

» res, brunes et même violettes qu'il donne,
 » pourra servir pour les vernis des poteries,
 » des porcelaines et même des émaux. Il n'aura
 » pas besoin de beaucoup de fondans ; il y aura
 » même des cas où il ne sera pas nécessaire de
 » lui en donner ».

H. V. C. D.

M É M O I R E

Sur l'affinage du plomb, contenant quelques réflexions sur les inconvéniens des coupelles de cendres, et la description d'une nouvelle méthode, économique de construire ces coupelles ou bassins d'affinage : Lu à l'Institut national en l'an 8.

Par le C^{en}. DUHAMEL, membre de l'Institut, et inspecteur des mines.

TOUT le monde sait que pour opérer le départ de l'argent d'avec le plomb, on a toujours fait usage du procédé métallurgique, nommé *affinage* ou *coupeellation*, qui s'opère dans un bassin auquel on a donné le nom de *coupelle* ; on sait aussi que ce bassin est formé, soit avec des cendres d'os d'animaux, soit avec celles des végétaux, après avoir été lessivées, pour leur enlever ce qu'elles contiennent de salin.

La grande quantité de cendres de bois qu'il faut employer dans la construction des coupelles, et la difficulté de se les procurer, m'ont depuis long-tems porté à chercher un moyen plus simple et moins coûteux de former les bassins dont il s'agit.

Les anciens chimistes ayant observé que le plomb s'oxyde ou se réduit en ce qu'on appelle *litharge*, lorsqu'il est exposé au feu et au contact de l'air atmosphérique, tandis que l'argent

qui lui est uni conserve sa forme métallique, il ne restait plus à ces chimistes qu'à trouver le moyen d'opérer la séparation de ces deux métaux; ils y ont été conduits en observant que l'oxyde de plomb, dans son état de liquéfaction, pénètre avec facilité les substances qui lui sont en contact, sur-tout les cendres des os d'animaux, sans déformer les vaisseaux qui en sont construits. Aucune autre matière n'est en effet plus propre que celle-ci à former les petites coupelles d'essai.

La difficulté, et souvent même l'impossibilité de se procurer 6 à 8 hectolitres de cendres d'os pour chaque affinage en grand, dans les fourneaux à l'allemande, a fait recourir aux cendres de bois; mais outre qu'elles sont coûteuses, souvent on ne peut s'en procurer en quantité suffisante; elles ont même un grand inconvénient, c'est celui de s'enlever et de surnager le plomb en bain; pour lors l'affinage est manqué, ce qui a lieu toutes les fois que les cendres sont mal préparées, que la coupelle est insuffisamment et inégalement battue, ou que les canaux destinés à l'évaporation de l'humidité ne sont ni en assez grand nombre, ni disposés convenablement, ni recouverts d'une couche de scories sur laquelle on établit la sole qui reçoit les cendres, sole qui doit être construite en briques les plus poreuses, afin que l'eau, dont on est obligé d'arroser les cendres, puisse les pénétrer en se vaporisant, se rendre dans le lit de scories, et s'échapper par les soupiraux qui sont à la base du fourneau.

Pour s'assurer de la teneur du plomb en argent, il suffit d'en passer quelques grammes dans une petite coupelle de cendres d'os, placée sous la moufle d'un fourneau d'essai; à mesure que le plomb s'oxyde il s'imbibe dans la coupelle, et il finit par faire son *éclair*, ce qui annonce que tout le plomb est dissipé, que l'argent qu'il contenait est affiné et parvenu à son *maximum* de pureté.

Dans l'affinage en grand, on a de même pour objet de séparer l'argent du plomb, mais non de faire pénétrer tout ce dernier dans la coupelle, ce qui même est impraticable, car alors il faudrait encore beaucoup plus de cendres pour l'absorption totale de ce métal; d'ailleurs l'opération exigerait plus de 10 fois le tems ordinaire à un affinage, et occasionnerait une dépense décuple de combustible, et un plus grand déchet sur les métaux, que dans le procédé en usage, où la majeure partie du plomb s'obtient en litharge, tandis qu'une portion pénètre dans la coupelle, et en imbibe environ 5 centimètres d'épaisseur, qu'on est obligé de fondre pour en revivifier le plomb. Cette réduction est aussi plus dispendieuse, et éprouve un plus grand déchet que la litharge, qui est facile à fondre, et qui, sans passer au fourneau, peut être livrée au commerce.

Les minerais de plomb et les litharges peuvent être fondus comme en Angleterre et dans les départemens de la ci-devant Bretagne, au fourneau à réverbère, dont les soles ou bassins

sont formés en argile pilée et humectée. Ces soles résistent à l'action du feu et de l'oxyde de plomb pendant 6 à 8 mois d'un travail non interrompu.

La durée de ces soles de terre m'a donné la première idée de la méthode que je proposerai ci-après pour les fourneaux d'affinage, où il ne s'agit que d'oxyder le plomb pour l'obtenir en litharge, et non de le faire imbiber en totalité dans des coupelles, comme cela a lieu lorsqu'il ne s'agit que d'essayer ce métal pour connaître ce qu'il contient d'argent. Dans l'opération en grand la coupelle, quoique de cendres, n'absorbe qu'une partie du plomb, ainsi que je l'ai déjà exposé, en faisant observer qu'il serait beaucoup plus avantageux d'obtenir le tout transformé en litharge, dont la réduction en plomb est infiniment plus facile que celle de l'oxyde contenu dans les cendres qui s'opposent à la fusion, et dont les scories entraînent toujours du métal.

Sur une coupelle de cendres pilées dans un cercle de fer ovale, dont le grand diamètre n'a que 14 à 15 décimètres, et le petit un mètre, les Anglais affinent de suite 1000 à 1200 myriagrammes de plomb, qui se trouve converti en belle litharge, à l'exception de la petite portion qui pénètre dans la coupelle, dont l'épaisseur n'est que d'environ 7 centimètres, laquelle est soutenue, sous la voûte du fourneau, par deux barres de fer. Un soufflet de cuir chasse la litharge vers la partie antérieures du fourneau, d'où

d'où elle tombe sans interruption sur le sol de la fonderie, tandis que pour remplir le vide que laisse l'écoulement de l'oxyde, on avance peu - à - peu dans l'intérieur du fourneau un lingot de plomb placé à côté de la base du soufflet, ce plomb en fondant tient la coupelle pleine jusque vers la fin de l'opération.

Si je donne ici un aperçu du procédé des Anglais, ce n'est que pour faire voir qu'il est possible d'opérer des affinages en n'employant que peu de cendres pour la formation des coupelles: celles dont il est question n'absorbent pas 40 kilogrammes d'oxyde, sur la grande quantité de plomb qu'on y affine.

Il est donc démontré que les métallurgistes ont toujours cherché à obtenir le plus possible de litharge et peu de cendres imbibées d'oxyde; mais ne croyant pas pouvoir s'écarter du procédé docimastique, ils ont constamment construit leurs coupelles avec des cendres.

On a vu que, dans la coupellation en petit, le plomb, à mesure de son oxydation, pénètre les cendres; quand il n'en reste plus, le petit bouton d'argent reste pur au fond du bassin sous forme sphérique. Cette opération se fait avec d'autant plus de célérité, que la surface du bain est toujours bombée dans ces petits vases, ce qui permet à l'oxyde de couler comme sur un plan incliné vers les bords de la coupelle où il s'imbibe aussitôt.

Journ. des Mines, Nivôse an X. V

Il n'en est pas ainsi dans les coupelles en grand qui ont plusieurs mètres de diamètre, il faut y appliquer des soufflets dont le vent sert non - seulement à accélérer l'oxydation, mais aussi à chasser la litharge vers la voie ou rigole que l'on pratique pour son issue.

On a fait remarquer les inconvéniens et même l'impossibilité de faire pénétrer tout le plomb dans les cendres des grandes coupelles; en effet, l'oxydation ne s'opère que dans les parties du bain exposées au contact de l'air et au vent des soufflets: or, la litharge qui serait vers le milieu du bassin, ne pouvant gagner ses bords, y resterait stagnante, et s'opposerait nécessairement à la formation d'une nouvelle couche d'oxyde.

Voilà ce qui a engagé les métallurgistes à chasser cette litharge par le vent des soufflets à mesure de sa formation, et de la faire couler hors du fourneau.

L'oxydation n'a donc lieu qu'à la surface du bain, et non dans sa partie inférieure; s'il en était autrement, les cendres de coupelles seraient pénétrées d'oxyde d'une épaisseur d'autant plus inégale que l'opération serait longue; or, j'ai toujours remarqué que le *test* ou la partie des cendres imbibées dans les affinages en grand, n'est pas plus épais vers le centre du bassin que dans son pourtour, quoique le plomb séjourne 30 à 40 fois autant de tems dans le fond que sur les bords, puisque le bain

diminue incessamment jusqu'à ce que tout le plomb soit réduit en litharge, et qu'il ne reste plus que le plateau d'argent au fond de la coupelle.

Si tout le plomb s'imbibe dans une coupelle d'essai, c'est que ce petit vaisseau est exposé à une chaleur égale dans toutes ses parties. La coupelle en grand ne présentant, à l'action du calorique, que sa surface supérieure, l'oxyde qui s'y imbibe cesse d'y pénétrer à l'endroit où la température n'est plus en état de tenir cet oxyde en fusion: voilà pourquoi l'épaisseur qui en est imprégnée, est égale dans toute l'étendue de la coupelle, et ce qui empêche de pouvoir faire pénétrer tout le plomb dans les cendres.

D'après les observations ci-dessus, il sera facile de juger que si l'essai du plomb doit être fait dans de petites coupelles de cendres d'os, afin que tout ce métal oxydé puisse y pénétrer et se vaporiser en partie, il en est tout autrement de l'affinage en grand, où l'on doit chercher à accélérer l'opération, et à obtenir le plus de litharge qu'il est possible.

J'ai exposé que les cendres de bois dont on forme les coupelles des affinages en grand, sont coûteuses, et que souvent l'on ne peut s'en procurer en suffisante quantité; que d'ailleurs elles ont le défaut d'éprouver des soufflures, même de se soulever entièrement, ce qui occasionne une perte considérable. J'ajouterai que pour

donner plus de poids et de consistance aux coupelles, on est souvent obligé de mêler aux cendres une assez grande quantité de sable, sur-tout si le plomb contient des substances étrangères, comme arsenic, cobalt, antimoine, étain, etc. Si le plomb n'est qu'arsenical, après en avoir enlevé la première écume, on y jettera de moment en moment, sur toute la surface du bain, une dizaine de kilogrammes de limaille de fer, ou de la fonte de gueuse en grenaille. Ce fer, comme plus léger que le plomb, le surnage et absorbe l'arsenic, puis on décrasse. Peu après la litharge se forme sans obstacle. Ce moyen est employé en Saxe.

La nécessité d'ajouter du sable aux cendres de coupelles, aurait dû conduire à la découverte du moyen que je propose, le voici :

Nouvelle construction des bassins d'affinage.

Sans rien changer au corps de maçonnerie des fourneaux d'affinage, dits à l'allemande, on aura seulement attention de pratiquer à leur base suffisamment de canaux pour l'évaporation de l'humidité, et de les disposer de la manière la plus propre à procurer cet effet. Ces canaux ou soupiraux seront recouverts d'un lit de scories, sur lequel on fera en briques les plus poreuses, un pavé qui n'aura d'épaisseur que celle de la brique.

Sur cette aire, qui doit être concave, comme la sole sur laquelle on pile les cendres des cou-

nelles ordinaires, on portera du sable de mouleur, un peu humecté, auquel on pourra ajouter une quinzième partie d'argile s'il n'est pas assez terreux, afin de donner la solidité requise, le tout mêlé avec soin. On pilera ce sable de la même manière que cette opération a lieu pour consolider les cendres, et on en formera de même un bassin d'affinage également battu dans toutes ses parties. L'épaisseur de cette coupelle doit être de 15 à 16 centimètres; elle pourra se faire en deux couches, comme on le verra plus loin.

Après que le bassin aura été pilé uniformément dans tous les points, on pourra tamiser sur toute sa surface 2 ou 3 litres de cendres de bois lessivées qu'on y rendra adhérente avec les pilons.

La coupelle ainsi préparée, on abaissera le chapeau sur le fourneau, et on fera, dans la chauffe, un feu modéré qu'on y entretiendra pendant quelques heures, afin de faire évaporer une partie de l'eau dont on aura arrosé le sable, le surplus se dissipera, sans inconvénient, par les canaux d'évaporation durant l'affinage.

Après une dessiccation suffisante on levera le chapeau, on laissera un peu refroidir la coupelle, on y étendra de la paille ou du foin, puis on y arrangera les lingots ou saumons de plomb qu'on y posera doucement, afin que leur poids ne fasse pas d'impression dans le sable; c'est pour empêcher ces dépressions

qu'on doit y mettre de la paille, ainsi que cela se pratique pour les coupelles de cendres. (1)

Lorsque la quantité de plomb nécessaire à remplir la coupelle sera arrangée dans le fourneau, on y abaissera le chapeau, qu'on luttera tout autour avec de l'argile pêtée, puis on fera du feu dans la chauffe, comme pour les affinages ordinaires.

Quand le plomb sera en parfaite fusion, et le bain couvert d'écume et de paille carbonnée, on fera tomber cette écume ou crasse par la voie de la litharge, avec un morceau de planche d'environ 3 décimètres de longueur, au milieu de laquelle on implantera une verge de fer de longueur suffisante à pouvoir traverser le diamètre du fourneau, et d'environ un mètre de plus.

Lorsque le plomb sera bien écumé à plusieurs reprises, et qu'il commencera à rougir, on fera agir les soufflets, mais doucement d'abord; on disposera leurs buses de manière que le vent, sortant de l'une et de l'autre, soit dirigé au centre de la coupelle; et afin que ce vent soit toujours rabattu sur le bain, on adaptera, à l'extrémité de chacune des buses, une petite plaque ronde de tôle. Ces espèces de soupapes, que les affineurs appellent *papillons*, sont em-

(1) Au lieu de lingots en prismes, il convient mieux de mouler le plomb dans des poêlons de fer semi-sphériques, ces culots seraient moins sujets à endommager la coupelle.

ployées aux affinages à l'allemande, elles sont suspendues, à charnière, à leur partie supérieure; chaque coup de soufflet les souleve à moitié, et elles rabattent le vent sur le plomb, ce qui en accélère l'oxydation.

Après que toutes les crasses ou écumes seront enlevées, le plomb, devenu bien rouge et recouvert d'une couche de litharge, on fera, avec le petit crochet de fer à ce destiné, une petite rigole dans le sable de la coupelle, qu'on creusera peu-à-peu, et avec précaution, jusqu'à ce que le fond de cette rigole soit parvenu au niveau du bain, alors la litharge, poussée par le vent des soufflets vers la partie antérieure du fourneau, coulera par cette voie et tombera sur l'aire de la fonderie, ainsi que cela a lieu aux affinages ordinaires.

Lorsque l'affineur s'apercevra qu'il ne reste que peu de litharge près de la rigole, il en arrêtera l'écoulement avec un peu de cendre humectée; mais aussitôt que le plomb se sera de nouveau couvert d'oxyde, on rouvrira la voie, qu'on creusera à mesure de la diminution du bain, ayant soin qu'il ne s'échappe pas de plomb, et notamment vers la fin de l'opération, car il emporterait beaucoup d'argent qui serait perdu. On procédera de cette manière jusqu'à ce que l'argent ait fait son *éclair*, en observant d'augmenter le feu dans la chauffe à mesure de la diminution du bain, sur-tout quand l'opération touche à sa fin, parce qu'alors l'argent se trouye rassemblé; et comme il

est beaucoup plus difficile à tenir en fusion que le peu de plomb qui lui reste uni, il ne pourrait s'affiner qu'imparfaitement à une température insuffisante; et au lieu d'environ un vingtième de plomb que l'argent retient ordinairement dans les affinages à l'allemande, il en resterait beaucoup plus chargé, ce qui le rendrait plus difficile à passer à la seconde opération, qu'on appelle *raffinage de l'argent*, par laquelle on le porte au titre que l'on désire. Les Allemands appellent ce second procédé *silber brennen*, brûler l'argent.

Ceux qui sont accoutumés à faire l'affinage du plomb suivant la méthode allemande, seront en état d'exécuter celle que je propose; car quoique la coupelle soit de sable au lieu de cendre, l'opération doit être conduite de la même manière.

L'on a vu que les Anglais affinent une grande quantité de plomb sur une petite coupelle, on peut de même passer dans celle que je propose beaucoup de ce métal, en y en ajoutant à mesure qu'il en sort d'oxydé. En supposant la capacité de la coupelle en état de contenir 4 à 500 myriagrammes de plomb, on pourra y en affiner au-delà de 1500 dans une seule opération, qui n'aura pas les inconvéniens du procédé des Anglais.

J'ose aussi me flatter qu'une coupelle bien faite en sable pourra servir à plusieurs affinages, sans être obligé de la reconstruire chaque

fois comme celles de cendres; mais pour lors et avant d'y porter le plomb, il faudra remplir, avec du sable bien pilé, la rigole ou tranchée, qui précédemment a été faite pour l'écoulement de la litharge, et cela après avoir enlevé, avec un ciseau, l'espèce de vernis que l'oxyde de plomb a laissé sur les parois de cette tranchée, afin que le nouveau sable, un peu humecté, se lie étroitement avec l'ancien, qu'il sera aussi nécessaire d'arroser dans cette partie avant d'y déposer le sable.

La longue durée des soles de terre dans les fourneaux à réverbère, où l'on fond les minerais de plomb et même les litharges, ainsi que je l'ai rapporté plus haut, doit rassurer sur l'action de l'oxyde du plomb qui n'agira qu'à la surface de la coupelle, et n'en pénétrera qu'une très-petite épaisseur.

Après un ou plusieurs affinages, on levera cet encroûtement, on le fondra au fourneau à manche, afin d'en obtenir le plomb; procédé qui sera aussi facile que la réduction de ce métal contenu dans les cendres des coupelles ordinaires et en quantité beaucoup plus petite. On aura donc plus de litharge par la nouvelle méthode que par l'ancienne, ce qui est avantageux, ainsi que je l'ai exposé. J'ajouterai que la sole de sable n'absorbant pas autant d'oxyde de plomb que celle de cendres, elle n'entraînera pas autant d'argent; car on sait que le plomb revivifié de ces cendres, en contient toujours beaucoup plus que celui provenant de la réduction des litharges.

Au lieu de sable on pourrait employer de la terre argileuse à la construction des coupelles, comme cela se pratique pour la sole des fourneaux de réverbère de la ci-devant Bretagne ; mais il faudrait piler cette terre à plusieurs reprises pendant quelques jours, sans quoi elle se fendillerait, et ces gerçures ne feraient qu'augmenter par le retrait résultant du calorique ; il s'insinuerait du plomb dans ces fentes, inconvénient qui ne peut avoir lieu avec le sable, même un peu terreux. J'observerai encore qu'une sole de terre se durcirait trop pour permettre de creuser la rigole du passage de la litharge ; dans cette circonstance, il faudrait que l'endroit par lequel cet oxyde doit s'écouler, fût construit avec du sable ou des cendres lessivées.

J'ajouterai qu'il sera avantageux d'employer deux sortes de sable pour la formation du bassin de coupelle, l'un fin comme celui des mouleurs, l'autre plus gros et non terreux ; ce dernier fera la première couche, qui, après avoir été bien battue avec les pilons à ce destinés, doit avoir environ 8 centimètres d'épaisseur : puis on portera sur ce premier lit le sable fin, un peu terreux, qui formera le second et qui sera pilé comme le premier ; l'un et l'autre de ces sables seront un peu humectés avant de les porter au fourneau, afin qu'ils puissent mieux s'entasser et se consolider par les pilons.

Le sable de la couche inférieure étant plus gros que celui de la supérieure, absorbera

l'humidité de celle-ci à mesure de sa vaporation, et passera sans obstacle par les canaux disposés à cet effet.

La couche inférieure de sable pourra rester en place, lorsqu'il s'agira de faire une nouvelle coupelle avec le sable fin ; et la partie de celui-ci qui n'aura pas été imbibée d'oxyde, sera mêlée avec du nouveau pour en faire une coupelle. Il faudra avoir attention, en levant ce sable, de ne pas toucher à la couche inférieure, car il ne faut pas que le sable de celle-ci, qui est gros, soit mêlé avec l'autre. On évitera cet inconvénient en pilant, sur le lit du gros sable, une couche mince de cendre, à laquelle on s'arrêtera en levant le sable fin de la couche supérieure.

L'on a dit que le sable de mouleur doit être un peu terreux, et que s'il ne l'est pas, il faut y ajouter un peu d'argile pour lui donner de la liaison ; mais comme il est nécessaire que cette argile soit répandue également dans toutes les parties du sable, on la délayera dans l'eau dont on arrosera le sable, et on mêlera le tout avec soin.

On pourra objecter que les coupelles en sable n'absorbant pas autant de litharge que celles de cendres, il faudra plus de tems pour terminer l'affinage, puisque dans le nouveau procédé, l'oxyde, au lieu d'être absorbé, doit s'écouler hors du fourneau. On ne doit avoir aucune inquiétude à cet égard, car le vent des souff-

flets, bien dirigé, fera couler plus abondamment la litharge par la rigole, que s'il y avait absorption.

J'ai vu en Allemagne des affineurs qui, en construisant leurs coupelles de cendres, ont la bonne méthode de former au milieu un petit enfoncement circulaire, dont le diamètre est proportionné à la quantité d'argent qu'ils savent être contenu dans le plomb d'une opération. Par cette disposition, il ne reste point de grains de ce précieux métal, isolés du plateau; la totalité se rend dans le bassin du centre et forme un gâteau parfaitement rond. Je conseille la même pratique dans la construction des coupelles en sable.

Je suis assuré que les coupelles que je propose, faites avec soin et intelligence, réussiront parfaitement, et que sans avoir les inconvéniens de celles de cendres, elles seront d'une grande économie. Je désire, pour l'avantage de la métallurgie, que la méthode que j'indique dans ce mémoire soit mise en pratique; elle prouvera que l'on ne doit pas toujours s'attacher à suivre servilement les anciens usages ni la routine des ouvriers.

E X T R A I T

Des principales décisions du Ministre de l'intérieur, rela- tives aux mines, pendant les années 7, 8 et 9.

INGÉNIEURS ET ÉLÈVES DES MINES.

*Du 15 prairial, an 9 de la République
française.*

LE ministre de l'intérieur, vu le rapport du Conseil des mines, décide ce qui suit :

ART. I.^{er} Les ingénieurs surnuméraires des mines ne pourront passer à des grades supérieurs sans qu'il ait été reconnu, d'après le rapport du Conseil des mines, qu'ils ont acquis les *connaissances-pratiques* nécessaires pour être employés utilement sur des établissemens.

II. Provisoirement, les élèves des mines de première classe ne pourront être nommés ingénieurs surnuméraires, s'ils n'ont résidé sur des établissemens en activité, pendant au moins *deux campagnes*, et s'ils n'ont été reconnus suffisamment instruits dans la pratique.

III. Les ingénieurs surnuméraires et les élèves des mines de première classe, se rendront très-incessamment sur des exploitations en activité,