

E X T R A I T

*D'un Ouvrage de M^r. J. P. Fragoso de Si-
queira, ayant pour titre : Kurze Beschreibung
aller Amalgamir und Schmelzarbeiten, etc.
ou Description abrégée de tous les travaux,
tant d'Amalgamation, que des Fonderies qui
sont actuellement en usage dans les ateliers
de Halsbrück, près de Freyberg.*

Par le Cit. Hourx, ingénieur des mines.

CET ouvrage écrit en Allemand et en Français, est destiné aux jeunes gens qui se livrent à la métallurgie, et sur-tout aux étrangers qui viennent étudier cette science dans les établissemens de Freyberg. Le Gouvernement Portugais, convaincu de la nécessité des voyages pour le progrès des arts métallurgiques, chargea M. Fragoso, membre de l'Académie de Lisbonne, de visiter les principales usines de l'Europe. La fameuse École des mines de Freyberg qui attire tous les métallurgistes étrangers, fixa particulièrement l'attention de l'auteur. M. Fragoso, dont nous allons extraire l'ouvrage, a étudié l'exploitation des mines et la minéralogie sous le célèbre Werner. Les travaux d'amalgamation et des fonderies l'ont ensuite occupé, et la description qu'il en publie est le résultat d'une étude suivie dans les ateliers de Halsbrück.

L'auteur

L'auteur a omis, à dessein, la théorie des opérations métallurgiques, dans la crainte de fatiguer son lecteur. Ne craignons pas de le dire; les élèves pour qui cet ouvrage est principalement destiné, ne prendront pas le même intérêt à sa lecture, que s'il était embelli par une théorie sage, qui repose l'esprit en l'éclairant. Une simple description de procédés ne va pas au-delà de ce que chacun voit quand il entre dans une usine, mais une description suivie d'une bonne théorie, explique, pour ainsi dire, ce qui se passe dans l'opération même.

C'est la théorie, qui, nous fait connaître les rôles des divers agens employés, soit pour séparer, soit pour combiner les principes du minerai qu'on traite.

Nous ne prétendons pas, par cette observation, diminuer en rien le mérite de l'excellent ouvrage de M. Fragoso; il est impossible de décrire les opérations avec plus d'exactitude et de précision. Dans l'extrait qui va suivre, nous n'en pourrons donner qu'une faible idée, partout où il ne nous a pas été possible de copier l'auteur.

Cet ouvrage est divisé en deux Parties; dans la première sont décrits les procédés employés dans l'atelier d'amalgamation, et dans la seconde, les travaux en usage dans l'atelier des fonderies.

Volume 15.

O

PREMIÈRE PARTIE.

*Procédés employés dans l'atelier d'Amalgamation.*APERÇU HISTORIQUE DE L'AMALGAMATION
EN SAXE.

L'EXTRACTION de l'or et de l'argent de leur minerai, au moyen du mercure, est adoptée depuis plus d'un siècle dans l'Amérique méridionale; le baron de Born est le premier qui ait appliqué ce procédé aux mines de l'Europe. Mais l'amalgamation ne se fit d'abord qu'au moyen du feu. Gellert, en la rendant praticable à froid, la rendit par conséquent beaucoup plus économique. Après des expériences comparatives, faites dans le laboratoire de l'École des mines de Freyberg, sur l'amalgamation à froid et à chaud, on construisit un petit atelier pour connaître le résultat en grand de la première; et M. Charpentier, envoyé en 1786 en Hongrie, pour s'instruire plus particulièrement de la méthode de M. de Born, fut chargé à son retour de construire et de diriger le grand atelier d'amalgamation situé à Halsbrück.

Art. I. *Du choix des Minéraux qu'on amalgame, de leur préparation et de leur composition.*

On choisit les minerais qui ne contiennent que très-peu ou point de plomb et de cuivre.

L'Administration des mines les livre à celle des fondries, réduits en poudre fine, et préparés dans des bocards à sec ou à eau. Ceux qui sont préparés à sec, sont composés d'argent rouge et blanc, d'argent vitreux et de *fahlerz*; mêlés de gangues quartzeuses, de cornéenne, de chaux fluatée, de baryte sulfatée, de chaux carbonatée, de pyrite ferrugineuse, et même cuivreuse et arsenicale, d'antimoine, de cobalt, et d'autres terres ou métaux. Ceux de lavage sont plus purs, et contiennent pour la plupart des pyrites.

On amalgame actuellement dans le grand atelier 60,000 quintaux de mine par an, qui rendent 30,000 marcs d'argent, ce qui revient à 5000 quintaux par mois, qui rendent 2500 marcs d'argent. Des 5000 quintaux dont il s'agit, il y en a 2500 de mine de lavage, et 2500 de mine bocardée à sec. La quantité d'argent que ces minerais donnent, est différente, mais on est obligé de les mélanger de façon, qu'ils contiennent de trois onces quatre gros à quatre onces d'argent par quintal, et qu'à l'essai ils donnent 30 à 35 livres de matte crue. Il est démontré, par l'expérience, que cette proportion est la plus avantageuse.

Ces minerais ne peuvent être amalgamés avec avantage, si l'argent qu'ils contiennent, n'est d'abord séparé des substances minéralisantes qui le renferment, afin de pouvoir par-là le disposer à s'incorporer avec le mercure.

Pour amener ces minerais à l'état propre à l'amalgamation, on les mêle avec du sel commun (muriate de soude) et on les grille. On voit avec plaisir, dans l'ouvrage dont nous

rendons compte, combien la disposition de l'atelier et sa distribution rendent économiques et commodes ces différentes opérations.

On transporte le minerai dans la chambre des *tâches*, ménagée au-dessus des fourneaux de grillage. On fait une couche de minerais bien mélangés; on en fait une autre de muriate de soude, et que l'on jette des magasins placés au-dessus de la chambre des mélanges; quoique ce sel vienne broyé des salines, cependant, pour qu'il soit plus fin, on le fait passer sur un crible de fer, dans des caisses au fond desquelles sont des tuyaux pour le conduire sur le minerai même. On fait ainsi trois à quatre couches de sel avec quatre à cinq de mine, de façon que la totalité du sel soit de 10 quintaux pour 100 de mine. On mélange bien le tout; on divise cette composition en parties d'à-peu-près 3 quintaux et demi chacune, et on la met sécher sur une aire de la même chambre, placée positivement au-dessus des fourneaux.

Art. II.

Du grillage des minerais à amalgamer.

Il y a dans l'atelier 12 fourneaux de grillage construits suivant la forme des fourneaux à réverbères; ils sont composés d'un cendrier, d'un foyer de grillage et d'un séchoir. Avant de retirer une portion grillée, on fait descendre sur le séchoir, par un tuyau qui communique avec l'aire dont nous venons de parler, la nouvelle portion de 3 quintaux $\frac{1}{2}$ que l'on doit griller, et lorsque la première est retirée, on fait passer cette nouvelle portion dans le

foyer en se servant d'un rablé de fer; on l'étend également dans le foyer avec un rateau aussi de fer; l'eau qu'elle contient, commence aussitôt à s'évaporer, et la plus grande partie de la masse se forme en grumeaux, qu'on écrase avec une espèce de marteau, assez semblable à un rablé. Le feu doit être modéré dans le commencement, afin qu'il ne s'y forme plus tant de grumeaux; la masse une fois battue, on l'étend bien également partout avec le rateau et on augmente un peu le feu; le sel commence à décrépiter, on écrase avec une petite pelle de fer les petits grumeaux qui sont restés près de la porte du fourneau, et alors on pousse le feu avec vigueur.

Le sel continue à décrépiter avec force, et le soufre commence à brûler; on ne cesse de remuer et d'augmenter le feu, la masse commence à rougir, et le soufre continue à brûler; une heure après le minerai est tout rouge, et on le tourne, c'est-à-dire, qu'on fait passer du côté de la chauffe celui qui était du côté du séchoir; on pousse encore le feu assez fort, et le minerai devient tout-à-fait rouge. A ce moment on ne pousse plus le feu, mais on laisse brûler le minerai de lui-même, et le feu s'éteint peu-à-peu; le soufre continue à brûler, et à mesure qu'il brûle davantage, le minerai s'éteint insensiblement, et la fumée du soufre diminue. Quand enfin le minerai est presque éteint, et qu'on ne voit plus la fumée du soufre, on allume de nouveau le feu, et un peu après on retourne la matière pour la seconde fois; lorsque le minerai a été retourné, on pousse encore le feu, mais avec modération,

et un quart-d'heure après le minerai rougit de nouveau ; puis il commence à fumer du côté de la chauffe , le grilleur prend de tems en tems , avec une cuiller de fer , un échantillon , pour sentir l'acide du sel marin (muriate de soude) qui se dégage , et quand il voit par l'épreuve que celui-ci s'affaiblit , il retire la tâche du fourneau pour la faire passer à l'endroit où elle doit se refroidir.

Il s'éleve pendant le grillage une poussière minérale à laquelle on ménage une issue dans la voûte du séchoir. Cette poussière va se déposer dans les compartimens des chambres voûtées , et la fumée s'échappe par la cheminée qui communique avec les chambres. On retire cette même poussière deux fois par an. Chaque chambre rend cinq à six quintaux , qui contiennent deux onces à deux onces deux gros d'argent chacun. La poussière dont nous venons de parler est mêlée avec une partie égale de minerai d'argent pyriteux ; on la prépare avec dix quintaux de sel sur 100 de minerai , et on la grille comme à l'ordinaire.

Art. III. *De la manière de passer à la claie , de tamiser et de moudre la mine grillée.*

Le minerai grillé est monté dans des caisses au troisième étage du bâtiment , à la chambre de la claie ; cela se fait par le moyen d'un barillet à main , qui est dans cette chambre ; le minerai y est jeté sur deux claies qui sont fermées dans une caisse commune. Cette opération a pour objet de séparer les durillons qui restent encore dans le minerai du reste de la

masse bien grillée. Ces durillons sont séparés ensuite de toutes les substances étrangères , et écrasés à coups de maillet , pour être ensuite moulus et grillés avec le minerai grossier qui reste du tamisage , et qu'on mêle avec 2 pour 100 de sel. On les fait descendre à cet effet par un tuyau dans la chambre à tamiser , qui se trouve au-dessous de celle des claies. La poussière qui s'éleve pendant qu'on passe le minerai à la claie , se rend par un tuyau dans une chambre ménagée au-dessus de la caisse des claies , où elle se dépose avec celle qui vient des chambres des moulins , par des tuyaux de communication. Le minerai des grumeaux se ramasse dans la caisse des claies , et passe par des tuyaux à celle à tamiser , qui est au-dessous de celle des claies. Il y a dans l'atelier deux chambres à claies.

Dans chaque chambre à tamiser il y a deux huches à tamiser , dont les tamis sont mûs par la force de l'eau ; chaque tamis , qui est fait en fil de fer , est divisé en deux parties , l'une plus serrée et l'autre moins , et par conséquent ils rendent trois sortes de minerai , c'est-à-dire , un fin , un moyen et un grossier ; le fin et le moyen sont moulus , mais le grossier est remis avec les grumeaux , pour être encore grillé avec 2 pour 100 de sel. Le grillage d'une portion à peu-près de trois quintaux , ne dure que deux heures. Il y a dans l'atelier deux chambres à tamiser , qui ont chacune deux huches à tamis.

Les minerais fins et moyens passent par des tuyaux dans les chambres des moulins ; lesquelles sont au-dessous de celles des tamis ; ils tombent dans de grands caissons , et ils sont écrasés dans des moulins à blutoir ; ce qui ne

pas par le blutoir est ensuite remoulé. Chaque moulin peut apprêter, quand il va bien, 20 à 24 quintaux de farine, en 24 heures. Il y a dans l'atelier dix de ces moulins, qui occupent quatre chambres.

Art. IV. *De l'amalgamation ou trituration de la farine minérale avec le mercure, pour en extraire l'argent.*

Dans la chambre d'amalgamation se trouvent disposés 20 tonneaux qui sont tous mis en mouvement par l'eau. Voici comment on procède à l'amalgamation.

D'abord on met dans chaque tonneau trois quintaux à trois quintaux un huitième d'eau pure; ensuite on y fait descendre 10 quintaux de farine des minerais; on y ajoute des plaques de fer forgé, ordinairement dans la proportion de 6 pour 100; on ferme les tonneaux, on les laisse tourner une heure, pour que les sels se dissolvent et que la farine se détrempe. Ce temps expiré, on ajoute le mercure dans la proportion de 50 pour 100, ce qui fait cinq quintaux par tonneau. On monte ce mercure dans des petits seaux de bois, par le moyen d'un barillet à main, de la chambre de l'amalgame dans une autre qui est au-dessus, où on le verse dans deux urnes de fer, et on le conduit par des tuyaux du même métal dans chaque tonneau. Aussitôt que le mercure est mis dans les tonneaux, on les bouche avec un bondon qui est fermé par une vis, jointe à un petit demi-arc de fer qui y est placé à cet effet. On met les tonneaux en mouvement; leur vitesse doit être de 15 à 20 tours par

minute. Il faut que la masse ait pris dans les tonneaux la consistance qu'on a connu par l'expérience être la plus convenable pour le succès de l'amalgamation. Les ouvriers ouvrent les tonneaux de quatre heures en quatre heures pour les examiner, et y ajouter ce qui est nécessaire, en prenant garde toutefois, que le mercure ne s'échappe par les bondons.

Après seize heures de mouvement, le mercure s'est saisi de tout l'argent contenu dans la farine; les ouvriers prennent alors un échantillon qu'ils lavent (pour séparer le mercure), et qui est essayé au feu par l'essayeur de l'amalgamation, pour savoir si l'extraction de l'argent est au point convenable. Après cela ils remplissent les tonneaux d'eau, afin que le mercure dispersé dans toute la masse, puisse se rassembler.

On laisse alors tourner doucement les tonneaux, qui contiennent la masse ainsi délayée, pendant une heure, et ensuite on fait sortir le mercure par le moyen d'un robinet fixé dans un trou ménagé pour cela dans le bondon. Le mercure tombe dans un entonnoir de bois, d'où il passe dans un canal aussi de bois qui le conduit dans la chambre de l'amalgame, où il y a un bassin commun pour chacune des deux rangées de cinq tonneaux. Lorsque le mercure est sorti, on ouvre les tonneaux et on fait sortir tout ce qui y était resté. Ces restes se rassemblent dans des bassins de vidange, desquels ils passent par un tuyau dans les cuves de lavage. Il y a quatre de ces cuves de lavage, une pour chaque rangée de cinq tonneaux, et où les restes sont lavés pour séparer l'amalgame qu'ils contiennent encore.

La poussière qui se rassemble dans les chambres au-dessus des claies, est retirée tous les six mois. Une seule chambre rend chaque fois six à huit caisses de poussière, pesant trois quarts de quintal. Cette poussière est divisée dans les tonneaux, pour être amalgamée avec la farine ordinaire.

Art. V. *De la filtration du mercure chargé d'argent.*

Le mercure qui sort des tonneaux, passe par un canal de bois dans la chambre d'amalgamation où est le grand réservoir au mercure. Là, celui qui provient de cinq tonneaux, tombe dans un sac de coutil, et le superflu coule à travers du sac dans une auge de pierre; il y en a deux à cet effet, une par chaque dizaine de tonneaux. L'amalgame qui reste dans le sac, est alors pressé à la main et gardé pour être distillé. Le mercure qui passe à travers le sac, est employé de nouveau dans les tonneaux. L'amalgame contient un sixième ou un septième d'argent, et le reste est en mercure

Art. VI. *Du lavage des résidus de l'Amalgamation.*

Les restes des minerais qu'on retire des tonneaux, contiennent encore du mercure mêlé d'argent, qui est dispersé dans la masse; on le sépare par le lavage que l'on fait dans quatre grandes cuves qui sont dans la chambre de lavage, au-dessous de celle d'amalgamation. Il y a quatre de ces cuves, une pour chaque rangée de cinq tonneaux. Les résidus y sont encore bien délayés avec de l'eau. Toute la

masse est mise dans un mouvement continuel, au moyen de moulinets; ces moulinets, dont les ailes sont en fer, sont mûs par la force de l'eau. Lorsqu'ils ont tourné quatre heures, le laveur ouvre le plus haut des sept robinets qui se trouvent à chaque cuve; il prend dans une écuelle un échantillon de la matière, et ferme aussitôt le bondon. Ensuite il lave soigneusement les restes, et s'ils ne contiennent plus de mercure, il ouvre le robinet et laisse sortir l'eau jusqu'au second. Ces épreuves continuent de la même manière, jusqu'au dernier bondon, qu'il n'ouvre point, parce que le mercure s'y trouve rassemblé. Le lavage de 200 quintaux des résidus dure huit à dix heures.

Quand on a lavé dans une cuve les résidus de deux semaines, alors il faut ôter les moulinets et faire entrer un ouvrier dans la cuve, pour en ôter le mercure. Celui-ci est ensuite nettoyé et filtré de la manière indiquée ci-dessus. Tout le reste des résidus sortant des cuves de lavage, coule dans des bassins près du bâtiment; de là on les fait passer dans la rivière.

De la distillation de l'amalgame, pour séparer l'argent du mercure.

Art. VII.

L'argent qui est uni au mercure dans l'amalgame, s'en sépare par la distillation, qui s'opère sous de longues cloches de fer de fonte. Ces cloches sont montées sur un trépied, qui sert de base à une tige ou support, sur lequel sont posés quatre plats de fer forgé, pour recevoir l'amalgame. Le trépied est mis dans une cuvette de fonte, et celle-ci dans une forte

caisse de bois pleine d'eau : le tout au-dessous du foyer des fourneaux propres à cette distillation, dans lequel passe la partie de la cloche qui est hors de l'eau. Le foyer du fourneau est formé par une plaque de fer qui s'enfile dans la cloche, et le fourneau qui y est ménagé, a la figure ronde en dedans. Les cloches y sont mises et retirées au moyen d'une chaîne de fer, qui est mûe par une vis sans fin, et qui passe dans la gorge d'une poulie. On trouve deux de ces fourneaux dans la chambre de la distillation, tous deux ménagés dans un massif de maçonnerie, au-dessous d'une cheminée. Ils ont chacun une porte de fer pardevant qu'on ouvre et qu'on ferme, pour mettre et pour retirer l'amalgame, ainsi que l'argent. Dès que l'amalgame est dans les plats, on le couvre avec la cloche, on forme le foyer, en y enfilant la plaque de fer, on lutte les jointures avec de la terre-glaise; on ferme la porte qui est de fer et crépie en dedans d'argile, et on remplit les caisses d'eau. Après cela on allume le feu qui est fait avec de la tourbe, et on l'augmente peu-à-peu. Aussitôt que la cloche est assez chaude, l'amalgame le devient aussi; le mercure commence à s'élever en vapeurs; ces vapeurs tombent en gouttes dans la cuvette pleine d'eau, et lorsqu'on ne l'entend plus tomber, on donne à la cloche un feu de charbon très-violent, pour chasser tout le mercure qui est encore contenu dans l'argent. On laisse ensuite refroidir le fourneau, on démonte la cloche et on prend l'argent qu'on garde, pour être fondu et essayé. On retire le mercure de la cuvette; celui-ci est encore filtré, pour être employé de nouveau.

La distillation de trois quintaux d'amalgame dure huit à dix heures.

De la fonte et de l'essai de l'argent, provenant de la distillation de l'amalgame.

Art. VIII.

L'argent de l'amalgame n'est point pur; il contient toujours un peu de cuivre et d'autres métaux, dont il faut le séparer. On le fond donc, tant pour le réduire en gâteaux, propres à être mis dans le grand fourneau d'affinage des fonderies avec les œuvres de plomb, que pour l'essayer et pour connaître son titre. Cette opération se fait dans l'essayerie ou le laboratoire de l'essai et de la fusion. La fusion s'opère dans deux fourneaux à vent, dans chacun desquels on met un creuset de plombagine mêlée d'argile, et chaque creuset peut fondre 160 marcs. Lorsque l'argent est fondu, l'essayeur de l'amalgamation le jette avec des cuillers de fer rouges dans des moules du même métal en forme de calottes, qui peuvent contenir chacun 40 à 70 marcs; il prend ensuite les échantillons d'essai qu'il grenaille dans de l'eau, et il fait aussitôt les essais dans les petits fourneaux de coupelle qui sont dans le même laboratoire. L'argent de cette fonte est livré aux fonderies pour être affiné avec les œuvres de plomb, et l'argent d'affinage est ensuite raffiné à Freyberg dans le laboratoire de raffinage.

SECONDE PARTIE.

*Procédés employés dans l'atelier des
Fonderies (1).*

Art. I.

De la Fonte crue (2).

La fonte crue se fait à Freyberg, (où elle a été inventée par Berthold Koehler en 1555) avec des minerais pauvres en argent qui ne contiennent point de plomb, et avec des minerais de cuivre aussi pauvres, le tout mêlé avec une pareille quantité de pyrites. On l'appelle *fonte crue*, parce que ces minerais sont fondus sans être grillés.

Pour cette opération on fait usage d'un haut fourneau qui fond quatorze jours sans interruption, et aussitôt que le fondage est fini, le maître fondeur et ses aides l'ouvrent, et enlèvent tout ce qui s'y est attaché pendant la fonte. Ils réparent ensuite le fourneau, et ils le préparent de nouveau pour le fondage suivant,

(1) La fonte des minerais produits par les minières de tout le cercle des montagnes métallifères de la Saxe, se faisait autrefois dans des fonderies particulières; mais cela étant devenu impraticable, comme il est facile de se l'imaginer, le Gouvernement prit le sage parti d'établir des fonderies à ses frais, pour y fondre tous les minerais. C'est à cet établissement qu'on est redevable de l'état florissant où se trouve l'exploitation des mines.

(2) La fonte crue est l'opération de fondre les mines maigres, très-pauvres en argent, qui ne suffisent point à payer les dépenses du grillage, et celles qu'occasionnent la fonte au plomb. Dans cette fonte on tâche de réduire la substance de l'argent en un petit volume, en la séparant par la scorification, des pierres et des terres qu'elle pourrait contenir, et en la rendant ainsi propre à être fondue avec profit dans la fonte au plomb.

avec la brasque pesante, faite de deux tiers de terre glaise et d'un tiers de poussière de charbon, le tout bien pulvérisé, bien mêlé et bien humecté. Ils forment avec cette brasque le creuset du fourneau, son bassin de réception et celui de percée; ensuite ils forment l'œil du fourneau avec des briques et de la terre glaise.

Ces différentes opérations terminées (ce qui s'appelle préparer le fourneau), on chauffe lentement le fourneau avec de la tourbe et du charbon, pour le sécher tout entièrement; ensuite on le comble de charbon jusqu'au mur de charge, et pour lors on commence par y jeter deux seilles ou baches de scories, et une rasée ou panier de charbon dans les coins contre le mur d'appui du fourneau, le chargeant ainsi jusqu'en haut; ensuite on fait jouer les soufflets. Lorsque les scories sont fondues, et que le charbon est un peu abaissé, on entame la fonte, en chargeant le fourneau de minerais.

Voici la composition d'un fondage de quatorze jours pour un haut fourneau.

250	quintaux de mine maigre, contenant 50 marcs deux onces et demie d'argent.
60	quintaux de minerai de cuivre, contenant quatre marcs une once d'argent.
290	quintaux de pyrite, contenant un marc cinq onces d'argent.
30	quintaux de crasses, contenant sept onces et demie d'argent.
4	quintaux de gâteaux métalliques (<i>Speise</i>), contenant quatre onces.
612	quintaux de scories de la fonte au plomb, contenant 4 marcs 6 onces 2 gr.
108	quintaux de scories de la fonte des mattes de plomb, contenant 12 $\frac{1}{2}$ onces 2 gr.

Total 1354 quintaux.

Les produits de la fonte de cette composition sont :

- 272 quintaux de matte crue, contenant deux onces d'argent par quintal.
- 20 quintaux de débris de fourneau, contenant une demi-once d'argent par quintal.
- 1062 quintaux de scories, lesquelles sont jetées dans les décombres (1).

Cette composition est divisée en douze journées ou tâches, dont chacune est ainsi fondue successivement en 24 heures. Chaque journée consiste en 25 quintaux de mines maigres, en 25 quintaux de pyrites, tant ferrugineuses que cuivreuses, et en 60 quintaux de scories. Quand la fonte va bien, alors on perce quatre à six fois dans l'espace de chaque journée, c'est-à-dire, dans les 24 heures. Les parties constituantes de la matte crue, sont en général le soufre, l'arsenic, le fer, le plomb, le cuivre et l'argent.

La crasse qui s'attache à l'œil du fourneau et au bassin de réception, est détachée et refondue de nouveau, quant aux grumeaux, ou débris des masses mal fondues, qui s'attachent aux parois et aux creusets des fourneaux, et qui

(1) Le contenu du mélange ne doit jamais monter à plus de deux onces et demie d'argent par quintal, parce qu'autrement les scories resteraient trop riches, en pure perte d'argent. Pour cette raison on fait ordinairement le mélange de la composition de la fonte crue, dans le rapport de 9 à 10 pour 100 en argent, en y comprenant les pyrites, ou ce qui revient au même, le quintal du mélange contient, selon la quantité moyenne, une demi-once et deux gros, jusqu'à une once d'argent. Dans ce mélange il y a

sont

sont mêlés de brasque, on les retire lorsqu'on nettoie les fourneaux, on les bocarde, puis on les lave pour les fondre.

De l'enrichissement de la matte crue ou fonte d'enrichir.

Art. II.

Ce travail consiste à fondre la matte crue avec de la mine maigre, qui est cependant trop riche pour la fonte crue, et trop pauvre pour la fonte au plomb; ces mines contiennent les unes les autres quatre onces d'argent. Cette opération se fait afin de diminuer la masse de la matte crue, en augmentant par-là son contenu en argent, et en diminuant la grande quantité de scories que la matte crue occasionne dans la fonte au plomb.

La méthode usitée à Freyberg pour faire cette importante fonte, consiste à griller trois fois la matte crue, et à la fondre ensuite dans le fourneau de la fonte crue avec de la mine maigre, qui est trop riche pour la fonte crue, et qui cependant ne suffirait point à payer les dépenses du grillage, si on la fondait dans la fonte au plomb.

La composition de cette fonte pour un fondage de 14 jours, est de :

- 330 à 360 quintaux de mine maigre.
- 220 à 240 quintaux de matte crue grillée.
- 400 quintaux de scories de la fonte au plomb, et de celle de la fonte des mattes de plomb.

Cette fonte se fait comme celle de la matte crue. La mine maigre qu'on prend, doit être du contenu de trois à cinq onces d'argent par

Volume 15.

P

quintal, et peut contenir environ vingt livres de plomb. On prend aussi de la mine de cuivre, du même contenu en argent, mais qui ne doit pas avoir plus de huit livres de cuivre.

Le produit de cette fonte est de :

250 à 270 quintaux de matte enrichie, du contenu de 6 à 7 onces d'argent, de 9 à 10 livres de plomb, et de 3 à 4 livres de cuivre par quintal.

30 quintaux de crasses.

700 à 750 quintaux de scories qui contiennent un gros d'argent par quintal, et qui sont ensuite employées dans la fonte crue.

Art. III. *Du grillage de la matte crue, de la matte enrichie, des galènes de plomb, des minerais maigres et de la fonte au plomb.*

La matte crue concassée est grillée trois fois en plein air. On commence par faire dans ces foyers une couche de buches sur laquelle on étend une autre de 300 quintaux de matte; on y met ensuite le feu; de cette manière le soufre s'enflamme et brûle en partie. Lorsque le premier feu est fini, l'on fait de l'autre côté du fourneau une nouvelle couche de bois, sur laquelle la matte crue est mise, de façon que la partie de la matte qui était au-dessus dans le premier grillage, soit alors dessous, et que celle qui était auparavant dessous, et qui pour cela est mieux grillée, soit au-dessus; les trois grillages de la matte crue se font tous de cette façon. La matte enrichie est aussi grillée trois fois, de même que la matte crue. Ces mattes sont ensuite fondues dans les fourneaux de la fonte au plomb, avec les galènes de plomb

argentifères, et avec les mines maigres riches en argent.

Tous ces minerais sont grillés auparavant dans des fourneaux semblables à ceux de l'amalgamation, tant pour les débarrasser du soufre et de l'arsenic, que pour oxyder le fer et les autres métaux qui s'y trouvent. La composition à griller pour un fondage de deux fourneaux de la fonte au plomb, telle que je l'ai vu préparer, est de :

140 quintaux de minerais maigres.

378 quintaux de galène de plomb, le tout contenant 205 marcs d'argent et 160 quintaux de plomb.

Total 518

Ce mélange est divisé en tâches, de 6 quintaux chacune, lesquelles sont grillées de même que les minerais d'amalgamation, mais sans sel. Le grillage de 6 quintaux de mélange se pousse jusqu'à ce que l'épreuve ne produise plus aucune odeur de soufre, ce qui dure environ cinq heures.

Ces minerais se grillent aussi en plein air, dans des aires ou fourneaux carrés et ouverts; on y fait d'abord une couche de bois sur laquelle le minerai est charié; il doit être grillé à deux reprises, pour être employé à la fonte.

La fonte au plomb n'est autre chose que l'opération de fondre avec les mattes crues et enrichies, et avec les minerais de cuivre, de galène de plomb, et les mines maigres qui sont riches en argent, afin de gagner l'argent qui s'incorpore dans la fonte avec le plomb, ceux-ci se séparant tous les deux des scories.

Voici la composition des minerais et des mattes grillées, de la fonte au plomb pour deux hauts fourneaux, d'un fondage de deux semaines.

- 140 quintaux de mine maigre grillée, contenant 35 marcs d'argent.
- 378 quintaux de galène de plomb grillée, contenant 120 marcs d'argent et 160 quintaux de plomb.
- 320 quintaux de matte crue et enrichie, grillée à trois reprises, et contenant 80 marcs d'argent.
- 45 $\frac{1}{2}$ quintaux d'œuvres de plomb, contenant 31 marcs d'argent et 43 quintaux 50 livres de plomb.
- 62 quintaux de cendrée, contenant 8 marcs d'argent et 31 quintaux de plomb.
- 8 quintaux de litharge, contenant 7 quintaux et 6 livres de plomb.
- 48 quintaux de crasses, contenant un marc et une once et demie d'argent.
- 5 quintaux de test, contenant 5 marcs d'argent.
- 24 quintaux de scories vitreuses des décombres de Halsbrück.

Total 1030 $\frac{1}{2}$ q.

Comme le plomb contenu dans les galènes, ne suffit point pour imbiber tout l'argent contenu dans la masse, on y ajoute du plomb de fonte des coulées de la fonte au plomb, qui contient tout au plus trois quarts, ou un marc d'argent par quintal; et c'est pour la même raison qu'on y ajoute aussi les autres produits de plomb dans les proportions convenables.

La composition de chaque fourneau se divise en trois tâches, dont la première est fondue le lundi, la seconde le mardi, et

la troisième le mercredi; celle-ci ne finit ordinairement que le jeudi au soir. On fait ensuite une nouvelle fonte d'une partie des produits de la précédente, tels que la matte de plomb, les scories et les crasses, y ajoutant les fondans ordinaires de la fonte au plomb.

Le fourneau pour la fonte au plomb est semblable à celui de la fonte crue, excepté qu'il est un peu plus grand; on le prépare avec de la brasque légère, faite d'une partie de glaise et de deux de poussière de charbon. Lorsque le fourneau est préparé, on le fait sécher de la même façon que celui de la fonte crue, et ensuite on le remplit à demi de charbon; on jette dans le bassin de réception deux œuvres de plomb, et deux autres dans le fourneau, mais du côté du devant; l'on continue ainsi à le charger de charbon jusqu'au mur de charge, y mettant toujours deux œuvres de plomb par chaque panier de charbon. Ensuite les fondeurs y jettent deux quintaux de scories pour former le nez sur la tuyère. Lorsque les scories sont fondues, on entame la journée, en chargeant le fourneau avec de la mine.

Les produits de la composition de cette fonte pour quatre fourneaux sont de :

204 q. de plomb de fonte, cont. 307 marcs 4 onces d'argent.	
68 q. de matte de pl., cont.	17 —
4 q. de gâteaux de fonte, cont.	— 4 —
32 q. de crasses.	2 —
720 q. de scories.	5 — 5 —

Total 1028 332 — 5 —

Les crasses et les scories de la fonte au plomb sont employées dans la fonte des mattes de plomb, mais les scories de cette dernière s'emploient dans la fonte crue.

Art. IV. *De la fonte de la matte de plomb, pour la réduire en matte de cuivre, et de son grillage avant de la fondre (1).*

Tout le cuivre contenu dans les minerais des fontes précédentes, se rassemble dans la matte crue et dans la matte de plomb. Cette dernière est concassée et grillée en plein air, selon la manière ordinaire, avec six feux; ensuite elle est fondue dans un fourneau au plomb, avec les fondans de la fonte au plomb, les scories vitreuses des décombres de Halsbrück et les scories de cuivre, afin de la réduire en matte de cuivre.

Voici la composition d'un fondage de huit jours :

- 200 à 220 quintaux de matte de plomb grillée,
- 50 à 60 quintaux de litharge.
- 50 à 60 quintaux de scories provenantes de la fonte de cuivre noir, ou à leur défaut des scories vitreuses des décombres de Halsbrück.

Cette fonte est faite comme celle au plomb, et produit :

- 60 quintaux d'œuvre de plomb du contenu de 6 à 8 onces d'argent par quintal, et qu'on emploie dans la fonte au plomb.

(1) La matte de plomb est un produit de la fonte au plomb, laquelle se rassemble dans le bassin de percée sur le bain de plomb; elle est composée d'un mélange de plomb, de cuivre, d'argent, de soufre, d'arsenic, de fer et de cobalt.

50 quintaux de matte de cuivre, laquelle contient 4 onces d'argent, et 30 à 40 livres de cuivre par quintal.

5 à 6 quintaux de gâteaux de fonte.

200 quintaux de scories qui contiennent encore 38 grains d'argent, et 6 à 10 livres de plomb par quintal.

Du grillage et de la fonte des mattes de cuivre, pour les réduire en cuivre noir. Art. V.

La matte de cuivre (1) est d'abord concassée par morceaux, et ensuite grillée dans des foyers en plein air. Pour ce grillage on fait une couche de bois dans le fourneau, laquelle est ensuite chargée d'une autre couche de 50 quintaux de matte de cuivre; le grillage se répète jusqu'à ce que le cuivre paraisse, et il faut aussi pour cela répéter le feu 15 à 20 fois, et encore plus quelquefois. Lorsque la matte de cuivre est convenablement grillée, elle est ensuite fondue dans un fourneau qui sert à la fonte crue, dont on fait le creuset un peu plus petit, et qu'on prépare avec de la brasque pesante.

Un fondage de mattes de cuivre ne dure que 48 heures, ou tout au plus 72, et pendant ce tems le fourneau peut fondre 6 à 8 tâches de 9 à 10 quintaux chacune.

(1) Cette matte de cuivre est un des produits de la fonte des mattes de plomb, et qui se rassemble lorsqu'on perce, dans le bassin de réception sur le bain de plomb, d'où on la tire en forme de gâteaux plats.

Voici la composition d'un fondage de mattes de cuivre :

- 200 quintaux de matte de cuivre grillée.
- 60 à 80 quintaux de crasses qui proviennent de la fonte de la matte de cuivre.
- 100 à 140 quintaux de scories vitreuses.

Les produits de cette fonte consistent en :

- 70 quintaux de cuivre noir du contenu de 5 à 10 onces d'argent par quintal, et de 60 à 80 livres de cuivre.
- 60 à 80 quintaux de crasses qui contiennent 2 à 3 onc. d'argent, et 50 livres de cuivre par quintal.
- 200 à 250 quintaux de scories qu'on emploie dans la fonte de la matte de plomb.

Art. VI.

De l'opération de l'affinage de l'argent.

La plupart de l'argent contenu dans les minerais, se joint au plomb dans la fonte au plomb, avec lequel il se sépare des autres matières étrangères qui constituent la masse de ces minerais. Pour séparer cet argent de son plomb, on le fait passer par le fourneau d'affinage où la masse est fondue. Le fourneau dont on se sert à Freyberg pour cette opération, est fait d'un simple pied de maçonnerie qui est rond. Sur le foyer de ce fourneau, qui est construit de briques, on forme le bassin d'affinage d'une masse qui est composée de quatre parties de cendres lessivées et d'une partie de chaux éteinte. Ce fourneau a d'un côté une chauffe avec son cendrier. L'on couvre le bassin d'affinage avec un chapeau de fer, qui peut se placer et se déplacer facilement par le moyen d'une grue.

Lorsque ce bassin est préparé, on y dispose

70 quintaux de culots de plomb des fontes, sur lesquels on met du charbon allumé et quelques bûches fendues ; l'on couvre le fourneau avec son chapeau, on fait du feu dans la chauffe, et on fait aller les soufflets.

Un affinage ordinaire est de 100 quintaux d'œuvres de plomb de fonte, et comme on n'a mis d'abord dans le fourneau que 70 à 80 quintaux de plomb, on n'y introduit les autres 20 ou 30 quintaux que quand le premier est fondu. Quand on affine en même-tems l'argent de l'amalgamation, on n'y introduit que 70 à 80 quintaux de plomb et 1000 à 1500 marcs d'argent. Dans cette opération on pousse le feu, jusqu'à ce que le plomb et les autres métaux, contenus dans le mélange du bain, soient oxydés et séparés de l'argent.

Lorsque l'argent est affiné, il paraît assez brillant à sa surface, il donne une espèce d'éclair, et alors l'opération est finie. Dans ce cas on arrête aussitôt le feu, on jette de l'eau dans le bassin du fourneau pour refroidir l'argent, on démonte le chapeau et on retire la platine d'argent.

Cet argent n'est point encore tout-à-fait pur, et pour le purifier, il faut le raffiner. Un affinage dure ordinairement 24 heures, et produit de l'argent d'éclair ou d'affinage, de la litharge jaune, rouge et noire, du test (1) et de la crasse (2).

(1) Le test n'est autre chose que la cendre du bassin d'affinage, durcie par l'imbibition du plomb ou de la litharge qui la pénètre, jusqu'à une certaine profondeur, pendant l'opération.

(2) Cette crasse est le premier produit qui paraît dans

Art. VII. *Du rafraîchissement ou refonte de la litharge, et de l'affinage du plomb qui en provient.*

Cette refonte se pratique dans un demi-fourneau, dont le creuset se fait de brasque légère, ayant deux bassins de réception. Dans ce fourneau l'on fait en 24 heures une fonte de 200 quintaux de litharge, qui est fondue avec du charbon seul sans aucun fondant. Cette fonte produit d'une part, 170 quintaux de plomb, qui coule du premier bassin dans le second, où on le nettoie des scories, et on le jette ensuite dans des moules de fer, pour le former en saumons, et d'une autre part, 30 quintaux de scories, qui contiennent encore du plomb, qui s'emploient dans la fonte des scories de plomb.

Le plomb de cette refonte n'est pas encore parfaitement pur; on le purifie sur une aire, ou espèce de lit incliné, semblable aux lits des scories des fourneaux de la fonte crue et au plomb. Le sol de ces lits se fait avec des scories, sur lesquelles on met une couche de poussière de charbon; au pied de ce lit il y a un bassin de réception pour recevoir le plomb fondu. Pour affiner le plomb, l'on forme sur cette aire une couche de bûches, croisées les unes sur les autres; sur cette couche on en fait une autre de saumons de plomb, et

l'opération de l'affinage; elle consiste proprement en une espèce de peau ou croûte, qui se forme au commencement sur le bain de plomb.

alors on allume le feu. Le plomb qui fond coule dans le bassin de réception, laissant beaucoup de scories sur le sol de l'aire; on l'écume dans le bassin, ensuite on le jette de nouveau dans des moules. Les scories qu'on tire du bassin, servent, comme les autres, à la fonte de celles de plomb.

Le plomb provenant de cette fonte, contient encore de l'argent; on le passe de nouveau dans le fourneau d'affinage de l'argent. On met dans ce fourneau 170 quintaux de plomb, et on convertit ce plomb en litharge, jusqu'à ce qu'il ne reste dans le bassin qu'un gâteau de ce métal à-peu-près du poids d'un quintal, lequel renferme l'argent contenu dans le plomb. Les premiers 110 quintaux de litharge sont refondus ensuite, pour faire le plomb d'essai, et le reste s'emploie pour la fonte au plomb.

Du rafraîchissement ou refonte des crasses provenant de l'affinage de l'argent et de celui de cette refonte.

Art VIII.

Les crasses qui se séparent du plomb dans l'opération de l'affinage de l'argent avant que la litharge commence à couler, sont mises de côté, jusqu'à ce qu'on en ait une quantité suffisante pour un fondage. Cette refonte se fait dans un des fourneaux de la fonte au plomb, et voici la composition d'une refonte:

350 quintaux de crasses.

50 quintaux de scories de plomb.

La refonte commence le lundi, et finit ordinairement le jeudi; ensuite on fond encore

deux fois les scories provenant de cette fonte, mais les dernières sont jetées dans les décombres.

Les produits de cette refonte sont (outre les susdites scories) 240 quintaux de plomb rafraîchi.

Ce plomb n'est point pur ; on met pour l'affiner 240 quintaux du même plomb dans un fourneau à affiner l'argent, dont le bassin est fait de brasque composée de parties égales de poussière de charbon et de terre glaise. On l'y fait fondre à l'aide d'un feu violent, le laissant long-tems en bain. Les différens métaux, contenus dans le plomb, se convertissent en scories, surnagent dans le bain de plomb, se retirent peu-à-peu, et lorsque les scories tombent un peu claires et lithargeuses, l'on commence par prendre une épreuve de plomb, pour voir s'il est malléable et pliant, et si on le trouve ainsi, on le fait couler du fourneau dans un bassin de percée, et on le jette dans des moules ronds pour le former en culots.

Art. IX.

Du raffinage de l'argent.

L'argent affiné contient encore du plomb, du cuivre et d'autres substances métalliques ; pour le débarrasser de ces substances étrangères, on le brûle dans un foyer devant le soufflet. Cette opération ne se fait point dans les ateliers des fonderies, mais dans la ville de Freyberg même, où il y a un laboratoire de raffinage, pour raffiner tout l'argent provenant des fonderies et de l'amalgamation.

Le fourneau pour ce raffinage est une forge à deux foyers ; l'argent s'y raffine dans des tests, faits de deux parties de spath pesant pulvérisé, et mêlés avec une partie de cendre d'os, et moulés dans des poêles de fer en forme de calotte, dans lesquels ils restent, et où on les polit avec une boule de laiton. Lorsque les tests sont faits, on les chauffe pour les sécher, et on les place dans le foyer de la forge, ayant soin de les enfoncer dans une fosse de cendres pour les affermir. Il faut qu'ils soient mis bien de niveau sur le foyer, et appuyés contre le mur à un pouce au-dessous de l'issue de la tuyère des soufflets.

Lorsque le test est placé, le raffineur le remplit avec de l'argent, qu'il couvre de charbons allumés, et alors il met les soufflets en mouvement. Aussitôt que l'argent est fondu, le raffineur retire les charbons et nettoie la surface du bain de l'argent, tant des cendres et des charbons que des scories ; il dispose aussitôt après deux grosses bûches fendues sur le test, qui le couvrent tout-à-fait. Pour que la flamme tombe toute sur le bain, on met aussi une bûche fendue assez mince le long du mur, contre le trou de la tuyère, ayant bien soin de l'y conserver pendant toute l'opération.

Dans le raffinage on ajoute toujours à chaque tâche, ou du plomb, si l'argent provient de l'amalgamation (cet argent étant pour lors riche en cuivre), ou du cuivre, si l'argent provient des fonderies (celui-ci étant alors riche en plomb).

Le raffineur remue de tems en tems le bain

avec une baguette de fer recourbée par sa pointe et rouge, pour que l'argent ne s'y attache point. Le raffineur prend de tems en tems un essai avec une baguette de fer faite en crochet par la pointe et froide, pour que l'argent s'y attache. S'il s'y attache, c'est une marque qu'il commence à devenir fin, et s'il s'y forme un bouton, dont l'éclat de sa surface soit miroité, et qu'il creve dans toute son étendue, aussitôt qu'on l'expose à l'air, cela prouve que l'argent est au degré de pureté auquel on prétend l'avoir, degré qui est de sept onces et sept gros par demi-marc (1).

Dès que l'argent est raffiné, le raffineur retire tout le feu de la forge, et nettoie toute la surface du bain, faisant encore un peu aller les soufflets pour le refroidir; ensuite il y jette de l'eau pour fixer l'argent, il retire le test de la forge et prend le culot d'argent. Après que cet argent a été refroidi dans l'eau, le garçon du laboratoire le nettoie avec une brosse de fer, et le lime un peu du côté convexe près du bord, pour que l'essayeur y prenne un échantillon, afin de l'assayer et d'en reconnaître le véritable titre (2).

(1) Les produits de cette opération sont l'argent raffiné, le test et les crasses qui se forment pendant le raffinage. Le test est concassé en morceaux et tamisé; la partie qui passe à travers le tamis, et qui ne contient rien de métallique, s'emploie de nouveau pour faire des tests; mais l'autre partie qui reste dans le tamis, et qui contient du métal, se ramasse avec les déchets des culots, ou petits morceaux qui tombent, quand on nettoie les culots, ainsi que les crasses et les déchets qui restent dans les foyers; le tout est livré aux fonderies, où on l'emploie dans la fonte au plomb.

(2) Les culots d'argent sont ensuite pesés et remis au tra-

SUPPLÉMENT.

L'auteur a terminé son intéressant ouvrage par un Supplément, où il parle entre autres choses du petit atelier d'amalgamation, où les premiers essais en grand ont été faits, et des écrits, tant sur l'amalgamation en Saxe, que sur les fonderies de Freyberg, et à cette occasion, il annonce qu'il se propose de publier une Description théorique et pratique de tous les travaux qui sont en usage dans les ateliers qu'il a visités. On ne peut qu'attendre un excellent ouvrage de la part d'un savant qui, comme M. Fragoso, a fait une étude approfondie des différentes sciences qui se rapportent à l'art des mines, et qui joint au mérite de bien observer, celui de bien décrire.

sortier. Lorsque l'essayeur les a essayés, on les pèse de nouveau en présence de quelques Officiers du Comité des fonderies, et on les livre enfin à la Monnaie.