. Le placement du livre sur les techniques d'essai à la suite de ceux sur les techniques d'extraction révèle bien leur proximité. Pour Agricola, l'essai se situe en relation avec l'extraction. Il a plus un caractère prospectif que commercial, aspect qui peut se voir dans

d'autres sources qui placent l'essai des minerais principalement au moment de la vente des minerais [8]. Pour Agricola, l'essai des minerai s'intègre donc d'abord au chantier d'extraction, mais aussi au stade métallurgique puisque c'est selon lui un indicateur de la méthode à employer pour la fonte du minerai à grande échelle. L'essai a donc plusieurs rôles, destinés à effectuer d'une part un calcul de rentabilité, mais permettant aussi une appréhension du minerai d'un point de vue exclusivement technique.

Le choix du placement des techniques d'essai dans la composition de son traité s'avère être un élément problématique pour l'auteur. En effet, l'essai des minerais est la transformation, à petite échelle, d'un échantillon. Elle met ainsi en jeu à la fois des techniques extractives, des techniques minéralurgiques et des techniques métallurgiques. Or, la logique du *"De Re Metallica"* est de suivre le processus de production des métaux, en faisant se succéder les livres, à la manière des diverses opérations mises en œuvre. Il en résulte une difficulté pour l'auteur à placer les techniques d'essai, difficulté qui entraîne une ambiguïté mettant à mal la clarté du discours d'Agricola. En effet, l'essai, dans un but de calcul de rentabilité préalable à l'exploitation d'un filon, tel que nous le présente Agricola, est chronologiquement le premier moment de la chaîne opératoire à avoir recours à l'extraction, la minéralurgie et la métallurgie. L'auteur fait le choix de placer les techniques d'essai à la suite des techniques d'extraction et avant le livre VIII qui concerne les techniques de préparation des minerais. La confusion est alors perceptible lorsqu'il aborde la préparation des échantillons dans le livre VII, passage obligé pour pouvoir les essayer. Il passe très vite sur ce point, indiquant rapidement si oui ou non les minerais doivent être préparés, mentionnant les noms des techniques utilisées, et renvoyant pour de plus amples renseignements au livre suivant [9]. Le livre sept, consciencieusement placé à ce stade du discours par Agricola, entretient une autre ambiguïté : la proximité des techniques d'essai des minerais et de celles d'essai des métaux poussent en effet l'auteur à les présenter dans le même livre, rompant alors franchement avec la logique générale mise en œuvre pour la construction du discours du *"De Re Metallica"*.

Les techniques d'essai dans le livre VII du "De Re Metallica" :

Les techniques d'essai des minerais argentifères chez Agricola sont à peu de choses près les mêmes que celles décrites par Vannoccio Biringuccio et Lazarus Ercker[10]. L'échantillon de minerai, préparé en fonction d'une évaluation à l'œil de sa qualité, pesé, fait l'objet d'une transformation métallurgique en deux temps. Il subit d'abord une fusion plombeuse : il est réduit, dans un scorificatoire, sous un moufle, pour les minerais de plomb ou les minerais d'argent ; ou au creuset triangulaire, dans un foyer ouvert, pour les minerais de cuivre. Le but étant de recueillir l'argent dans un régule de plomb. La seconde étape est la coupellation de cet alliage plomb argent, afin d'obtenir un bouton d'argent fin. Ce bouton est alors précisément pesé, ce qui permet de calculer la teneur en métal précieux du minerai.

Les méthodes de scorification varient selon les minerais essayés. Le critère principal pris en compte selon Agricola, est la fusibilité du minerai, qui définit le degré de préparation des minerais et le nombre de scorifications nécessaires (une ou deux), ainsi que la méthode à employer. L'échantillon est en effet réduit avec l'aide de réactifs, dont le rôle peut être de quatre sortes : aider le minerai à fondre ; provoquer la séparation des éléments impurs du métal ; empêcher le métal contenu dans le minerai de se consumer ou de s'évaporer ; absorber les métaux[11]. Pour ce dernier rôle, il s'agit bien entendu de l'additif plomb, ajouté à tous les minerais, afin de permettre la production d'un régule[12]. Il doit évidemment être pur ou, à défaut, faire l'objet d'un essai préalable pour pouvoir déduire du résultat sa teneur en argent. Pour les autres réactifs, Agricola les énumère et donne des méthodes pour les préparer et des indications pour les doser. Agricola met à ce propos en garde le lecteur : les fondants peuvent être des matières coûteuses que l'on peut se permettre d'ajouter lors d'une réduction à petite échelle, mais dont l'utilisation en grand peut poser problème.

La coupellation, dont la difficulté est bien exprimée, doit faire l'objet d'une attention particulièrement soutenue : *« […] il lui est nécessaire* [à l'essayeur] *de regarder fréquemment à l'intérieur avec attention pour tout prendre en compte. »*[13]. Le bouton de plomb argentifère est placé dans la coupelle qui est mise sous le moufle. Le plomb

s'oxyde petit à petit et est absorbé par la coupelle de cendres, entraînant avec lui les éventuelles impuretés encore présentes. Le plomb doit être ajouté en aussi grande quantité que nécessaire. Agricola conseille de coupeller deux ou trois boutons provenant d'un même échantillon pour parer à tout accident. La réussite de cette opération devait ainsi être loin d'être systématique.

Essai et littérature technique au XVIème siècle :

Le livre VII du *"De Re Metallica"* peut être replacé dans l'ensemble de la littérature technique du XVIème siècle relative à l'essai. Une série de petits traités des essais (Probierbüchlein), dont la première édition n'est pas datée, paraissent régulièrement du début à la fin du siècle (fig. 4, 5). Ils se copient plus ou moins, réunissant un savoir concernant les techniques d'essai des minerais et des métaux, sous forme de courts énoncés techniques. En 1540, *la Pirotechnia* de Vannoccio Biringuccio (fig. 6), dans une démarche allant déjà dans le sens de l'œuvre d'Agricola, consacre en théorie un livre aux essais (le livre III). On y trouve en fait d'autres informations, et les données sur l'essai sont assez éparpillées dans un texte qui suit une logique mettant peu de distance entre la pratique et l'écrit. Dans la lignée du traité de Biringuccio, l'essai se retrouve largement développé dans le *"De Re Metallica"* d'Agricola et fait l'objet de mentions rapides dans le *Schwarzer Bergbuch*. Au croisement des démarches mises en œuvre par ces grands traités et par la série de *Probierbüchlein* se trouve le travail le plus complet sur l'essai que le XVIème siècle a produit : *le Beschreibung Allerfurnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks arten...* (Traité sur l'essai et les minerais) de Lazarus Ercker (fig. 7), paru à Prague en 1574, fait suite à un Probierbüchlein manuscrit de 1556[14]. D'autres auteurs, suivant le modèle des Probierbüchlein, s'en démarquent par une œuvre plus originale, à la manière d'Ercker, sans pour autant faire preuve de la même maîtrise de l'art[15].

Les autres grands traités métallurgiques du XVIème siècle présentent des techniques d'essai relativement proches de celles décrites par Agricola. Les minerais argentifères sont soumis aux mêmes opérations métallurgiques. Il est étonnant de constater chez Biringuccio, comme chez Ercker, la même absence d'indications relatives aux prélèvements d'échantillons que l'on trouve chez Agricola. Les techniques de préparations sont également très peu abordées par les trois auteurs. L'équipement de l'essayeur reste globalement le même, les traités offrant une plus importante diversité avec le temps (fig. 8, 9, 10). Agricola introduit le scorificatoire, absent de *la Pirotechnia* de Biringuccio. Une évolution notable des techniques de scorification au cours du XVIème siècle est le nombre de fondants utilisés : le *Probierbüchlein* ne cite que huit fondants, là où Biringuccio énumère une quinzaine de réactifs et où Agricola n'en liste pas moins de dix-huit. Ercker n'en utilise lui que deux[16]. Agricola est beaucoup plus précis que Biringuccio quant à l'utilisation des fondants, leur préparation, et leur dosage. L'inconvénient de ce discours, certes organisé, réside néanmoins dans le fait qu'il s'agisse au final d'un froid catalogage. En observateur, non spécialiste des techniques qu'il décrit, Agricola ne peut faire état de recherches de laboratoire limitant les substances additionnelles au strict minimum, tel que le fait Ercker. Le fait qu'Agricola ne soit pas praticien se ressent en effet beaucoup. La précision des données qu'il fournit contraste fortement avec le pragmatisme qui caractérisait le texte de Biringuccio. A aucun moment, Agricola ne laisse place à l'expérience, qui est le propre de l'essai. Il l'introduit comme une recherche de procédé, mais décrit minutieusement la marche à suivre. Son livre donne l'impression qu'une solution est déjà trouvée pour chaque minerai. Il s'agit de fait, de techniques en place que le médecin a observées et s'est fait décrire, sans saisir cependant l'essentiel de la démarche de l'essayeur, l'adaptation permanente dont il doit faire preuve, qui est saisissable à la fois dans l'imprécision de Vannoccio Biringuccio et dans l'exhaustivité de Lazarus Ercker.

L'étude comparée des divers écrits témoignant de la pratique de l'essai des minerais au XVIème siècle, permet ainsi d'aborder ce moment technique sous divers angles. On constate dans ces traités, que la démarche générale de l'essai reste la même tout au long du siècle. Les buts recherchés sont similaires et rien ne vient révolutionner la chaîne opératoire de l'essai. On constate cependant une nette évolution dans la maîtrise des

différentes méthodes d'essai. Cette évolution est difficile à caractériser, étant données les situations forts différentes des auteurs. Il n'est pas aisé d'attribuer une différence technique à l'évolution chronologique ou à un point de vue particulier. Le recours à l'archéologie peut être une solution pour tenter de comprendre les techniques d'essai dans leur réalité historique. Le mobilier connu relatif à ce domaine est cependant rare. Les foyers sont très difficilement identifiables (fig. 11). Quelques artefacts céramiques et des coupelles sont connus (fig. 12, 13). Ainsi, dans le but de développer cette approche complémentaire de l'étude historique, nous envisageons d'essayer d'étendre le corpus d'objets archéologiques liés aux essais des minerais, et de procéder à des expérimentations qui, basées sur les données historiques et archéologiques, nous permettront d'y porter un regard nouveau.

Ainsi, l'essai des minerais, dont nous avons constaté l'importance au sein de l'entreprise minière, fait l'objet d'un nombre d'écrits remarquables au XVIème siècle. Georgius Agricola dans son *"De Re Metallica"* y consacre un livre entier, qui décrit avec précision la démarche à adopter. On comprend que l'essai est un moment à part dans la chaîne opératoire de production des métaux. L'originalité de ce livre au sein du *"De Re Metallica",* montre bien que nous avons ici à faire à ce que l'on peut appeler un nœud technique. La réduction en art de cette technique de précision par Agricola, clarifie le domaine de la petite métallurgie, permettant ainsi aux essayeurs d'innover à partir d'un terrain stable. Dans sa présentation organisée des techniques d'essai, Agricola insiste beaucoup sur la rigueur dont elles doivent faire l'objet. Les balances de précision sont évoquées en fin de livre, ainsi que les divers systèmes de poids permettant à l'essayeur de faire ses calculs de manière exacte où qu'il se trouve (fig. 14, 15). On décèle bien là, un domaine technique particulier, dont la finesse entraîne des recherches de précision qui préparent le terrain de la chimie moderne. Cet ultime développement sur les systèmes de pesée, ancre également l'essai dans sa dimension commerciale, dont Agricola parle peu. L'essai des minerais est en effet la passerelle entre l'univers technique de la mine et de la métallurgie et celui, financier, du commerce du métal blanc. La dynamique du marché européen de l'argent au XVIème siècle aura en effet provoqué le développement des techniques de petite métallurgie, si ce n'est encore celle d'analyse chimique, via les essais de minerais et de métaux.

NOTES :

1 : Nous avons travaillé principalement à partir de la traduction anglaise de H. C. et L. H. HOOVER (Londres, 1912), et de la version originale en latin disponible sur le site du projet archimedes.

2 : BIRINGUCCIO, Vannoccio, De la pirotechnia, Venise, 1540 ; réed., trad. STANLEY, C.S. et GNUDI, M. T., The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio, The classic sixteenth-century treatise on metals and metalllurgy, Dover Publications, New York, 1943, reed.1990, 477 p.

3 : Anonyme, Schwazer Berbuch, 1556.

4 : AGRICOLA, Georgius, "De Re Metallica", éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 5.

5 :Idem, p. 219.

6 : Ibidem, p. 221.

7 : Ibid., p. 219.

8 : PRECHTER, Wilhel, Rapport bref, médiocre et simple sur la louable activité minière…, FLUCK, Pierre (trad. et éd.), « Rapport de Guillaume Prechter sur les mines du Val de Lièpvre, coté Alsace, 1er octobre 1602 », dans Société d'histoire du Val de Lièpvre, neuvième cahier, 1974, p. 98.

9 : AGRICOLA, Georgius, "De Re Metallica", éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 231-232.

10 : ERCKER, Lazarus, Beschreibung Allerfurnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks arten..., Prague, 1574 ; réed., trad. SISCO, A.G., SMITH, C.S., Lazarus Ercker's treatise on ores and assaying, The University of Chicago Press, Chicago, 1951, 359 p.

11 : AGRICOLA, Georgius, "De Re Metallica", éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 233.

12 : « […] indique quel fondant est nécessaire en plus du plomb », Idem, p. 239.

13 : Ibidem, p. 241.

14 : ERCKER, Lazarus, « Das Kleine Probierbuch », manuscrit, 1556, dans BEIERLEIN, Paul Reinhard, WINKELMANN, Heinrich (éd.), Drei Schriften, traduction en allemand et fac simile, Bochum, 1968, 335 p., p. 9-214.

15 : LOCHNER, Zacharias, Probirbüchlein, Math. Francke, Augsburg, 1546 ; SCHREITMANN, Cyriacus, Probierbüchlein Fremde und subtile Kunst, écrit dans les années 1550 ; première édition Frankfurt, 1578 ; FACHS, Modestin, Probierbüchlein darinn gründlicher Bericht, écrit vers 1569, première édition par Ludwig Fachs, Frankfurt, 1595 ; ZIMMERMANN, Samuel, Probirbuch, Augsburg, 1573.

16 : De La Pirotechnia : marbre, verre dépoli, plomb, galène, litharge, écailles de fer, scories, et autres minerais ; borax, salpêtre, ocre, et autres « choses similaires » ; sable blanc et autres pierres de rivières, gravier, calcaire, scories de fer, tronc, verre pilé, sel alcalin, verre, parois de four scorifiées…

17 : "De Re Metallica" : plomb, cinabre, ocre, galène, alcalis, litharge, cuivre, scories, salpêtre, alun, vitriol, sable, tophus, fils de fer, sal artificiosus, argol, acide nitrique, pyrites…

Beschreibung Allerfurnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks arten... : flux noir, verre au plomb.

BIBLIOGRAPHIE :

AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, Bâle 1556, réed. trad. HOOVER, H. C. et HOOVER, L. H., Georgius Agricola, De re metallica, Dover Publications, New-York, 1986, 638 p.
Édition originale consultable sur le site http://archimedes.mpiwg-berlin.mpg.de

ANONYME, Probierbüchlein, réed., trad. SISCO, A.G., STANLEY, C.S., Bergwerk- und Probierbüchlein, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1949, 196 p.

BIRINGUCCIO, Vannoccio, De la pirotechnia, Venise, 1540 ; réed., trad. STANLEY, C.S. et GNUDI, M. T., The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio, The classic sixteenth-century treatise on metals and metalllurgy, Dover Publications, New York, 1943, reed.1990, 477 p.

ERCKER, Lazarus, « Das Kleine Probierbuch », manuscrit, 1556, dans BEIERLEIN, Paul Reinhard , WINKELMANN, Heinrich (éd.), Drei Schriften, traduction en allemand et fac simile, Bochum, 1968, 335 p., p. 9-214.

ERCKER, Lazarus, Beschreibung Allerfurnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks arten..., Prague, 1574 ; réed., trad. SISCO, A.G., SMITH, C.S., Lazarus Ercker's treatise on ores and assaying, The University of Chicago Press, Chicago, 1951, 359 p.

DAHM, Claus, LOBEDDEY, Uwe, WEISGERBER, Gerd (ed.), Der Altenberg, Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland, Band 1, Die Befunde, Dr. Rudolf Habelt GMBH, Bonn, 1998, 267 p.

DÉPREZ-MASSON, Marie-Claude, Technique, mot et image, Le De Re Metallica d'Agricola, Brepols, Turnhout, 2006.

FLUCK, Pierre, BOUVIER, Jean-François, L'habitat de fondeur ou d'essayeur du site "Fassler", Fertrupt (Sainte-Marie-aux-Mines), rapport de sondage, novembre 2006, 22 p.

GARÇON, Anne-Françoise, « Réduire la mine en science… ? Anatomie des De Re Metallica d'Agricola (1530-1556) », texte présenté au séminaire Technologie et « réduction en art » d'Alberti à l'Encyclopédie, Pascal DUBOURG, Hélène VERIN dir., Centre Koyré Paris, années 2002-2003 et 2003-2004, 14 p. A paraître, en version abrégée. Consultable et téléchargeable sur le site http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00003857

GAUTHIER Joseph, L'essai des minerais avant le XVIIème siècle : l'exemple des minerais d'argent ; approches historique et archéologique, mémoire de seconde année de Master, université de Paris I Panthéon Sorbonne, 2007, tapuscrit, 140 p.

GOLDENBERG, Gert, OTTO, Jürgen, STEUER, Heiko, Archäometallurgische Untersuchchungen zum Metallhüttenwesen im Schwarzwald, Jan Thorbecke Verlag, Sigmaringen, 1996, 336 p.

LONG, P. O., « The openess of knowledge : an ideal an dits context in 16th-century writings on mining and metallurgy », dans Technology and culture, vol. 32, n° 2, part 1, avril 1991, University of Chicago Press, p. 318 - 355.

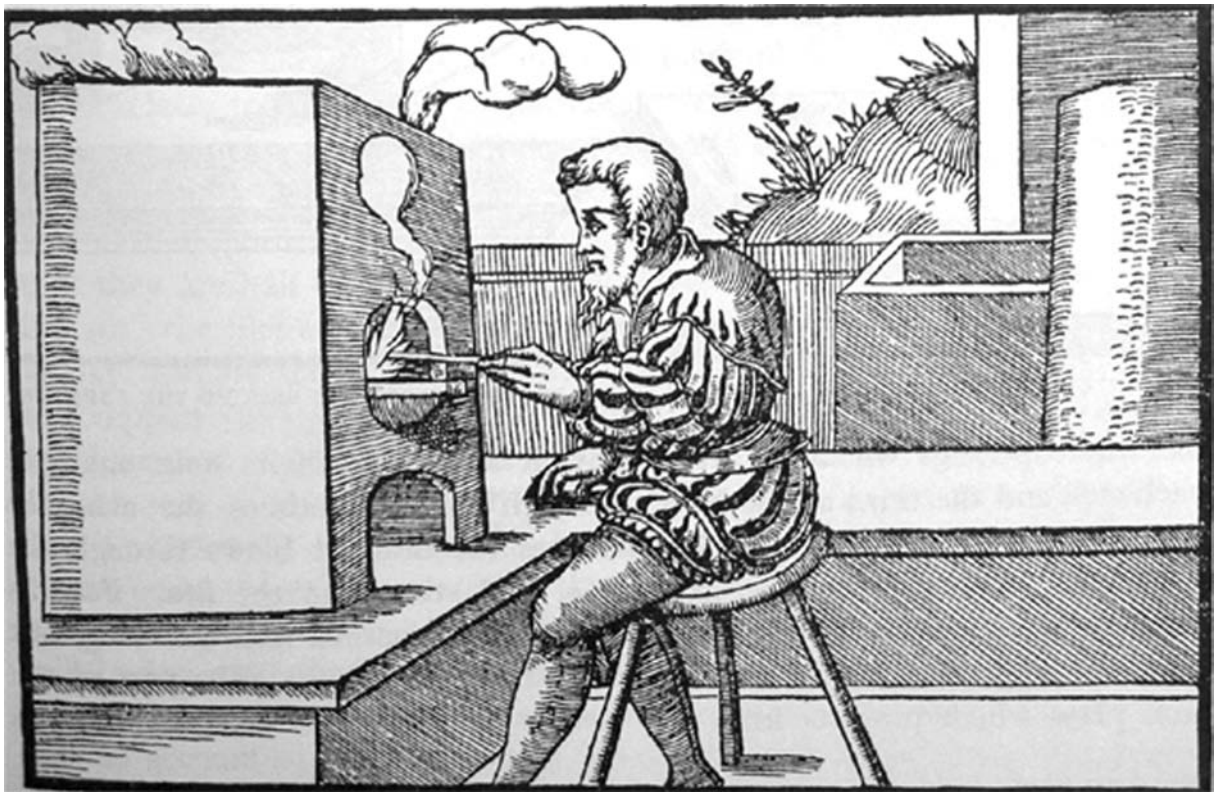


Figure 1 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, Georgius Agricola, De re metallica, Dover Publications, New-York, 1986 (3ème éd.), p. 223, four à moufle rectangulaire.

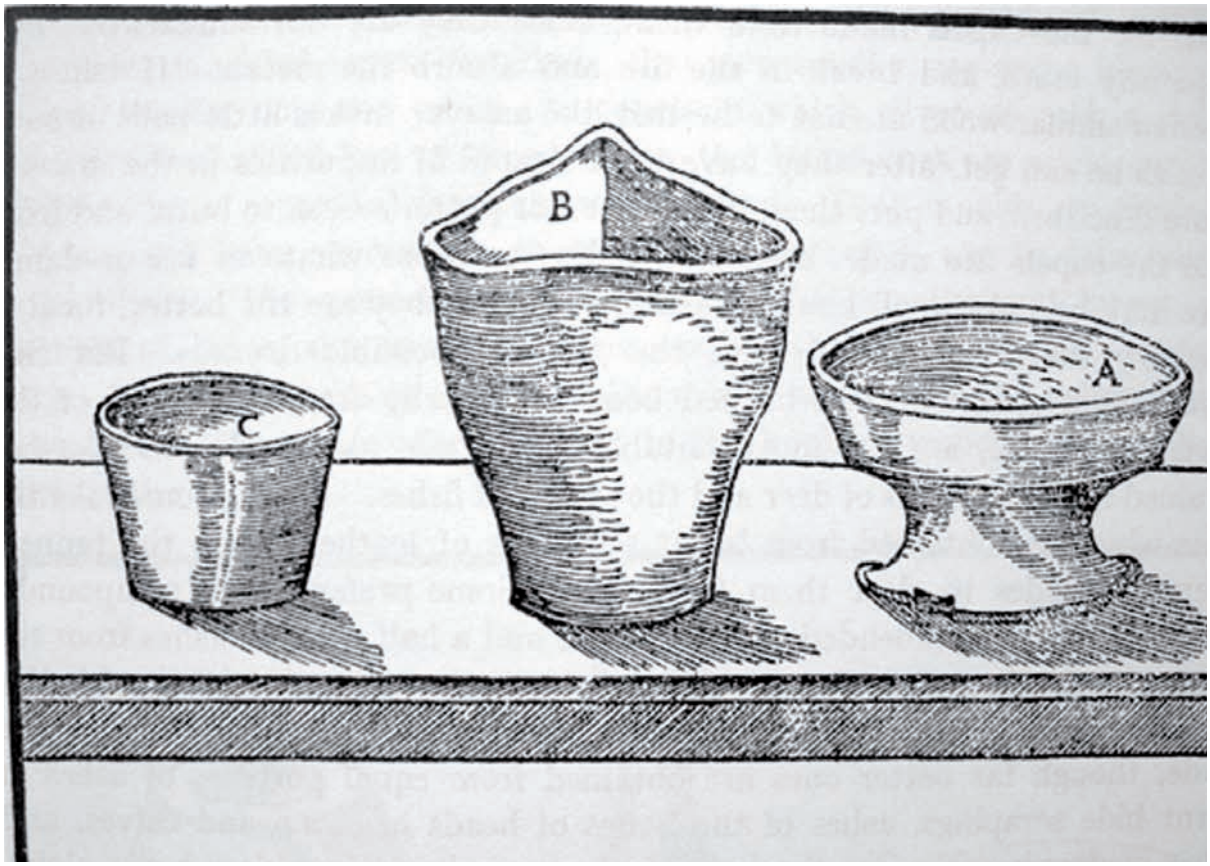


Figure 2 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 229, les contenants pour les essais (« A : scorificatoire ; B : creuset triangulaire ; C : coupelle »).

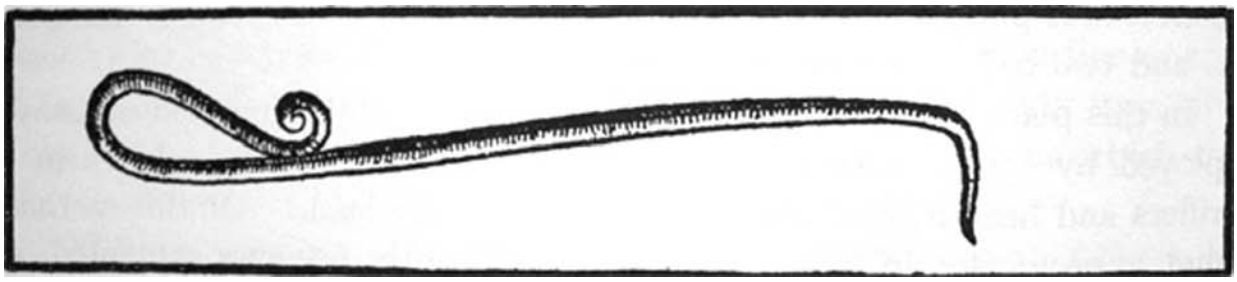
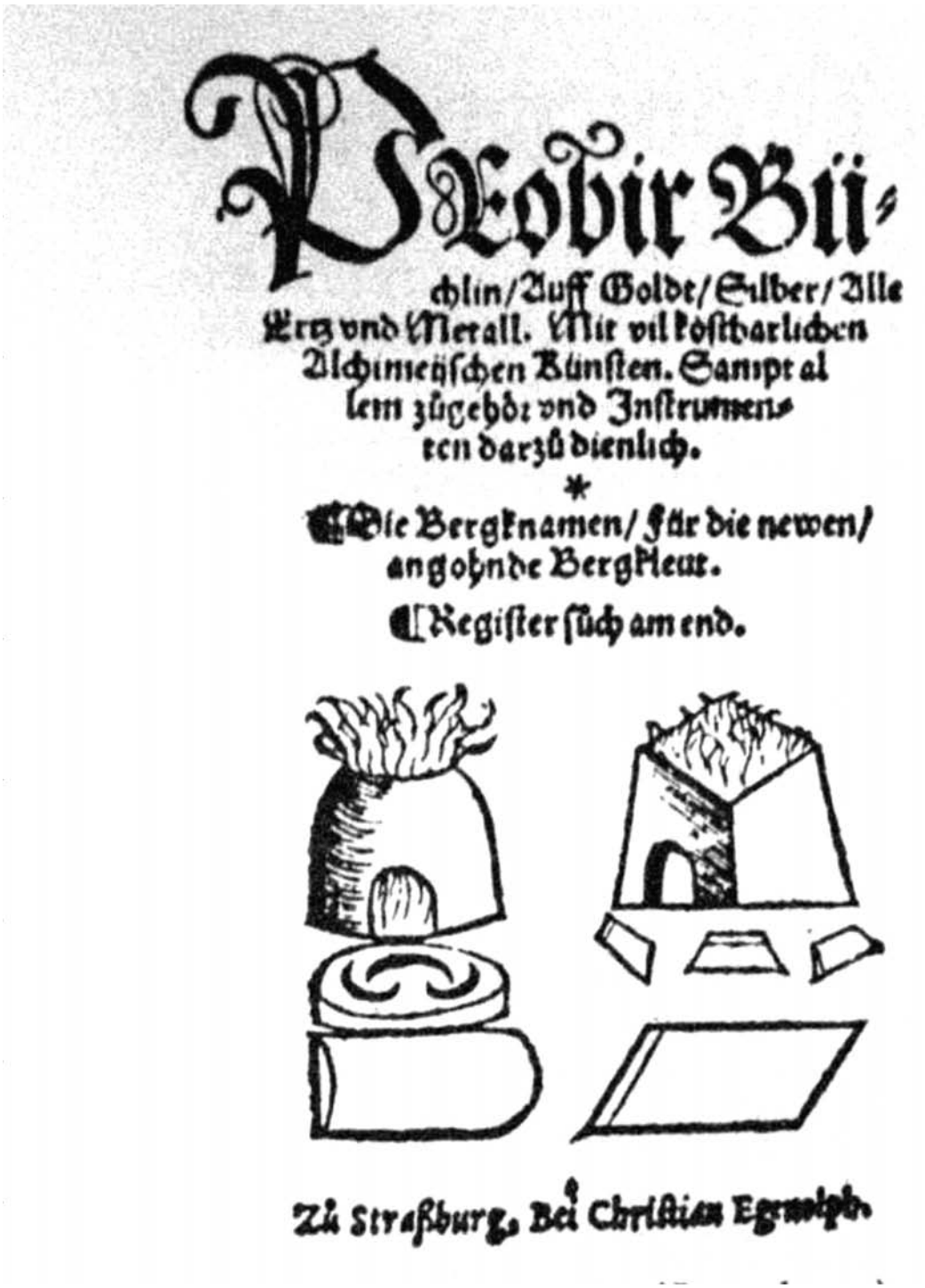


Figure 3 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 240, ringard.

Figure 4 : Anonyme, Probierbüchlein, page titre, édition non datée, Herzog-August-Bibliothek, Wolfenbüttel, dans SISCO, A.G., STANLEY, C.S. (réed., trad.), Bergwerk- und Probierbüchlein, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1949, p. 166.



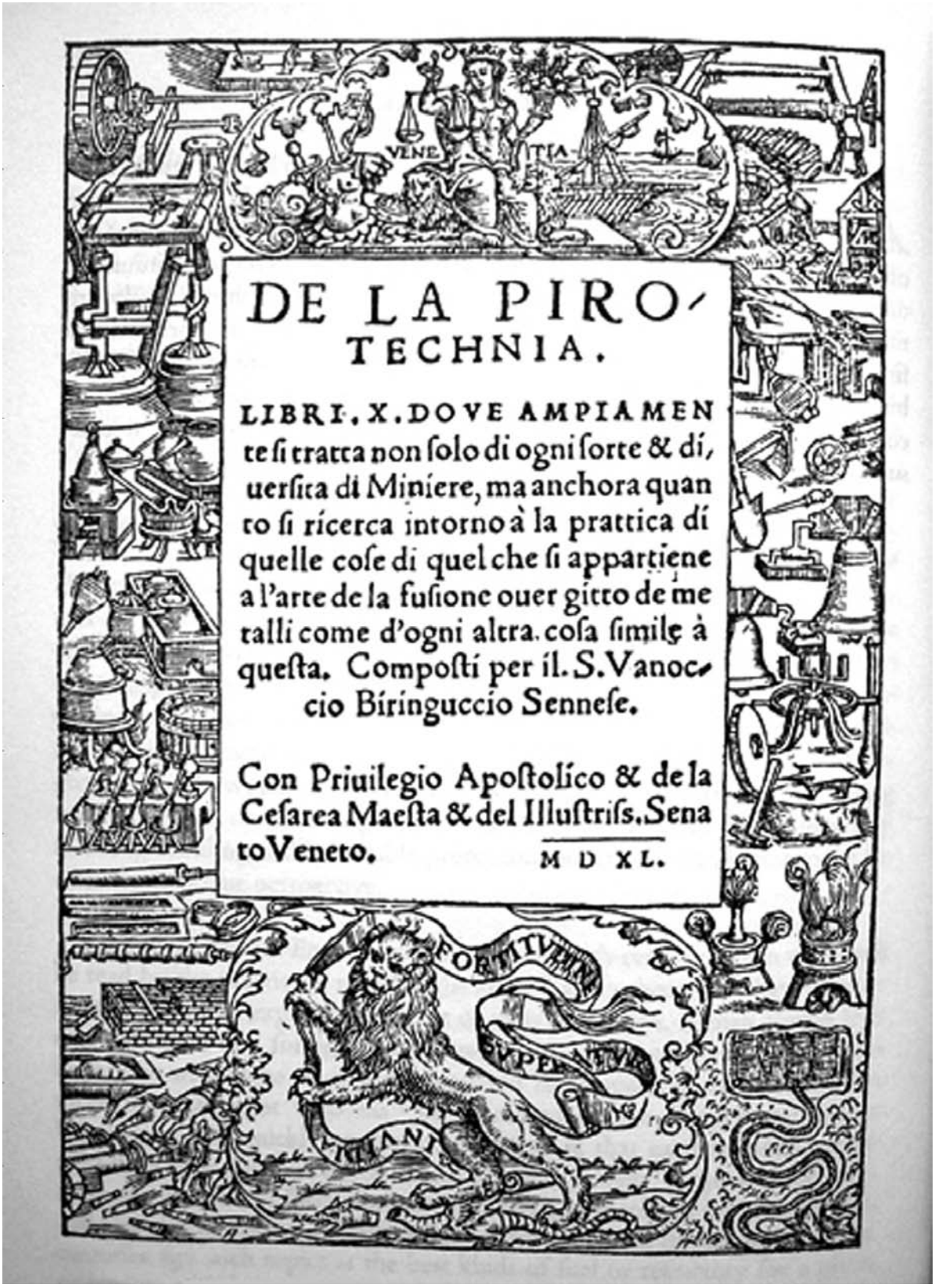
Probir Büchlin/Auff Goldt/Silber/Alle Ertz vnd Metall. Mit vil kostbarlichen Alchimeyischen Künsten. Sampt allem zügehör vnd Instrumenten darzů dienlich.

Die Bergknamen/ für die newen/ angohnde Bergkleut.

Register such am end.

Zů Straßburg. Bei Christian Egenolph.

Figure 5 : Anonyme, Probierbüchlin, Strasbourg, 1530, dans SISCO, A.G., STANLEY, C.S. (réed., trad.), Bergwerk- und Probierbüchlein, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1949, p. 167.



DE LA PIRO-
TECHNIA.

LIBRI. X. DOVE AMPIAMEN
te si tratta non solo di ogni sorte & di,
uersita di Miniere, ma anchora quan
to si ricerca intorno à la prattica di
quelle cose di quel che si appartiene
a l'arte de la fusione ouer gitto de me
talli come d'ogni altra cosa simile à
questa. Composti per il. S. Vanoc-
cio Biringuccio Sennese.

Con Priuilegio Apostolico & de la
Cesarea Maesta & del Illustriss. Sena
to Veneto. M D XL.

Figure 6 : Vannoccio Biringuccio, De la Pirotechnia, page titre, première édition, 1540, dans C. S. SMITH, M. T. GNUDI, The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The classic sixteenth-century treatise on metals and metallurgy, Dover Publications, New York, 1943, reed. 1990, p. xxviii.

Beschreibung:

Allerfürnemisten

Mineralischen Ertzt / vnnd Berck-

wercks arten / wie dieselbigen / vnnd eine jede in sonder-

heit / jrer natur vnd eigenschafft nach / auff alle Metaln Probirt / vnd im

kleinem fewer sollen versucht werden / mit erklerung etlicher fürnehmen nützlichen

Schmeltzwercken im grossen fewer / auch schaidung Golde / Silber / vnnd andere Me-

talln / Sampt einem bericht des Kupffer saigerns / Messing brennens / vnnd Salpeter

siedens / auch aller saltzigen Minerischen proben / vnd was denen allen anhen-

gig in fünff Bücher verfast / Dergleichen zuuorn niemals in Druck kom-

men. Allen liebhabern der Fewer künste / jungen Probirern /

vnnd Berckleuten zu nun / mit schönen Figuren

vñ abriß der Instrument / trewlich vñ

fleissig an Tag geben.

Durch /

Lazarus Erckern.

Mit Röm: Kay: Ma: Gnad vnd Priuilegio.

Figure 7 : Lazarus Ercker, Beshreibung Allerfürnemisten Mineralischen Ertzt unnd Berckwercksarten…, page titre, première édition, 1574, dans SISCO, A.G., et SMITH, C.S., Lazarus Ercker's treatise on ores and assaying, The University of Chicago Press, Chicago, 1951, p. iv.

Figure 8 : Vannoccio Biringuccio, De la Pirotechnia, 1540, f 46v, éd C. S. SMITH, M. T. GNUDI, p. 140, cette gravure est la seule illustration représentant le moufle.

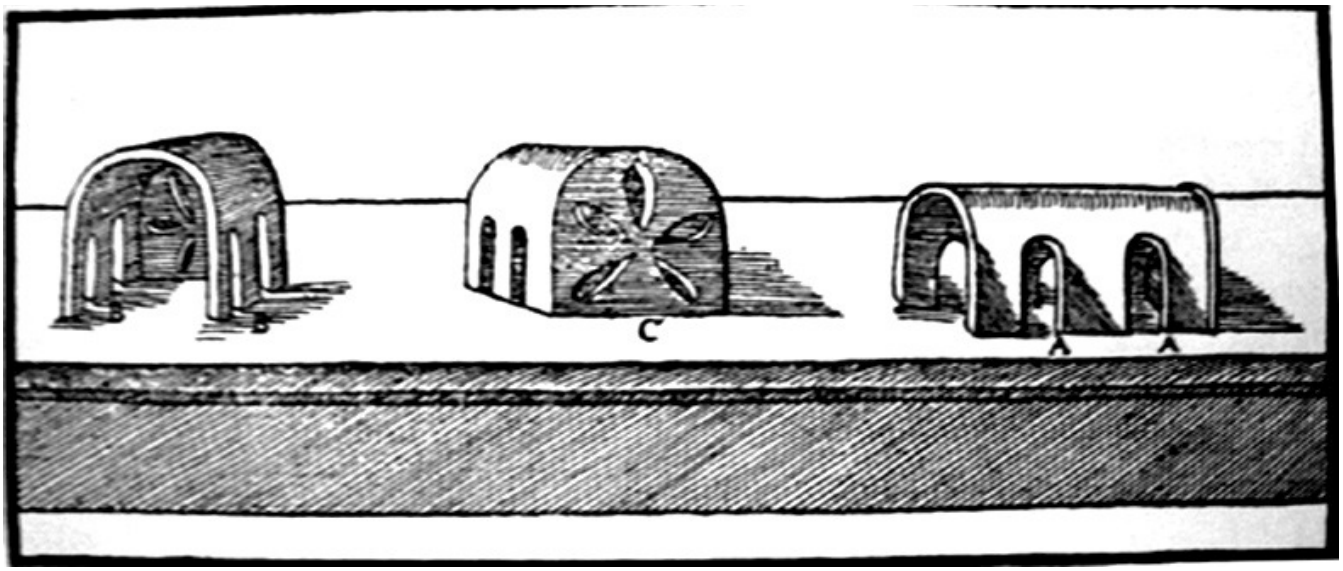


Figure 9 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 227, représentations du moufle (A : fenêtres larges ; B : fenêtres étroites ; C : ouvertures dans le fond).

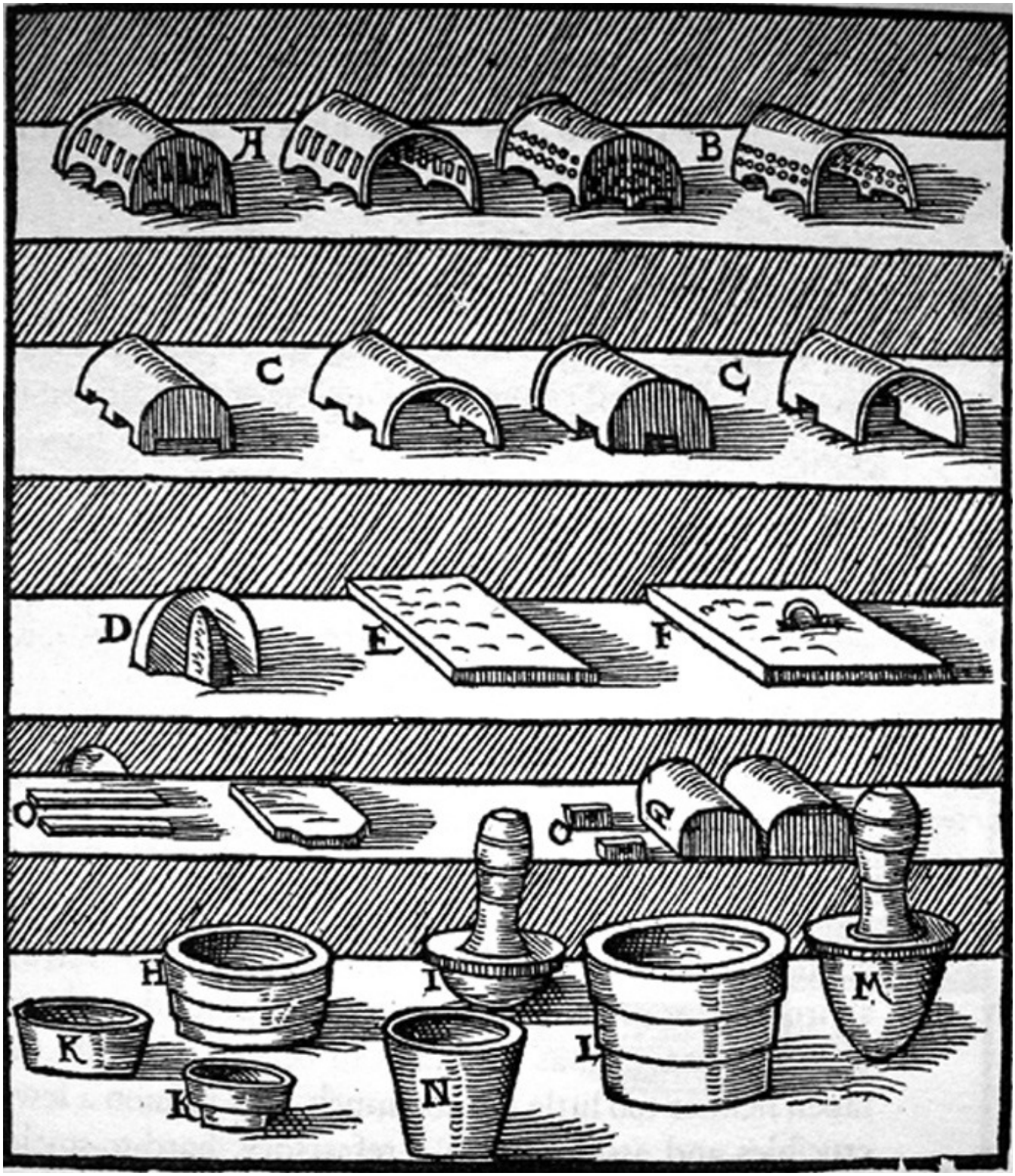


Figure 10 : Lazarus Ercker, Beshreibung Allerfürnemisten Mineralischen Ertzt unnd Berckwerck-sarten…, 1574, « Moufles et autres éléments en argile réfractaire, avec les moules pour les former », éd. SISCO, A.G., et SMITH, C.S., Lazarus Ercker's treatise on ores and assaying, The University of Chicago Press, Chicago, 1951, fig. 4, p. 27.

Figure 11 : Altenberg, « four d'essai », site 24, aire de travail III, *1972, dans DAHM, Cl., LOBBEDEY, U., WEISGERBER, G., Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland, Dr. Rudolf Habelt GMBH, Bonn, 1998, band 1, p. 95.*

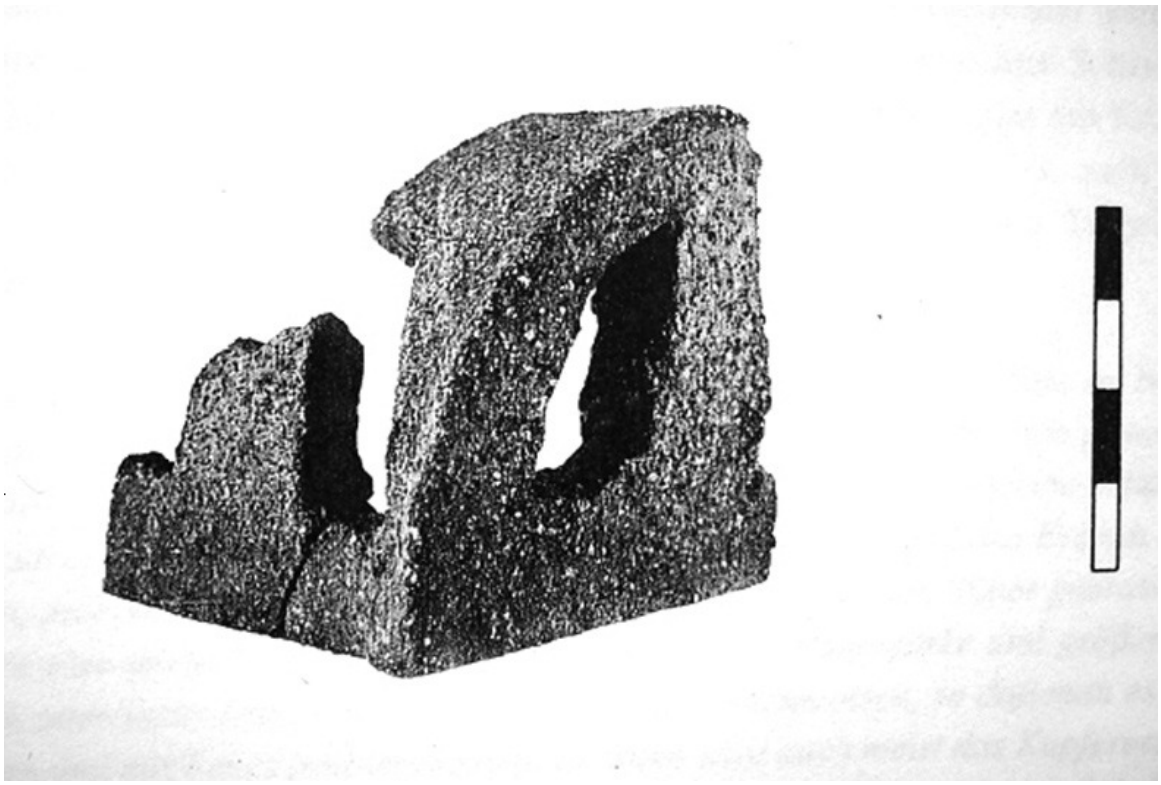


Figure 12 : Fragment de moufle, Muggenbrum, sondage G 11, dans GOLDENBERG, G., OTTO, J., STEUER, H., Archäometallurgische Untersuchchungen zum Metallhüttenwesen im Schwarzwald, Jan Thorbecke Verlag, Sigmaringen, 1996, p. 118 (fig. 40).

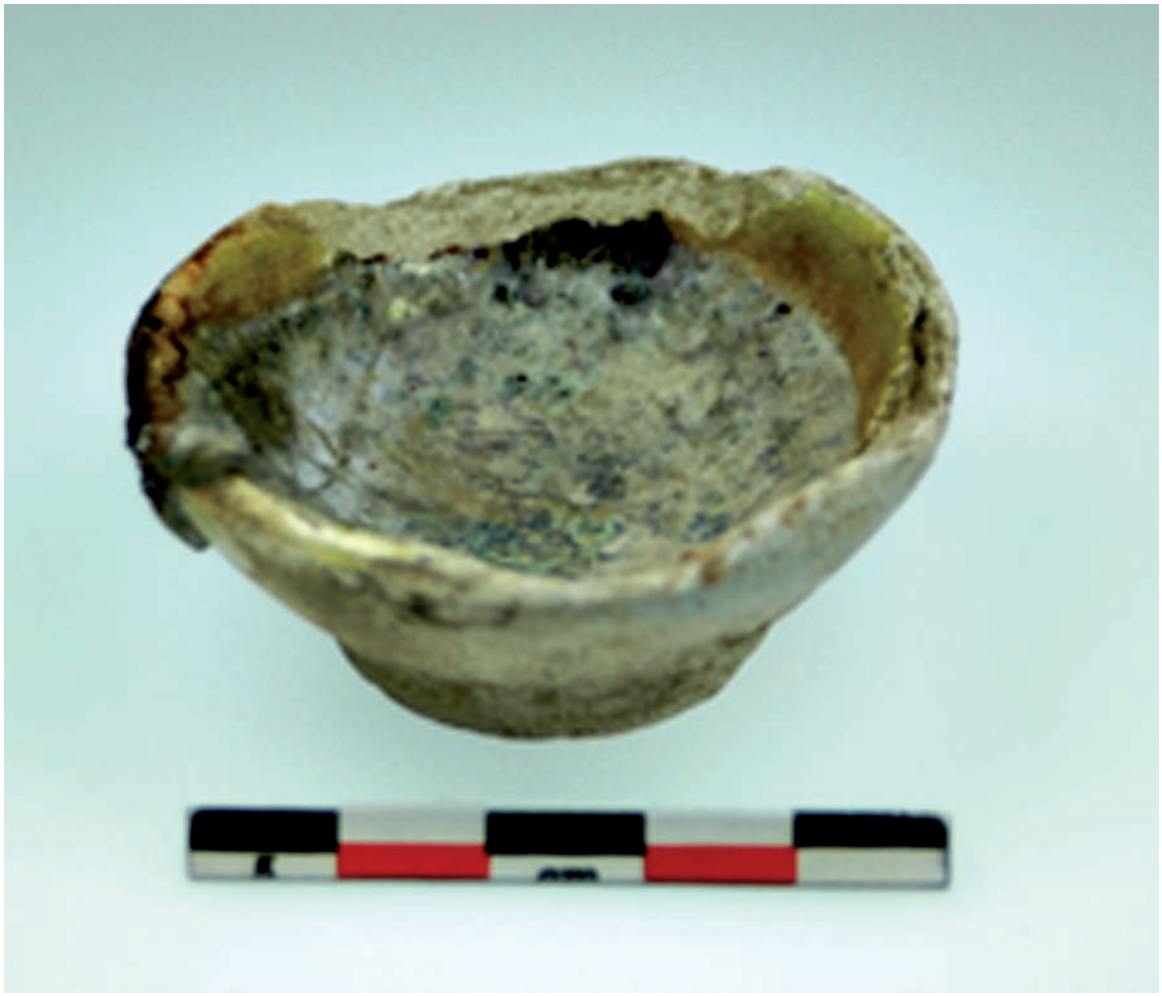


Figure 13 : Scorificatoire, Sainte-Marie-aux-Mines, sondage Fassler-Fertrupt, 2006.

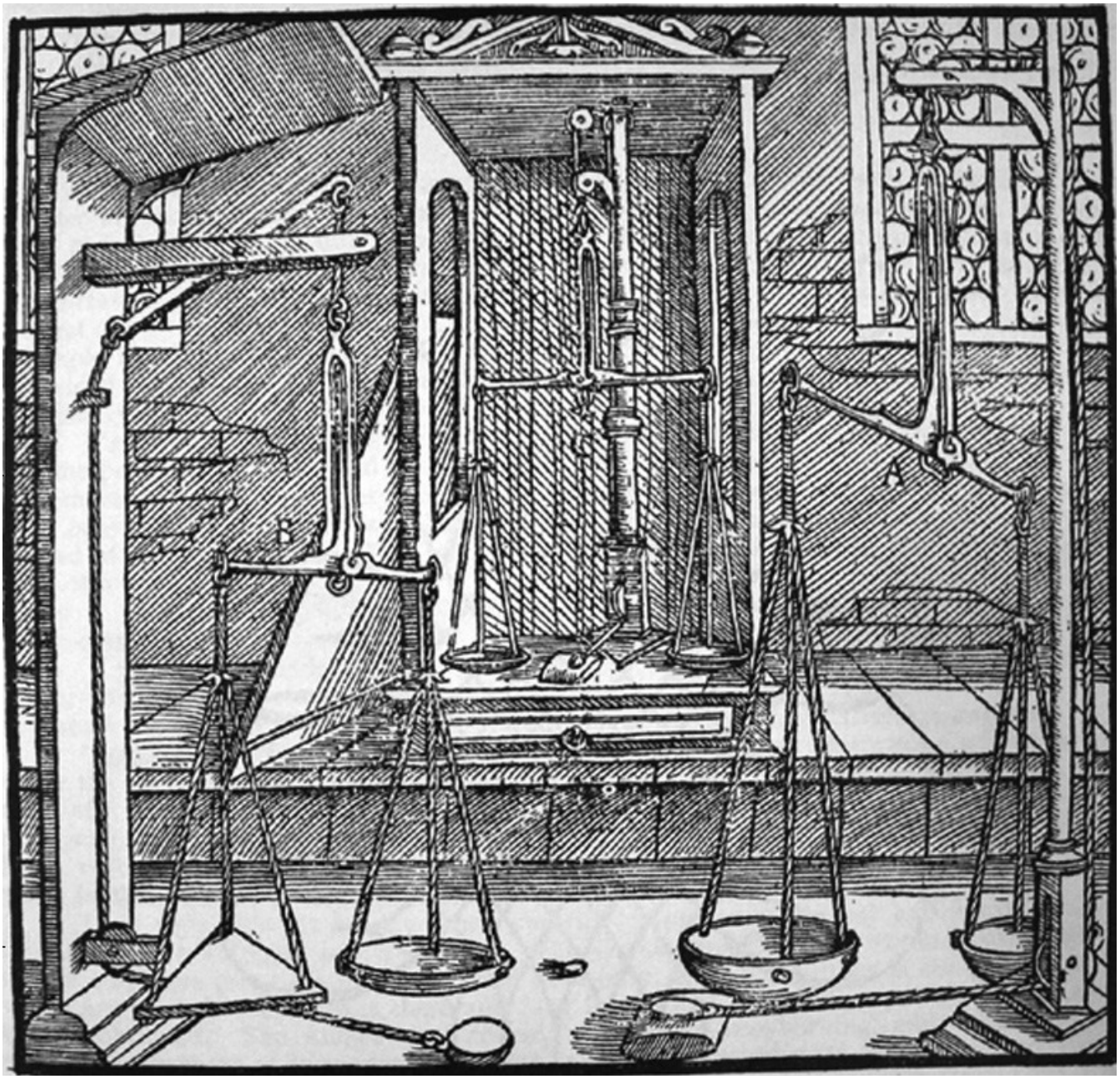


Figure 14 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 265, les trois balances utilisées pour les essais.

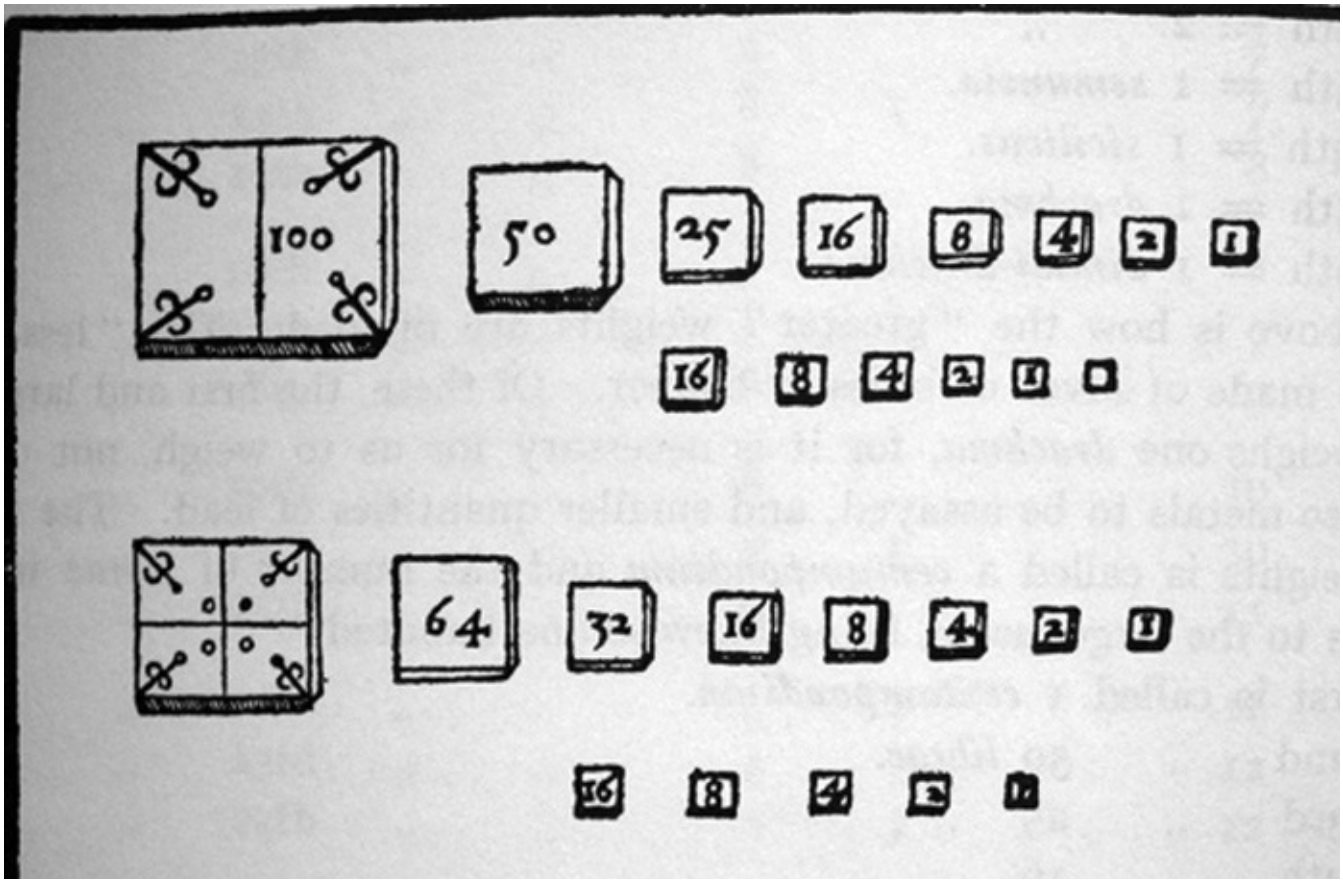


Figure 15 : AGRICOLA, Georgius, De Re Metallica, livre VII, éd. H. C. & L. H. HOOVER, p. 262, deux séries de poids.