

FIN DU MÉMOIRE

Sur la préparation mécanique et sur le traitement métallurgique du minerai de plomb argentifère de Vialas et de Villefort (département de la Lozère);

Par M. J. LEVALLOIS, Ingénieur au Corps royal des Mines.

DEUXIÈME PARTIE.

Fonderie. — Établissement de Villefort.

Introduction. — La fonderie de Villefort a été Historique; établie en 1777, à l'époque où fut donnée la concession des mines de ce canton.

C'était dans le but de traiter le cuivre pyriteux provenant du filon de Fressinet, et la galène que fournissaient d'autres filons, tels que ceux de Mazimbert, de Peyrelade, de la Rouvière, etc. On construisit, à cet effet, les deux fourneaux à manche qui existent encore aujourd'hui; mais bientôt le filon de cuivre s'appauvrit et se perdit totalement; les filons de plomb diminuaient de richesse, et présentaient des difficultés toujours croissantes pour l'exploitation. Ce fut dans ces conjonctures, en 1781, qu'on découvrit fort heureusement les mines de Vialas, qui, depuis ce temps, ont été traitées exclusivement à la fonderie. On s'occupa alors de construire les deux fours à réverbère. Le fourneau de coupelle ne fut bâti que trois ans plus tard.

État sommaire de l'établissement.

La fonderie se compose : 1^o. d'un atelier renfermant deux fourneaux à réverbère pour le grillage du schlich, et pour la revivification des litharges ; deux fourneaux à manche pour la fonte du schlich grillé, etc., munis, chacun, d'une paire de soufflets en bois mus par une roue à augets ;

2^o. D'un atelier renfermant un fourneau de coupelle pour l'affinage de plomb d'œuvre, lequel reçoit le vent d'une trompe très-élevée ;

3^o. D'un atelier renfermant un petit fourneau de coupelle pour le raffinage de l'argent, des fourneaux à vent pour les essais de plomb, et de petits fourneaux pour les essais d'argent ;

4^o. D'un atelier pour la fabrication de la grenaille ;

5^o. D'un atelier renfermant un four à réverbère pour la calcination, et des cuves pour la lexivation des cendres ;

6^o. D'un petit bocard à sec, destiné à piler les substances qui forment les brasques, etc. ;

7^o. D'un petit moulin pour broyer les os ;

8^o. D'une caisse allemande pour le lavage des résidus provenant du fourneau à manche, etc.

Situation et communications.

La fonderie est située à un quart d'heure au nord-est de Villefort : elle est construite sur la rive droite du ruisseau de Costeylades, qui coule de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est à travers un petit vallon tapissé de prairies très-fertiles, et orné de beaux châtaigniers : c'est ce ruisseau qui fait marcher l'usine. On arrive à la fonderie par un chemin plan, tracé le long du cours d'eau.

Villefort est, comme on l'a déjà dit, à 2 myriamètres de Vialas, où sont situées les mines et les laveries. Les forêts qui approvisionnent l'é-

tablissement sont à un demi-myriamètre. Quatre grandes routes traversent la ville ; elles conduisent à Mende, à Langogne, aux Vans et à Alais ; ces routes, toutefois, ne peuvent être facilement fréquentées que par les mulets.

La prise d'eau est faite dans le ruisseau de Costeylades, à 250 mètres environ au-dessus de la fonderie. L'eau est amenée par une rigole, qui, au moyen de vannes, peut communiquer à volonté avec l'un ou l'autre de deux canaux, dont le premier aboutit à une trompe, et dont le deuxième se rend sur deux roues à augets. L'une de ces roues fait marcher les soufflets du fourneau à manche, et l'autre fait mouvoir de petits pilons. Prise d'eau.

La chute, depuis l'entrée dans la trompe jusqu'à la rivière, est de 20 mètres, sur lesquels les 6 derniers sont à-peu-près employés à faire aller le moulin de la ferme ; les 14 mètres restans sont distribués de la manière suivante :

1^o. Quand l'eau arrive dans la trompe :

Depuis le haut de la trompe jusqu'à son dégorgeoir, 9 mètres ; depuis ce dégorgeoir jusqu'au canal qui mène l'eau au moulin de la ferme, 5 mètres.

2^o. Quand l'eau arrive sur les roues à augets :

Depuis le haut de la trompe jusqu'au sommet de la grande roue, 6,7 ; depuis le sommet de cette roue jusqu'à son point le plus bas, 4 ; depuis ce point le plus bas jusqu'au canal qui mène l'eau au moulin de la ferme, 3,3 (1).

(1) On voit que l'économie des eaux motrices n'est pas mieux observée à Villefort qu'à Vialas, et que la construction des roues à augets pêche par le même principe dans les deux établissements.

Les chômages, dans l'été comme dans l'hiver, ne sont ni fréquens ni longs. D'ailleurs, s'il en arrive, on peut employer ce temps-là à faire les opérations dans lesquelles on n'a pas besoin de mettre les machines soufflantes en jeu.

CHAPITRE 1^{er}. *Description.* — § 1^{er}. *Du schlich.*
Les ateliers de Vialas fournissent à la fonderie, ainsi qu'on l'a vu, trois espèces différentes de schlichs : le *schlich* proprement dit, le *pur et criblé*, et le *fin sec et bourbe*.

Transport. Le transport s'en fait à dos de mulets. Au mois de juin 1821, on le payait à raison de 3 francs 38 centimes par quintal métrique ; mais à partir de cette époque, l'entreprise en a été adjugée à 2 francs 85 centimes. M. Mosnier-Chapelle vient de faire pratiquer à travers la montagne un nouveau chemin plus direct que l'ancien, ce qui amènera encore une diminution dans le prix des transports.

Essais. Avant de traiter ces schlichs, on en fait l'essai pour connaître la teneur de chacun d'eux en plomb et en argent. Pour cela, au moment où on les apporte à la pesée, on en prend une pincée sur chaque quintal, et on réunit dans un vase toutes les pincées d'une même espèce de schlich ; ensuite on les mélange bien intimement, et on en prend une certaine quantité pour opérer l'essai.

On commence par griller la matière sous la moufle d'un petit fourneau de coupelle, puis on la met, avec trois parties de flux noir, dans un creuset, en recouvrant le mélange de sel commun. Le creuset est chauffé dans un fourneau à vent. On obtient ainsi généralement, dit-on, 55 pour 100 de plomb d'œuvre. Le culot est ensuite

passé à la coupelle, et cet essai donne, moyennement, 4 onces et demie d'argent au quintal de schlich, ou 0,0028. En 1808, le schlich tenait 5 onces d'argent, et davantage encore, avant cette époque : de là on concluait que le minerai allait en s'appauvrissant dans la profondeur.

On fait encore, dans le courant du travail, deux autres essais, un sur le plomb d'œuvre après l'enlèvement des premiers écumages au fourneau d'affinage, et enfin un sur l'argent raffiné, pour en connaître le titre.

Le traitement auquel on soumet le schlich pour en extraire le plomb d'œuvre, consiste à le griller au fourneau à réverbère, et à le fondre ensuite au fourneau à manche.

§ 2. *Grillage ou calcinage.* — Le grillage se fait dans des fourneaux à réverbère, dont l'intérieur, présentant la forme d'un ovale un peu aplati sur le devant, a 2^m,95 de long sur 1^m,84 de large vers le milieu. Là, la distance de la sole à la voûte est de 0^m,65 ; cette voûte est très-aplatie, et n'a pas plus de 0^m,08 de flèche.

Six ouvertures sont pratiquées dans ces fourneaux ; savoir, quatre sur le devant, dont une pour la chauffe et trois pour le travail ; une au bout, laquelle sert aussi pour le travail ; et enfin une à la voûte, au-dessus de la porte du milieu : c'est par celle-là qu'on charge. La cheminée a 10 mètres de haut à-peu-près.

Deux canaux d'évacuation traversent le fourneau dans toute sa longueur, et débouchent dans le cendrier : ils ont 0^m,32 de haut sur 0^m,24 de large ; ils sont recouverts par des plaques épaisses de schiste micacé, au-dessus desquelles on met un lit de 0^m,12 à 0^m,13 de scories, ou de toute

Traitement
métallurgi-
que.

Grillage du
schlich.
Fourneaux à
réverbère.

autre matière qui laisse des interstices pour le passage de l'humidité, et qu'on recouvre encore de 0^m,05 de terre grasse. De petits conduits partent du niveau des scories et aboutissent à la face antérieure du fourneau; ensuite on établit là-dessus deux soles, dont la première a 0^m,19 et la deuxième 0^m,22 d'épaisseur. On lie quelquefois ensemble ces deux soles; mais il est préférable de les battre indépendamment l'une de l'autre, parce que lorsque celle de dessus est seule imbibée, on peut se contenter de l'enlever, et continuer à griller sur l'autre. La sole est un peu creusée vers le milieu, et c'est de ce milieu que part un conduit incliné qui aboutit à la face de devant, et par lequel on coule les matières grillées.

Pour composer les soles, on pile des pierres de grès à gros grains et de la terre glaise, et on fait une pâte bien liante de deux tiers de grès sur un tiers de terre. Cette pâte est ensuite tassée et battue fortement à l'aide de matreaux et de pilons en fer.

La voûte d'un fourneau peut durer huit à dix ans; mais la sole doit être refaite tous les ans, parce qu'au bout de ce temps elle est suffisamment imbibée.

Charge. La charge du fourneau de grillage se compose de 6 quintaux 20 (1) de schlich supposé sec (2);

(1) On pourrait probablement charger jusqu'à 9 ou 10 quintaux à-la-fois, et cela produirait une économie de temps et de combustible.

(2) On défalque, dans les pesées, un onzième du poids pour l'eau contenue dans le *schlich*, dans le *fin sec et bourbe*; le *pur et criblé* est sensé privé d'humidité.

Le peu de concordance qui existe entre des analyses des

elle n'est pas formée dans des proportions constantes des diverses espèces de schlichs. Depuis quelque temps, le *fin sec et bourbe* est grillé séparément, parce que la matte qu'il donne n'est jamais fluente, et qu'on est obligé de l'arracher solide du fourneau.

Quand on veut mettre le fourneau de grillage en train, on commence par le chauffer pendant douze heures. Au bout de ce temps, on charge par l'ouverture de la voûte, que l'on bouche ensuite avec une forte brique; on étend la charge sur toute la sole au moyen de pelles et de crochets en fer, puis on referme les portes. On a soin, au commencement, de ne pas faire un feu très-fort; on choisit les plus gros morceaux de bois, que l'on mêle avec égale quantité de houille. Lorsque le schlich est devenu rouge, et qu'il s'est déjà formé une pellicule blanche (ce qui arrive plus tôt auprès de la chauffe), on commence à le remuer et à le retourner par la première porte, à l'aide de grandes pelles ou spadèles en fer, et successivement par les deux autres portes, au fur et à mesure que la chaleur se propage. On fait cette manœuvre, toutes les demi-heures, pendant sept heures, en soutenant toujours le feu au même degré. Au bout de ce temps, on augmente le feu, et on remue encore toutes les demi-heures pendant cinq heures (1). Déjà on observe que la masse se ramollit: alors on remplit la chauffe de combustible, pour donner un très-fort coup

schlichs crus et celles des schlichs grillés me porte à croire que l'évaluation de l'eau n'est pas exacte.

(1) On prétendait que c'était l'arsenic qui se dégageait dans cette deuxième époque du travail; mais les schlichs ne renferment pas la moindre trace de cette substance.

de chaleur qui opère la fusion ; on remue plus activement avec des râcles, et en trois heures et demie ou quatre heures, la matière est en fluidité : on aperçoit quelques gouttelettes de plomb. Alors on débouche le trou de la coulée, par où la matière se répand sur le sol de l'atelier ; on jette de l'eau dessus pour la refroidir, et ensuite on la concasse avec un pic. Après avoir rebouché le trou avec un tampon de terre grasse, et après avoir laissé refroidir le fourneau pendant deux heures, on recharge.

Résultats. L'opération dure dix-huit heures, en comptant les deux heures pour le temps du refroidissement du fourneau.

On fait de suite trente-six grillages, dont le produit entre dans une même fonte.

Le schlich sec perd de 10 à 12 pour 100 au grillage, de manière que la charge se réduit, terme moyen, à 5 quintaux 50.

On brûle, pendant le grillage d'une charge, 2 quintaux à 2 quintaux et demi de houille, et 10 quintaux de bois environ.

Quatre ouvriers sont employés à un grillage, savoir : deux maîtres et deux aides ; ils sont divisés en deux postes, travaillant, chacun, douze heures.

On consomme, dans un grillage, 29 kilogrammes de fer d'outils, dont la valeur, y compris six journées de forgerons employés pour les réparer, peut être estimée à 33 francs 85 centimes.

Emploi du fer. Autrefois on avait l'habitude d'ajouter sur une charge de schlich 14 à 15 kilogrammes de matières terreuses, débris de fonte, etc. (1) ; mais on

(1) Cette quantité est bien insuffisante pour opérer la dé-

y a renoncé, parce que cela n'amenait aucun résultat avantageux.

Les soles des fourneaux de grillage sont démolies ordinairement tous les ans ; elles sont fort riches en argent, et on les repasse dans les fontes ordinaires.

Une de ces soles, démolie au bout de deux ans, pesait 38 quintaux et demi, et contenait à-peu-près 20 kilogrammes d'argent, et 36 pour 100 de plomb. Le même fourneau à réverbère sert encore à griller les *abstrichs* ou *litharges noires*, provenant des premiers écumages du bain de coupelle. Dans chaque série de trente-six grillages, il y a toujours deux charges de cette matière, et on passe dans ces deux charges tous les *abstrichs* fournis par les deux affinages précédents, formant à-peu-près 13 à 14 quintaux.

On commence par les réduire en poussière sous des pilons, puis on les jette dans le fourneau, où on les expose vingt-quatre heures à un feu progressif, en ayant soin de remuer comme dans le grillage du schlich. Au bout de ce temps, on les retire non fondus et encore en poussière : ils sont alors devenus jaunes de noirs qu'ils étaient d'abord ; ils ont perdu 6 à 7 pour 100 de leur poids.

Le pilage des *abstrichs* emploie deux journées de manœuvres.

§ 3. Fonte du schlich grillé. — La fonte du schlich grillé s'opère dans un fourneau à manche.

Le vide intérieur de ce fourneau a en hauteur

Sole riche des fourneaux de grillage.

Grillage des *abstrichs* ou *litharges noires*.

Fourneaux à manche.

composition. Dans tous les cas, il est trop difficile de se procurer des ferrailles à Villefort, pour que le mode de traitement par le fer puisse y être pratiqué avec bénéfice.

2^m,06 au-dessus de l'aire de la fonderie, en profondeur 1^m,0, en largeur 0^m,51 au bas et 0^m,54 dans le haut : de sorte que les deux parois ont un léger évasement. La cheminée a 9 à 10 mètres d'élévation.

Quand on veut préparer le fourneau pour une fonte, on en remplit le fond, et tout l'encaissement en pierres qui forme l'avant-foyer et qui a 0^m,57 de haut, avec une brasque fortement tassée. On règle ensuite la pente de cette brasque de manière à ce qu'elle monte, sur le derrière, au niveau de la tuyère (à 0^m,92 au-dessus du sol), et à ce qu'elle arrive, sur le devant, au niveau de l'avant-foyer. Par suite de l'application de cette brasque, la hauteur du vide du fourneau se trouve effectivement réduite à 1^m,14 sur le derrière, et à 1^m,49 sur le devant, lequel est ensuite fermé avec un petit mur en briques de 0^m,05 d'épaisseur, qu'on lie avec de la terre glaise. A la partie inférieure, on met, au lieu d'une brique, une plaque de fonte nommée la *firvente*; on pratique au-dessus une ouverture carrée de 0^m,19 de côté, qu'on appelle *l'œil*, et qui se ferme avec un morceau de brique.

Cela fait, on creuse dans la brasque le bassin dit *de réception*, de manière à ce qu'il dépasse la *firvente* de 0^m,16. On lui donne 0^m,41 de diamètre, et 0^m,22 de profondeur; mais il s'agrandit pendant le travail. On trace sur le fond du fourneau de petites rigoles qui y aboutissent. Un autre bassin, dit *de percée*, plus grand que le premier, est aussi pratiqué dans la brasque, au pied du fourneau, sur le sol de la fonderie. Un trou incliné, que l'on débouche au moment de la coulée, établit la communication de l'un à l'autre.

La chemise ou doublure du fourneau, qui est en pierres de grès de 0^m,27 d'épaisseur sur les côtés, et de 0^m,34 dans le fond, a besoin d'être réparée à chaque fonte. Les pierres qui se trouvent dans le voisinage de la tuyère sont rongées et doivent être remplacées.

La brasque est composée de cinq parties de charbon de bois et d'une de terre glaise, le tout pilé et tamisé; on l'humecte un peu, et on la tasse fortement avec des pilons de fer.

L'air est lancé dans le fourneau par deux soufflets en bois, mus par une roue à augets de 4 mètres de diamètre. Les tuyères sont en fer; elles sont placées horizontalement à 0^m,92 au-dessus du sol. La capacité de chacune des caisses est de 0^m,65.

On passe au fourneau pendant la durée d'une fonte :

200	quintaux de schlich grillé.	} (1)
12,5	litharge noire grillée.	
1	litharge riche.	
25	fonds de coupelle.	
1	relavins.	

On ajoute 20 quintaux de scories.

On forme sur le sol de l'atelier au fur et à mesure qu'on en a besoin, une *schite* ou tas, composée de couches stratifiées de ces matières. On met ordinairement dans ces tas trois brouettes de schlich, neuf de scories, une bachasse de fonds de coupelle, une de litharge noire et une de litharge riche, ou de relavins.

(1) Ces matières proviennent du travail précédent. On porte la teneur des fonds de coupelle à 0,65 de plomb, et à 0,000625 d'argent. La richesse des *relavins* est estimée à 0,33 de plomb.

Soufflets.

Charge.

Travail.

Avant de commencer la fonte, on chauffe le fourneau pendant douze à quinze heures, en y jetant plusieurs paniers (1) de charbon de bois, on entretient le feu de manière qu'il y ait toujours du combustible allumé sur les deux tiers de la hauteur. Cette préparation étant faite, on recharge cinq à six paniers de charbon par-dessus une bachasse de scories, puis un panier de charbon, et enfin, pour recouvrir le tout, deux bachasses de scories. Le fourneau est alors à-peu-près plein; on donne le vent.

Les scories descendent graduellement en se fondant, et viennent se figer devant la tuyère, où elles forment un nez. On ne réussit pas toujours à former ce nez instantanément, il faut quelquefois ajouter des sables réfractaires, ou, sans cela, il se fond.

Au bout de trois quarts d'heure ou d'une heure à-peu-près, on met la deuxième charge, qui se compose de deux bachasses de scories, d'un panier de charbon par-dessus, et enfin de deux bachasses de la schite (2). On recharge ensuite, à-peu-près de trois quarts d'heure en trois quarts d'heure, en augmentant, au fur et à mesure que le fourneau devient plus chaud, le nombre de bachasses de la schite, qu'on porte jusqu'à sept ou huit; mais cela n'a lieu que vers le troisième ou le quatrième jour. Alors aussi les charges se succèdent avec plus de rapidité de demi-heure en demi-heure.

On a soin de charger le charbon sur le devant

(1) Le panier de charbon pèse 23 kilogrammes environ.

(2) La bachasse de schite pèse à-peu-près 33 kilogrammes.

et la schite sur le derrière, afin de conserver le nez.

La durée de la fonte est à-peu-près de huit à dix jours, et on conduit le feu de manière que la chaleur aille en augmentant pendant les trois premiers jours, reste stationnaire les deux jours suivans, et décroisse ensuite.

Bientôt les scories entrées en fusion et le plomb réduit coulent dans le premier bassin (1) et le remplissent. On ne laisse pas les scories fluer d'elles mêmes sur l'avant-foyer; mais dès que leur surface vient à se figer, l'aide fondeur, passant sa spadèle par-dessous, soulève la plaque et la lance sur le tas.

Au bout de six à sept heures, le bassin de réception est presque entièrement rempli de plomb. On établit alors la communication avec le bassin de percée, au moyen d'une barre de fer, dite *stik*. Aussitôt que le métal s'est tout entier écoulé, on rebouche la communication avec un tampon conique, fait avec la matière de la brásque. On laisse refroidir le bain de plomb jusqu'à ce qu'il ne soit plus rouge, alors on enlève les scories qui le surnagent. Quant aux *matte*s, il ne s'en forme que fort peu, et que l'on se contente d'écumer grossièrement, après quoi, l'on coule dans les lingotières.

C'est après la coulée qu'un des ouvriers s'occupe à nettoyer le fourneau. En passant le *stik* par le vide qui existe alors sous la firvente, il

(1) On forme tout autour des bords un bourrelet en sable mouillé, pour augmenter la profondeur du bassin, afin que le métal et les scories aient plus de temps pour se séparer.

gratte pour détacher les *louis* qui peuvent adhérer aux parois, et les retire. Dans le cas où les masses sont trop considérables pour sortir par là, il peut en résulter engorgement, alors on charge pendant quelques instans en charbon seulement, pour tâcher d'en déterminer la fusion : si on n'y réussit pas, on laisse descendre la charge, on arrête les soufflets, et on ouvre l'œil pour nettoyer complètement le fourneau. Cet accident entraîne beaucoup de frais; mais il arrive rarement.

Quand les matières à fondre sont épuisées, on jette dans le fourneau deux ou trois charges de scories pour opérer la fusion de tout ce qui peut y rester; puis, quand elles sont descendues au-dessous de la tuyère, on arrête le vent, et on ouvre l'œil pour nettoyer l'intérieur. Les masses qu'on en retire, mélangées de schlich, de matte, de fer, de charbon, sont cassées au marteau à la main, et lavées dans une caisse allemande : c'est ce qui donne les *relavins*, que l'on passe au fourneau à manche.

Quand le fourneau va bien, son nez est de 0^m,20 à-peu-près; quand il est trop long (et on s'en aperçoit facilement parce que la flamme sort abondamment par-dessous la firvente), un ouvrier monte sur une échelle placée sur le devant du fourneau, et essaie de le casser avec un long stik, ou bien on tâche de le faire fondre, en chargeant fortement en charbon sur le derrière; quand il est trop court, on l'allonge de la même manière qu'on l'a formé, en chargeant en scories.

Résultats. La durée d'une fonte est de huit à dix jours.

Le produit d'une fonte est de 120 quintaux de plomb d'œuvre à-peu-près.

Il sort du fourneau environ 125 quintaux de scories.

On consomme 112 quintaux de charbon de bois, y compris le déchet, qui est de 6 quintaux.

On emploie six ouvriers; savoir : deux maîtres, deux aides et deux sous-aides (1); ils sont divisés en deux postes travaillant, chacun, douze heures.

Il entre dans la brasque pour 5 francs 50 centimes de matériaux.

Il faut onze journées pour la préparation de cette brasque, pour le cassage des abstrichs et des fonds de coupelle, pour le cassage et le lavage des relavins, et pour le nettoyage du fourneau.

La réparation du fourneau après chaque fonte, tant en pierres qu'en main d'œuvre, peut coûter 10 francs.

On estime qu'il en coûte, moyennement, 8 francs 41 centimes pour tirer le plomb d'œuvre d'un quintal métrique de schlich cru.

§ 4. *Affinage du plomb d'œuvre.* — Le four- Fourneau de
neau de coupelle a intérieurement 2^m,38 de dia- coupelle.
mètre, excepté du côté de la chauffe, où le cercle est un peu tronqué, et où le diamètre est réduit à 2^m,25. La cheminée s'élève de 5^m,50 à-peu-près.

L'ouverture par laquelle arrive le vent de la machine soufflante, et l'embrasure de la voie de litharge, sont placées diamétralement en face l'une de l'autre, la dernière étant à 1^m,38 de la bouche de la chauffe. Une communication est établie de la

(1) Quatre ouvriers suffiraient à ce travail.

cheminée à la voûte de cette embrasure pour le dégagement des vapeurs plombeuses (1).

La voie de litharge a plus d'un mètre de longueur, suivant un plan incliné de 12 à 15 degrés environ. Elle a, à l'extérieur, un mètre d'ouverture, et va en se rétrécissant dans l'intérieur, où elle se réduit à 0^m,32 seulement.

De grands canaux d'évacuation de 0^m,52 en hauteur et en largeur s'entre-croisent sous le milieu du fourneau ; on en pratique au-dessus de plus petits, de 0^m,09. Au niveau de ces derniers, on place un lit de scories, sur lesquelles on étend de la terre glaise, que l'on bat très-fortement, après l'avoir laissée bien sécher : c'est là-dessus qu'on établit les fonds de coupelle.

Cendres. Les cendres qui entrent dans la composition de la coupelle sont préalablement soumises à la préparation suivante.

On les détrempe d'abord dans une cuve remplie d'eau froide ; on les en retire ensuite avec un petit baquet, que l'on vide sur un tamis à mailles très-serrées, disposé au-dessus de la cuve à lessive, afin de séparer la plus grande quantité possible de charbon ; puis on décante l'eau froide, et on la remplace par de l'eau chaude. Quand la lessive est faite, on retire les cendres, et on les jette dans une caisse, où elles s'égouttent : de là on les porte au calcinage dans un four à réverbère ovale, ayant 1^m,87 de longueur sur 1^m,62 de largeur.

(1) Cette communication étant très-étroite, la hotte étant trop peu spacieuse, et le tirage n'étant pas assez actif à cause du peu d'élévation de la cheminée, il arrive qu'une grande partie des vapeurs se répand dans l'atelier et incommode les ouvriers.

Au bout de vingt-quatre heures, quand le four a été porté au rouge, cette première cuisson est terminée. On retire alors les cendres, et on les met dans une autre cuve, où on les lessive de nouveau ; de là on les jette dans la caisse, où elles s'égouttent ; enfin on les reporte au four, et ainsi de suite jusqu'à trois fois.

Les cendres étant ainsi préparées, on les mélange avec un cinquième de cendres bien tamisées d'os calcinés et moulus. On humecte le tout de manière à en former une pâte qui puisse se peloter dans la main sans s'y attacher, et c'est avec cette pâte qu'on forme la coupelle, en la tassant fortement avec des pilons de bois garnis d'une calotte en fer, et qu'on a soin de faire chauffer de temps en temps. On commence à battre la terre au centre, en gagnant progressivement vers la circonférence et jusque dans l'entrée de la voie de litharge, et on recommence cette manœuvre jusqu'à ce que la terre ait été tellement comprimée, qu'on ne puisse pas y faire la moindre empreinte en y appuyant fortement le doigt ; puis on laisse sécher la coupelle pendant une nuit.

La machine soufflante est une trompe de l'espèce de celles qui reçoivent l'air par des ouvertures latérales. Elle a 9 mètres depuis le point où l'eau entre dans le tuyau de chute, jusqu'à celui où cette eau sort de la caisse à air. Le tuyau a à-peu-près 0^m,27 de diamètre à son embouchure ; l'étranglement se trouve à 2^m,27 au-dessous. Les premiers soupiraux, au nombre de cinq, sont placés à 2^m,60 du haut de la trompe : ce sont des trous cylindriques obliques de 0^m,54 de diamètre ; cinq autres sont placés à 0^m,08 plus bas.

Formation
de la cou-
pelle.

Trompe

L'air lancé par une tuyère en fer, dont l'orifice a 0^m,041 de diamètre, est ensuite dirigé et éparpillé sur la surface du bain, au moyen d'une sorte de pelle de fer appelée *papillon*. A mesure que le bain s'abaisse, on fait baisser le papillon en même temps, en relevant son manche.

Charge. La charge du fourneau de coupelle se compose de 60 quintaux environ; c'est-à-dire qu'on passe en deux affinages le plomb riche obtenu dans la fonte précédente.

Travail. La coupelle étant préparée comme nous l'avons dit plus haut, on y met un lit de paille, et par-dessus on range symétriquement les lingots de plomb à affiner. Cela fait, on place le chapeau, on le lute bien tout autour avec de la terre grasse, puis on commence à faire le feu dans la chauffe: ce feu doit être très-doux au commencement de l'opération, afin de chasser l'humidité peu-à-peu, sans quoi, il en pourrait résulter des accidens très-graves.

Bientôt le plomb entre en fusion, et peu après des crasses commencent à surnager; on augmente alors le feu, et on remue fréquemment avec une râcle de fer; enfin, quand tout est parfaitement fondu, on commence à faire jouer la trompe. A cette époque, l'ouvrier s'arme d'un râble en bois adapté à un manche de fer, pour tirer dehors les premières crasses ou premiers écumages: c'est ce qui forme les *abstrichs* ou *litharges noires*.

Lorsque ces premiers écumages ont été enlevés et que le bain est devenu bien rouge, il commence à se former à sa surface une petite pellicule de litharge, c'est environ dix-huit heures après le commencement de l'opération. Alors l'affineur, muni d'une barre de fer terminée par

une sorte de scie, fait une petite rigole dans les cendres de la voie, par où la litharge, chassée par le vent, vient couler sur le sol de l'atelier. Il est assez ordinaire que la première qui sort du fourneau entraîne avec elle quelques gouttelettes de plomb: c'est pourquoi on a soin de la mettre à part, aussi bien que toute celle qui, dans la suite du travail, paraîtrait en contenir (1); c'est ce qu'on nomme la *litharge riche*.

La *litharge marchande* est celle qui occupe l'intérieur des gros morceaux d'oxide de plomb, qui se coagulent en sortes de stalactites. Ces gros morceaux, en se refroidissant, se rompent, et on trouve leur intérieur devenu friable, et rempli de petites lamelles brillantes d'un rouge de brique, tandis que l'enveloppe est jaune (2).

Le reste forme la *litharge ordinaire*.

Pendant la sortie de la litharge, l'ouvrier est muni d'un crochet, avec lequel il enlève les matières qui s'attachent au fond de la rigole.

Lorsque le bain n'est plus recouvert de litharge, ce dont on est averti par la diminution des fumées, et parce que quelquefois il coule du plomb, l'affineur ferme la rigole avec des cendres humectées, qu'on a soin de tenir près de lui dans une caisse, et qu'il tasse fortement en appuyant dessus avec le dos de son crochet; il ne la r'ouvre ensuite que quand il s'est formé de

(1) C'est sur-tout vers la fin de l'opération qu'il est très-important d'avoir attention à cela, parce qu'alors le plomb est très-riche en argent.

(2) Il paraît qu'on obtient d'autant plus de *litharge marchande*, que l'avancement de la voie des litharges est plus considérable.

nouvelle litharge. Au fur et à mesure, la voie se baisse, et il faut augmenter le feu, qui doit être très-vif sur la fin.

Au bout de cinquante-huit à soixante heures, le bain s'est totalement dépouillé, l'éclair a paru. On remet encore un peu de bois pour donner un dernier coup de feu, qui commence en quelque sorte le raffinage; mais bientôt on arrête le vent, et on retire de la chauffe le bois qui s'y trouve. Après avoir attendu un quart d'heure pour que la surface du bain se soit refroidie, on dispose un petit chenal à la place du canon de la trompe, et par là on fait tomber de l'eau sur le bain pour le refroidir entièrement. Bientôt on détache le gâteau de la coupelle, en passant en dessous un outil terminé en forme de ciseau, et trois hommes, le tirant avec des crochets, le font sortir de champ par la voie des litharges. On le porte alors sur un banc pour le nettoyer et le laver; sa surface supérieure est toute garnie de petites végétations. On le coupe en deux parties, on le pèse, et on voit si le poids répond à l'essai en petit, en tenant compte de ce qui peut rester dans les autres produits.

Cela fait, on ôte le chapeau, et après avoir laissé refroidir le fourneau pendant quinze à vingt heures, on enlève les fonds de coupelle.

L'imbibition ne va guère qu'à 0,006 de profondeur. Les cendres non imbibées sont de nouveau tamisées, et resservent à l'affinage suivant. Le fourneau se trouve généralement peu endommagé, si ce n'est dans la garniture intérieure en briques, qu'il est nécessaire de ragréer de temps en temps.

Résultats. La durée d'un affinage, depuis la mise en feu

jusqu'à la sortie du gâteau d'argent, est de soixante heures environ.

Un affinage fournit les produits suivants :

Une plaque d'argent de 28 kilog.	15.
Abstrichs ou litharges noires.	7 quint.
Litharge riche.	0,5
Litharge ordinaire.	33
Litharge marchande.	12,5
Fond de coupelle.	12,5

Plus une certaine quantité de fumées de plomb, recueillies sur les parois du fourneau et dans la cheminée.

La consommation en bois est de 41^q,5.

On emploie cinq ouvriers; savoir : deux maîtres, deux aides, et un manœuvre, qui est occupé à transporter le bois à l'atelier, et qui ne travaille que le jour. Les quatre autres sont divisés en deux postes, travaillant chacun douze heures.

On peut évaluer à 251 fr. 74 cent. la dépense d'un affinage, consistant dans les articles suivants :

Valeur de la coupelle.

Achat des cendres.	79 fr. 20 c.		
Passage des cendres. { 15 journées. . 18 f. } 46 20			
{ 164,5 de bois. 24 } 46 20			
{ 1,25 de houille. 4,20 } 46 20			
Achat des os.	25	»	} 168 f. 09 c.
Calcination et mouture des os, 9 journées.	11	81	
Préparation de la coupelle, 2 journées de 2 ouvriers.	5	88	
<i>Travail.</i>			
41,5 quintaux de bois.	60	»	} 81 11
3 journées de 4 fondeurs et un manœuvre.	21	11	
Démolition de la coupelle, 2 journées.	2	54	2 54
			TOTAL. . . . 251 f. 74 c.

Fourneau.

§ 5. *Raffinage de l'argent.* — Le raffinage s'exécute dans un petit four à réverbère circulaire; mais, dans celui-ci, c'est la voûte ou le chapeau qui est fixe, et c'est au contraire le fond ou la coupelle qui peut se placer et s'enlever à volonté. A cet effet, deux barres de fer sont établies en dessous, et à 0^m,19 de la naissance de la voûte; elles sont destinées à supporter la coupelle, et en chassant des coins de fer entre cette dernière et ses supports, on parvient à la faire appliquer exactement contre le chapeau. Le fourneau a, sur le devant, une porte de 0^m,32 de largeur sur 0^m,19 de hauteur; il n'y a pas de machine soufflante.

Coupelle.

La coupelle est faite avec des cendres préparées, ainsi qu'on l'a vu plus haut, fortement tassées dans une carcasse, qui consiste en un cercle de fer de 0^m,60 de diamètre sur 0^m,11 de hauteur, et dont la base est traversée par deux bandes de fer. On forme à la surface supérieure un creux de 0^m,027 à 0^m,040 de profondeur, suivant le poids de la plaque qu'on veut raffiner. Cela étant fait, on place la coupelle sur les supports; on la serre comme on l'a dit tout-à-l'heure, et on la lute soigneusement avec de la terre glaise.

Travail.

On fait un raffinage pour chaque affinage; mais c'est dans la même coupelle qu'on passe les deux plaques des deux affinages d'une même fonte. On choisit pour cette opération le bois le plus sec, celui qui donne le plus de flamme.

Après avoir fait chauffer la coupelle pendant trois ou quatre heures pour la dessécher, on y introduit la plaque, coupée en morceaux; puis on bouche la porte du fourneau avec trois briques, en y laissant seulement un *œil* de 0^m,054. Cela

étant, on allume le feu, et on le pousse graduellement jusqu'à ce que le métal entre en fusion, ce qui n'arrive guère qu'au bout de deux heures: alors la litharge vient surnager le bain, et l'ouvrier, armé d'un crochet de fer qu'il a soin de chauffer préalablement, remue fréquemment pour faire oxider tout le plomb. Au bout de quatre heures, la surface paraît plus claire, la litharge devient plus rare, et bientôt elle disparaît tout-à-fait. On entretient encore le feu pendant quelque temps pour procéder au lingotage; ce qui se fait en puisant dans la coupelle avec des cuillers de fer, et en versant dans des lingotières chauffées à l'avance. Aussitôt que l'argent est refroidi, on le poinçonne, et on en enlève une languette pour faire l'essai du titre (1).

Une plaque de 28^k,15 donne 27^k,55 d'argent fin au titre de 0,9965.

Un seul ouvrier est employé au raffinage, c'est le *peseur*.

Résultats.

(1) Ce n'est que depuis le commencement de 1821 qu'on emploie ce mode de lingotage. Auparavant, on enlevait l'argent en pelotes, au bout d'une baguette de fer, qu'on plongeait dans le bain, et qu'on immergeait ensuite dans un baquet plein d'eau pour les en détacher; puis ces pelotes étaient refondues dans des creusets de plombagine chauffés dans des fourneaux à vent, et c'est après cette refonte qu'on lingotait. La méthode actuelle fait évidemment gagner du temps et du combustible; mais je pense que le mode employé à Poullaouën (voyez le mémoire de MM. Beaunier et Gallois, *Journal des Mines*, tom. XVI, page 217 et suivantes), est encore préférable, en ce qu'il évite absolument le transvasement d'une matière aussi pesante que l'argent, et dont les moindres pertes sont importantes.

On consomme 5 quintaux de bois. La coupelle vaut environ 5 francs 50 centimes.

Fourneau.

§ 6. *Revivification des litharges ordinaires en plomb marchand.*—La revivification des litharges s'opère au fourneau à réverbère (1). Ce fourneau est le même que celui employé aux grillages, seulement on a pratiqué un creux vers l'extrémité de la sole pour y recevoir le plomb, qui de là s'écoule, par un trou incliné, dans un bassin situé au niveau du sol de l'atelier; à l'angle du fourneau. Pendant l'opération, on a soin de recouvrir ce conduit de charbons rouges pour l'entretenir toujours chaud.

Travail.

On fait une revivification pour deux fontes. La charge du fourneau est de 10 quintaux environ.

Après avoir fait chauffer le fourneau pendant plusieurs heures, et dès qu'il est bien rouge, on y projette la litharge par la première et la troisième porte, avec un quart de menu charbon. On étend ce mélange sur l'aire, en l'accumulant de préférence près de la chauffe, alors on augmente le feu, et on jette même quelques bûches dans le fourneau, vis-à-vis la porte du milieu. On l'entretient ainsi pendant une heure ou une heure et demie; après quoi, on commence à remuer les matières avec des spadèles en fer, par les première et troisième portes. On s'aperçoit déjà que le plomb commence à couler; on augmente en-

(1) Ce n'est que depuis 1785 qu'on a introduit cette méthode, qui est pratiquée à Ponllaouën. Avant cette époque, on revivifiait au fourneau à manche; mais on n'obtenait, dit-on, que du plomb aigre.

core le feu, et, peu de temps après, on retourne encore le mélange. Alors le plomb ruissèle de toutes parts; on débouche le trou de la coulée; ensuite on ferme les portes extrêmes; on jette des bûches allumées par celle du milieu, et on continue à remuer de demi-heure en demi-heure. Pendant tout ce temps, le plomb coule continuellement; mais au bout de cinq heures à-peu-près, on s'aperçoit qu'il ne vient presque plus rien, alors on repousse les crasses dans le fond du fourneau, et on y introduit une seconde charge de 10 quintaux, etc. On ne retire ces crasses que toutes les vingt-quatre heures. Lessoles des fourneaux de revivification sont repassées au fourneau à manche, comme il va être dit pour les crasses blanches.

Résultats.

L'opération totale dure quatre jours, pendant lesquels on passe environ 132 quintaux de lithargé, qui donnent généralement 80 pour 100 de plomb doux, et 14¹/₂ de crasses.

La quantité totale de plomb obtenue, y compris ce que rendent les crasses, va, au plus, à 88 ou 90 pour 100.

On emploie à ce travail deux postes d'ouvriers, composés, chacun, d'un maître, d'un aide, d'un sous-aide et d'un manœuvre; ces deux derniers sont particulièrement occupés à lingoter le plomb, en ayant soin d'enlever les écumages de la surface, écumages qui sont immédiatement repassés au fourneau.

On consomme 45¹/₂ de bois et 7¹/₂ de houille. La quantité de charbon de bois employée à la réduction est de 23 quintaux.

D'après cela, on peut évaluer, comme il suit, les dépenses d'une revivification de litharges :

45 ^a ,5 de bois	66 fr.	} 273 fr.
7,5 de houille	25	
23 de charbon de bois	140	
4 journées de huit fondeurs	42	

§ 7. *Fonte des crasses blanches de litharges.*— Les crasses blanches sont fondues au fourneau à manche, comme le schlich grillé. On les mélange avec six fois leur poids de scories riches; le plomb qui en résulte est *aigre*.

On réunit dans une fonte de crasses blanches toutes celles fournies par trois revivifications: c'est environ 43^a,5, qui rendent sur le pied de 81 de plomb pour 100 (1).

On consomme à-peu-près 78 quintaux de charbon. Le travail dure six jours.

D'après cela, les dépenses d'une fonte de crasses peuvent être évaluées ainsi qu'il suit :

78 quintaux de charbon	472 f. 50 c.	} 541 f. 16c.
6 journées de six fondeurs	49 16	
5 journées pour la préparation et le nettoyage du fourneau	7	
Valeur de la brasque	5 50	
Réparation du fourneau	10	

Produits
marchands
de la fonde-
rie.
Litharge.

§ 8. *Produits et consommation. Résultats généraux.* — La litharge marchande est, comme il a été dit plus haut, celle qui se trouve en belles paillettes brillantes, rouge de brique, occupant le centre des gros morceaux: pour la rendre propre à être versée dans le commerce, on a soin de la passer à travers un tamis de laiton, qui en sépare les fragmens de litharge ordinaire qui pourraient la souiller.

(1) Les crasses fondues sans l'addition de scories riches ne rendaient, dit-on, que 71 de plomb pour 100.

Cette litharge se vend 74 fr. 88 cent. le quintal métrique.

Les plombs sont livrés à deux états différens; en gros saumons de 40 à 45 kilogrammes, ou en gerbes composées de petits lingots de 2 ou 3 kilogrammes. On les vend 74 fr. 88 centimes. Plombs.

Le plomb aigre est d'un gris plus clair que le plomb doux, il se vend 72 francs 46 centimes le quintal.

L'argent, à 0^m,9965 de fin, est mis en lingots de 8 à 10 kilogrammes, il se vend de 204 à 216 francs 50 centimes le kilogramme: on l'expédie à Paris. Argent.

L'écoulement des produits ne se fait pas, en général, avec beaucoup de facilité, vu la position géographique de Villefort. Ce sont Lyon, Clermont et Montpellier, qui offrent les principaux débouchés pour la litharge. Quant aux plombs, ils ne peuvent guère, du côté du sud-est, dépasser Alais, à cause de ceux qui arrivent de l'étranger par Marseille: on en envoie cependant quelquefois à Avignon; mais c'est au Puy et à Clermont qu'ils vont le plus habituellement. Débouchés.

Il y a quelques années que l'on convertissait une partie du plomb doux en grenaille de chasse (1); mais le débit de cette matière était peu considérable, parce qu'on ne pouvait pas parvenir à donner aux grains la forme parfaitement Plomb granulé.

(1) Le plomb aigre étant celui que l'on place le moins facilement dans le commerce, ce serait celui-là qu'il faudrait granuler de préférence: c'est ainsi que cela se pratiquait à Pesey. (Voy. *Annales des Mines*, tom. 1er., p. 301 et suivantes.)

sphérique, qui est recherchée dans le commerce. Aussi ne se livre-t-on plus maintenant à la fabrication du plomb de chasse; cependant M. Mosnier-Chapelle, ayant trouvé le moyen de surmonter la difficulté qui avait contraint à l'abandonner, se propose de la reprendre incessamment.

On fondait le plomb doux dans un petit four à réverbère circulaire; ensuite, après avoir écumé les crasses de la surface, on ajoutait de l'orpiment (670 grammes environ sur 2 quintaux de plomb), qu'on retenait au fond du bain avec un outil en fer, jusqu'à ce qu'il fût entièrement fondu. On grenailait en faisant tomber le plomb d'une petite hauteur.

Combustible.

On consomme, dans une année, à la fonderie de Villefort environ 5000 quintaux métriques de bois de hêtre, et 1250 quintaux de charbon de bois. Ces combustibles viennent des forêts qui couvrent la Lozère, c'est-à-dire de 5 kilomètres à-peu-près.

On consomme en outre 650 quintaux de houille, venant des mines de Portes, qui sont situées à 22 kilomètres environ sur la route d'Alais. Cette houille se vend 3 francs 38 centimes le quintal; mais, à l'avenir, elle sera fournie à 3 francs 2 centimes.

Le bois se paie, l'hiver, de 0^{fr}.95 à 1 franc 20 le quintal; en été, de 1 franc 10 à 1 franc 35, et quand il est extrêmement sec, il va jusqu'à 1 franc 45.

Le charbon de bois revient à 6 francs 4 centimes le quintal; savoir: 85 centimes pour la valeur de la coupe, et 5 francs 19 centimes pour les frais de carbonisation et de transport à la fonderie.

Le magasin aux charbons est adossé au flanc de la montagne, et dominé par une plate-forme bien pavée, sur laquelle on les étend lorsqu'ils arrivent des forêts, afin de s'assurer s'il n'y existe aucune étincelle. De là on les charge facilement dans le magasin, où on procède à leur classement en trois qualités. On sépare d'abord, au moyen d'un râteau, les plus gros morceaux, qui sont réservés pour la fonte; le reste est ensuite tamisé, et le plus gros de cette portion-là est encore destiné à la fonte. Le résidu est utilisé pour deux objets: 1^o. on l'emploie à la composition des brasques; 2^o. en le tamisant, on sépare le menu de la partie la plus grosse, qui sert pour la revivification des litharges. Quant à ce menu, on le disperse comme engrais sur les prairies.

Les ouvriers employés à la fonderie sont au nombre de dix-sept; savoir: quatre maîtres fondeurs, à 42 francs par mois (composé seulement des jours ouvrables); deux aides, à 36 francs; deux aides, à 33 francs; deux sous-aides, à 30 francs; deux manoeuvres, à 30 francs; un maître forgeron, à 48 francs; un aide, à 33 francs; un charbonnier, à 36 francs; un lessiveur-gardien, à 36 francs; un peseur-raffineur, à 36 francs.

Ouvriers.

Le schlich a rendu, dans les années 1815, 1816, 1817, 1818, 56,25 de plomb pour 100 de schlich; dans l'année 1819, 44; dans l'année 1820, 38; dans l'année 1821, 56,957 (1).

Résultats généraux.

On fait ordinairement huit fontes dans un an,

(1) Cette étonnante variation ne peut sans doute pas provenir du traitement métallurgique, et pour l'expliquer il faut supposer que les schlichs n'ont pas toujours été amenés au même degré de pureté, soit que cela doive être at-

et jamais on n'en a fait davantage, le bocard n'ayant jamais pu fournir à une fabrication plus considérable.

Schlichs
grillés.

CHAPITRE 2. *Essais et analyses des produits métallurgiques.* — J'ai trouvé les schlichs grillés composés comme il suit :

	1°.	2°.	3°.
Galène.....	0,468	0,045	0,050
Sulfate de plomb...	0,120	0,144	0,076
Oxide de plomb...	0,094	0,546	0,797
Sulfate de fer....	0,088	0,022	
Oxide de fer.....	0,010	0,090	
Oxide de zinc....	0,018	0,014	} 0,016
Chaux et magnésie.	0,068	0,024	
Alumine.	0,034	0,005	0,061
Silice.....		0,056	
Gangue insoluble..	0,098	0,024	
	0,998	0,970	1,000

1°. Mélange de 1^{re} 2, schlich pur et criblé et 5^e de schlich, retiré du fourneau après six heures de grillage. Après douze heures de grillage, le même mélange contient 0,45 d'oxide de plomb.

2°. *Id.* complètement grillé. La silice et l'alumine sont combinées avec l'oxide de plomb.

3°. Schlich grillé et mélangé, tel qu'on le passe au fourneau à manche. On a compris dans l'oxide de plomb une certaine quantité d'oxide d'antimoine que l'on n'a pas dosée.

Le rapport de l'oxide de plomb au sulfate est de 4 à 1 dans le deuxième schlich, et de 10 à 1 dans le troisième.

Abstrichs
ou litharges
noires.

Les abstrichs perdent leur couleur noire, et augmentent de 0,02 de leur poids lorsqu'on les

tribue à la négligence, soit que, par la nature et l'abondance des gangues, le lavage ait réellement présenté plus de difficultés à une époque qu'à une autre.

chauffé jusqu'à dessiccation avec de l'acide nitrique; ce qui prouve qu'une petite portion des métaux qu'elle renferme est privée d'oxygène, et combinée avec le soufre. L'analyse a donné :

	Abstrichs crus.	Abstrichs grillés.
Oxide de plomb.....	0,774	0,734
Sulfate de plomb....	0,026	
Carbonate de plomb..	0,020	
Oxide d'antimoine ...	0,176	0,158
Soufre.....	0,004	
Matières terreuses...		0,048
Acide carbonique, etc.		0,060
	1,000	1,000

Le plomb aigre renferme 0,024 d'antimoine, 0,020 de zinc et une trace de cuivre.

Plomb
aigre.

Les fumées de plomb qui se volatilisent dans l'affinage, et qui se déposent dans la cheminée, ont la composition suivante :

Fumées de
plomb.

Oxide de plomb	0,610
Oxide d'antimoine....	0,094
Matières terreuses, etc.	0,296
	1,000

J'ai trouvé dans deux scories, l'une, dite *riche*, provenant du fourneau à manche, et que l'on refond avec les crasses de litharges pour enrichir celles-ci; l'autre provenant de la fonte des crasses de litharges, des substances suivantes :

Scories.

	Scories riches.	Scories des crasses.
Silice.....	0,4050	0,4180
Protoxide de fer.	0,2704	0,2298
Oxide de plomb.	0,0880	0,0790
Chaux.....	0,1170	0,1320
Baryte.....	0,0755	0,0640
Alumine.....	0,0375	0,0490
Magnésie.....		0,0080
	0,9934	0,9610

Richesse
en argent.

Voici quelle est la richesse en argent des différents produits de l'affinage du plomb d'œuvre :

Plomb pris dans le bain de coupelle.	0,0054
<i>Id.</i> pris après l'enlèvement des abstrichs.	0,0055
Abstrichs grillés.	0,0002
Plomb doux.	0,0002
Plomb aigre.	0,0003
Sole des fourneaux de revivification.	0,0001
Fumées de plomb.	0,0002

Sur la situa-
tion de la
fonderie.

CHAPITRE 3. *Observations.* — On a vu que la fonderie avait été établie à Villefort pour les mines des environs, et non pour celles de Vialas, dont la découverte ne fut faite que postérieurement. Ce fut pour utiliser des constructions déjà existantes, et à cause de la plus grande abondance des bois à l'entour de Villefort, qu'on continua d'y fondre le minerai de Vialas, au lieu d'établir une fonderie à proximité de ces mines, quoique cet éloignement occasionnât une dépense annuelle de 7000 francs pour le transport du schlich. En effet, Dolomieu, consulté par les intéressés, en 1798, sur la question de la translation de la fonderie, pensa que les bénéfices de cette opération n'en balanceraient pas les frais, et que ce projet ne serait admissible que dans le cas où les bâtimens existans seraient à reconstruire (1); mais aujourd'hui les élémens de la question ne sont plus les mêmes: les forêts de la Lozère se dépeuplent, et chaque jour le bois devient plus rare et plus cher. L'intérêt particulier de l'établissement, aussi bien que l'intérêt général, exigera donc tôt ou tard, et sans doute très-prochainement, qu'on ait re-

(1) *Journal des Mines*, t. VIII, p. 602, etc.

cours à l'emploi du combustible minéral (1) : alors, en admettant que Vialas soit toujours le principal centre des exploitations, je pense que la fonderie ne devra plus être maintenue à Villefort, et qu'elle devra être rapprochée de Vialas pour deux motifs : 1°. pour que le transport du schlich soit moins coûteux ; 2°. pour la rapprocher en même temps des mines de houille de Portes, qui fournissent déjà à l'usine la petite quantité de ce combustible qu'elle consomme.

Dans la méthode d'essai qui est usitée à Villefort pour apprécier la quantité de plomb renfermée dans les schlichs, le grillage est absolument inutile, et il vaudrait mieux fondre directement le schlich avec le flux noir. Au reste, cette méthode, comme toute autre par la voie sèche, ne donne jamais qu'une quantité de plomb de 0,12 à 0,06 au moins au-dessous de la vérité. Les analyses par la voie humide peuvent, seules, dans ce cas, donner un résultat exact, et c'est sans doute à l'inexactitude du procédé de la voie sèche qu'on doit attribuer cette circonstance singulière, que le résultat obtenu en grand en 1821 (0,56957), se trouve supérieur à la teneur (0,55) que donnent communément les essais faits à la fonderie.

Sur les
essais.

(1) Les exemples de Tarnowitz, de MM. Blumenstein, et de M. Frèrejean à Vienne, etc., prouvent que le traitement des galènes argentifères peut très-bien se faire à la houille, employée à l'état cru au fourneau à réverbère et au fourneau de coupelle, et à l'état de coak au fourneau à manche (*).

(*) M. Mosnier-Chapelle, adoptant cette idée, a essayé, en 1823, et a parfaitement réussi à substituer, pour les opérations du fourneau à manche, l'emploi du coak à celui du charbon de bois. Le résultat de cette substitution a été de diminuer les frais de moitié, en ce qui touche le combustible.

Quoi qu'il en soit, comme les analyses de schlichs qui sont relatées dans la première partie n'ont point rapport à la moyenne des matières traitées à la fonderie, il s'ensuit qu'on manque des élémens indispensables pour arriver d'une manière exacte à la connaissance des pertes qui ont lieu, soit dans le grillage, soit dans la fonte, soit enfin dans l'ensemble du traitement métallurgique, et que par conséquent il est impossible d'asseoir un jugement précis sur le mérite de ce mode de traitement.

C'est ici le lieu de faire observer que, d'après l'usage qu'on est, à la fonderie, de rapporter la quantité d'argent à la quantité de schlich, il arrivera que quand le schlich sera bien lavé, il sera riche en argent, et que quand il sera mal lavé, il sera pauvre : c'est ainsi qu'on doit expliquer ce fait, que le schlich de Villefort tenait plus d'argent avant 1808 qu'aujourd'hui, fait qu'on expliquait en disant que le minerai s'appauvrissait dans la profondeur, mais les essais faits par M. Marrot sur la galène pure ont prouvé qu'elle tenait toujours autant de fin, de quelque hauteur qu'elle provint dans les filons. Il serait possible seulement que le minerai venant des ouvrages les plus bas se fût trouvé plus disséminé dans la gangue, et alors le lavage aurait été plus difficile, le schlich aurait été moins pur, et, partant, moins riche.

Sur le grillage du schlich. La manière que l'on a adoptée de charger le fourneau par la voûte exige qu'on l'ait laissé préalablement refroidir pendant deux heures, d'où résulte une perte de temps et de combustible, et en outre elle nécessite une manœuvre laborieuse. Il faudrait donc renoncer à cette pra-

tique, et charger par les portes latérales du fourneau ; ce qui serait moins pénible et tout aussi expéditif, et alors il ne serait plus nécessaire de laisser aucun intervalle de temps entre la fin d'un grillage et le commencement de l'autre ; il n'y aurait d'ailleurs aucun inconvénient, quoiqu'on semble le craindre, à charger le schlich dans le fourneau encore rouge, car l'humidité qu'il renferme aurait promptement occasionné un assez grand refroidissement.

Il résulte des analyses des schlichs grillés, rapportées plus haut, qu'il n'y a qu'une très-petite quantité de galène qui échappe au grillage, et que la matière grillée ne contient que 0,00 à 0,20 de sulfate de plomb : d'où il suit que la désulfuration est à-peu-près complète. Cet effet est dû à ce que l'on tient le schlich exposé pendant longtemps (sept heures) à une chaleur incapable de le ramollir, en ayant soin de le remuer continuellement, et à ce qu'on ne donne le coup de feu qu'au moment où il s'est formé une quantité de sulfate de plomb assez grande pour que ce sel puisse, en réagissant sur la galène non encore grillée, la transformer tout entière en oxide de plomb.

Lorsqu'on grille les abstrichs en petit, elles deviennent jaunes de noires qu'elles étaient, ainsi que cela a lieu en grand ; mais, en petit, elles augmentent sensiblement de poids, tandis qu'en grand elles éprouvent une diminution de 0,06 à 0,07 : cette perte est donc tout-à-fait mécanique. Si les abstrichs ne renferment jamais plus de soufre que celles que j'ai analysées, l'opération du grillage qu'on leur fait subir a bien peu d'utilité.

Quoi qu'il en soit, il est évident que l'usage où

Sur le traitement des abstrichs.

l'on est de les passer au fourneau à manche avec le schlich grillé est très-vicieux, d'abord parce que ces matières reportent indéfiniment dans les fontes une grande quantité d'antimoine, qui, comme on sait, altère la qualité du plomb, et en second lieu parce qu'elles ne contiennent presque pas d'argent et qu'elles appauvrissent l'œuvre.

Je crois donc que l'on fera bien de traiter désormais les abstrichs séparément. On pourra en extraire, 1^o, du plomb débarrassé de la plus grande partie de l'antimoine qui serait très-peu aigre et qu'on purifierait d'ailleurs, aisément, si on le jugeait nécessaire; 2^o, du plomb très-antimonial, que l'on vendrait plus cher que le plomb doux, pour la composition des caractères d'imprimerie. Il faudrait pour cela fondre les abstrichs mêlés de charbon, au four à réverbère, à une température basse, ou les passer au fourneau écossais, puis fondre les crasses très-antimoniales qui résulteraient de ces deux opérations, à une chaleur plus élevée, dans un fourneau à manche. Si l'on traitait immédiatement les abstrichs dans ce fourneau, il en résulterait du plomb très-aigre, mais qui serait moins chargé d'antimoine que celui qui proviendrait des crasses.

Sur la fonte.

On a vu que la fonte au fourneau à manche ne produisait que fort peu de mattes. Ce fait remarquable résulte de ce qu'il n'y a que très-peu de galène qui échappe au grillage, et de ce que la matière grillée ne renferme que peu de sulfate. Ainsi, l'effet principal qui a lieu au fourneau à manche est la réduction de l'oxide de plomb par le contact du charbon rouge. Quant au sulfate et au sulfure qui se trouvent encore dans la

matière grillée, peut-être réagissent-ils l'un sur l'autre, comme cela a lieu au fourneau écossais, ou bien si, comme M. l'ingénieur PUVIS le pense⁽¹⁾, ce sulfate est déjà ramené à l'état de sulfure avant d'arriver devant la tuyère, il faut supposer que le sulfure est ensuite décomposé par les matières ferreuses avec lesquelles il est mélangé. Les résultats de cette décomposition seraient sans doute ce qui constitue en grande partie les *lumps* et les *relavins*; mais ces produits n'ont point été examinés.

Le mode de traitement pour la galène en usage à Villefort doit-il être préféré aux autres modes pratiqués dans différens pays? Des essais comparatifs peuvient seuls décider cette question.

Déjà, pendant l'été de 1821, on a tenté de fondre directement le schlich cru au fourneau à réverbère, en suivant la méthode de Pesey. La dépense faite pour tirer le plomb d'œuvre d'un quintal métrique de schlichs est élevée à 35 francs 22 centimes, tandis qu'elle, par le procédé ordinaire, elle ne monte qu'à 8 francs 41 centimes. M. Furgand, qui a dirigé les essais, ne pense cependant pas qu'on puisse en conclure que le procédé de Pesey soit moins avantageux que les autres; il estime que les circonstances ont été peu favorables à la réussite de l'opération: ainsi le fourneau n'a pas pu donner une température assez élevée, et, de plus, les ouvriers n'avaient pas l'expérience de ce travail, en même temps qu'ils étaient remplis de mauvaise volonté.

Quoi qu'il en soit, il paraît qu'il serait facile d'extraire une certaine quantité de plomb du

(1) *Annales des Mines*, t. II, p. 466.

Méthode de
Pesey.

minerai de Villefort pendant le grillage : il suffirait sans doute pour cela de donner le coup de feu plus tôt qu'on ne le fait actuellement; car alors la galène, étant encore en grande proportion dans la matière, produirait du plomb métallique et non de l'oxide en réagissant sur le sulfate, mais peut-être aussi que, dans ce cas, les pertes par volatilisation seraient plus grandes.

Emploi du
fourneau
écossais.

Il serait aussi très-utile de faire quelques essais pour fondre le schlich grillé au fourneau écossais. Ce fourneau (1), comme on sait, n'est point coûteux à construire; la conduite du travail y est facile, et les opérations qu'on y ferait, fussent-elles infructueuses, n'entraîneraient pas dans de grandes dépenses. D'ailleurs, il pourrait probablement être employé avec avantage pour traiter les abstrichs et les fonds de coupelle, et peut-être aussi pour revivifier les litharges.

Quel que puisse être le résultat de ces essais comparatifs, il est des raisons qui militent pour faire préférer le fourneau écossais au fourneau à manche, et que l'on peut exposer *à priori*.

Au fourneau écossais, la majeure partie du plomb coule à une basse température. Le reste se trouve dans les crasses, d'où on ne peut le dégager que par une chaleur beaucoup plus forte, et c'est pour cela qu'on repasse ces crasses au fourneau à manche. La plus grande partie du plomb se trouve donc ainsi soustraite à l'action de cette chaleur plus élevée du fourneau à manche, qui, dans le système actuel, en aurait

(1) *Journal des Mines*, tome XX, pag. 437 et suivantes. *Annales des Mines*, tome II, page 466 et suivantes.

volatilisé une portion (1); ce qui permet encore d'épuiser les scories plus qu'on ne le pourrait faire maintenant.

Remarquons toutefois que la fonte du schlich cru au fourneau à réverbère, et la fonte du schlich grillé au fourneau écossais, ne paraissent devoir être bien avantageuses que quand ces schlichs sont très-purs: autrement, le plomb a de la peine à couler, et il se forme une très-grande quantité de crasses. C'est là, en effet, ce qui est arrivé dans la fonte d'essai qu'on a faite à Villefort.

Quant aux fonds de coupelle, il me paraît désavantageux de les passer au fourneau à manche avec le schlich grillé, attendu que ce sont des matières peu riches en argent; en sorte que l'effet de ce mélange est d'appauvrir les plombs d'œuvre et par suite de prolonger la durée de l'affinage, et conséquemment d'augmenter la perte par la volatilisation qu'occasionne ce travail; cet usage, enfin, reproduit les inconvéniens que l'on trouve à la méthode de *filer*. Il serait donc préférable de fondre les fonds de coupelle séparément du schlich, et cette opération se ferait au fourneau à manche, ou, mieux encore, au fourneau écossais.

Fonte des
fonds de
coupelle.

Si l'on compare les résultats d'un affinage de Villefort et d'un affinage de Pesey (2), on reconnaît que l'affinage de 6000 kilogrammes de plomb d'œuvre ne dure, à Pesey, que vingt-quatre heures; tandis qu'à Villefort il demande

Sur l'affi-
nage.

(1) Cette considération est sur-tout importante lorsqu'on traite une galène riche en argent, comme à Villefort.

(2) Ces derniers ont été consignés par M. Berthier, dans les *Annales des Mines*, tome V, page 352 et suivantes.

soixante heures ; que la consommation en bois est, dans la première localité, de 1520 kilogrammes de bois de sapin à 2 francs 50 centimes les 100 kilogrammes, tandis que dans la deuxième, elle est de 4150 kilogrammes de bois de hêtre à 1 franc 45 centimes les 100 kilogrammes, enfin que la dépense totale de l'affinage s'élève, à Pesey, à 122 francs 80 centimes, et à Villefort à 251 francs 74 centimes : au reste, c'est parce que l'affinage demande beaucoup moins de temps à Pesey qu'à Villefort, que la consommation en bois et les journées de main-d'œuvre sont aussi moins considérables dans le premier lieu que dans le second. Il est vrai que la moindre consommation de combustible tient aussi à ce que le fourneau de Pesey ayant des dimensions plus considérables, on y passait 18,000 kilogrammes à-la-fois, tandis qu'à Villefort on n'en passe que 6000. On diminuerait donc de beaucoup la dépense, si on parvenait à abrégier la durée de l'affinage. Or, cette durée est évidemment fonction de la quantité d'air qui arrive dans un temps donné ; la trompe ne fournit donc pas assez d'air : c'est qu'en effet, de toutes les machines soufflantes, les trompes sont celles qui consomment le plus d'eau pour donner une certaine masse d'air (1), et si au lieu d'employer la chute, comme on le fait actuellement, on l'appliquait à faire mouvoir des soufflets à piston, au moyen d'une roue à augets, l'effet produit serait beaucoup plus grand et l'affinage se ferait plus vite, et, partant, avec plus d'économie.

(1) *Journal des Mines*, tome XVI, page 43.

A Villefort, on revivifie la litharge au fourneau à réverbère ; à Pesey, cette opération se faisait au fourneau écossais (1) : je vais mettre en parallèle les résultats principaux de ces deux modes de traitemens.

Sur la revivification des litharges.

1°. Pour tirer le plomb d'œuvre de 1000 kilogrammes de litharge, on dépense,

A Villefort.....	34 fr. 44 cent.
A Pesey.....	16

2°. On obtient

A Villefort.....	800 kil. de plomb,
A Pesey.....	900

3°. Il se forme

A Villefort.....	109 ^k 9 de crasses,
A Pesey.....	43 6

4°. L'opération seule de la revivification coûte,

A Villefort.....	20 fr. 70 cent.
A Pesey.....	14 60

5°. L'opération seule de la fonte des crasses coûte,

A Villefort.....	13 fr. 74 cent.
A Pesey.....	2 13

6°. On consomme pour la revivification,

	Bois.	Charbon.	Houille.
A Villefort.....	544 ^k 70	174 ^k 25	56 ^k 80
A Pesey.....	165	93 ^k 35	»

7°. On consomme pour la fonte des crasses,

A Villefort.....	197 kilog. de charbon
A Pesey.....	17 9

8°. La main-d'œuvre s'élève

	Pour la revivification.	Pour la fonte.
A Villefort..	à 3 fr. 18 c.	à 1 fr. 81 c.
A Pesey....	à 3 74	à 0 35

(1) Les résultats de Pesey ont été consignés par M. Berthier dans les *Annales des Mines*, tome V, page 354.

Ces rapprochemens sont tout-à-fait à l'avantage du fourneau écossais.

Ils font voir que le principal excès de dépense est occasionné par la fonte des crasses, et que cet excès porte sur le combustible ; ce qui se conçoit bien, puisque la quantité de crasses est près de trois fois plus grande à Villefort qu'à Pesey, et qu'on les passe encore avec six fois leur poids de scories riches.

Ils font voir aussi que l'excès de dépense qui a lieu dans la revivification porte également sur le combustible.

Conclusion.

J'ai dit plus haut que l'on manquait des élémens nécessaires pour arriver à la connaissance de la perte en plomb qu'occasionne le traitement métallurgique en usage à Villefort, et conséquemment pour apprécier exactement le mérite de ce travail ; mais on peut au moins avoir quelques aperçus à cet égard. Voici, en effet, un résultat positif, c'est le résultat obtenu en grand pour l'année 1827 ; il a été de 56,957 de plomb pour 100 de schlich. Quoiqu'on ne connaisse pas la teneur moyenne des schlichs de cette même année, admettons qu'ils contiennent tous autant de plomb que le plus riche d'entre eux, que le *pur et criblé*, qui a donné, à l'analyse, 59,5 de plomb, et nous concluons que la perte est extrêmement faible. Malheureusement ce résultat n'est basé que sur des inductions ; mais ne suffit-il pas, au moins, pour qu'on puisse en inférer que la perte ordinaire n'est pas très-considérable, et que, par exemple, elle est moindre qu'elle n'était à Pesey, où elle s'élevait au cinquième du plomb total.

Sur les scories qui proviennent de l'affinage de la fonte de fer par la méthode anglaise.

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

J'ai inséré dans les *Annales des Mines* (t. VII, pag 577) un mémoire dans lequel j'ai fait connaître la composition des scories de toute sorte que l'on obtient soit en traitant les minerais de fer par la méthode catalane, soit en affinant la fonte dans les foyers de forge. Dans ce mémoire, j'ai cherché aussi à faire voir que l'on pourrait tirer un parti très-avantageux de ces scories en les employant comme des minerais, et j'ai indiqué les différentes substances qui pourraient leur servir de fondans. J'ai examiné, depuis, les scories qui proviennent de l'affinage de la fonte au four à réverbère par la méthode anglaise, et j'ai trouvé que tout ce que j'ai dit des premières leur était applicable : leur composition est absolument la même, et quoiqu'elles soient en général un peu moins riches, elles le sont cependant encore assez pour que, dans bien des cas, on trouve du profit à les fondre dans les hauts-fourneaux en les substituant à des minerais même très-productifs.

L'affinage à l'anglaise produit trois sortes de scories : 1^o. les scories de *finerie* ; 2^o. les scories de *puilage*, et 3^o. les scories de *chaufferie*. Je vais présenter, dans le tableau suivant, le résultat des analyses des unes et des autres, afin de faire connaître exactement leur richesse, et de donner aux métallurgistes le moyen de les com-