

CHAPITRE VII.

TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE PLOMB ARGENTIFÈRES EN FRANCE.

On traite en France, dans un certain nombre de localités : à Vialas (Lozère), à Pontgibaud (Auvergne), à Poullaouen (Bretagne), à Biache (près d'Arras), à Marseille, etc., des galènes plus ou moins riches en argent, provenant, soit des mines appartenant aux compagnies propriétaires des usines, soit des mines exploitées en Algérie, ou même dans des pays étrangers.

Les diverses usines suivent des méthodes différentes, qui sont commandées par la nature des minerais ou par les conditions locales, ou qui seulement dérivent d'une imitation plus ou moins complète des procédés adoptés dans d'autres pays. Il me paraît inutile de décrire toutes ces méthodes, et je choisirai, pour exemples de la métallurgie du plomb en France, les usines de Vialas et de Poullaouen, pour lesquelles les minerais et les opérations présentent les différences les plus tranchées.

§ 1.

Usine de Vialas.

Le plateau granitique de la Lozère est entouré de schistes micacés qui s'étendent, au sud et à l'est, jusqu'aux riches bassins houillers de Portes, de la Grand'-Combe et de Bességes. Dans toute l'étendue du terrain

schisteux on rencontre des affleurements nombreux de filons de quartz, de sulfate de baryte, de pyrites, de galène argentifère et d'antimoine, qui pénètrent, en plusieurs points, dans le granite, et, dans d'autres, traversent les terrains supérieurs aux micaschistes. Les filons de galène argentifère sont explorés avec une certaine activité en plusieurs points, et les découvertes qui ont été faites permettent d'espérer que, dans un avenir assez rapproché, la production du plomb et de l'argent, dans cette partie de la France, prendra une notable importance. Les travaux les plus anciens, et en même temps les plus développés, ont été faits dans les environs de Villefort et de Vialas. Les minerais ont d'abord été fondus à l'usine de Villefort, mais depuis un grand nombre d'années la richesse exceptionnelle des mines de Vialas a déterminé la translation de la fonderie dans cette localité; les mines de Villefort ont été momentanément abandonnées, et maintenant celles de Vialas sont seules en exploitation.

Les minerais sont exploités dans plusieurs filons, à peu de distance de la séparation du granite et des micaschistes; ces filons présentent entre eux de grandes différences pour leur allure, la nature des gangues, l'abondance du minerai, et surtout pour la richesse en argent; la teneur du plomb d'œuvre donné par les essais varie de 44 à 700 grammes par 100 kilogrammes de plomb.

Les minerais abattus dans la mine sont soumis au triage et ensuite à la préparation mécanique; l'enrichissement est poussé très-loin pour les grenailles et les gros sables, et très-peu au contraire pour les sables fins et pour les schlamms; le rendement moyen des produits préparés pour la fonte est de 42 pour 100 de plomb; la teneur en argent, variable d'une année à l'autre suivant que l'abatage est poussé plus activement dans les filons

plus ou moins riches en argent, est comprise ordinairement entre 450 et 500 grammes pour 100 kilogrammes de plomb.

Les minerais contiennent très-peu de blende et de pyrites; les gangues dominantes sont le quartz et les schistes; le carbonate de chaux, le fer carbonaté et le sulfate de baryte sont en proportion un peu moindre et surtout un peu variable. Toutes ces gangues se retrouvent dans les produits préparés, et leur association permet d'obtenir au four à manche des scories très-fusibles.

La production des mines de Vialas n'est pas très-régulière; j'admettrai, dans la description de la méthode métallurgique, que l'usine traite dans l'année 600 tonnes de produits sortant du triage et de la préparation mécanique; le rendement moyen du mélange de ces produits est de 42 pour 100 de plomb à l'essai par voie sèche; le plomb donne, à la coupellation au laboratoire, 450 grammes d'argent aux 100 kilogrammes. Les 600 tonnes de minerais préparés contiennent, d'après les essais, 252 tonnes de plomb et 1,134 kilogrammes d'argent. La production de l'usine de Vialas a été souvent plus forte, mais son importance n'influe en rien sur les frais de fabrication; il n'y a par conséquent aucun inconvénient, pour le but que je me propose, à fixer à 600 tonnes le chiffre de minerais bons à fondre.

Conditions locales. — L'usine de Vialas a été construite à peu de distance des mines, sur la rive gauche d'un torrent (le Luech), au confluent d'un ruisseau qui descend de la montagne du Colombert. Une prise d'eau dans le Luech, et un canal long de plus de deux kilomètres, fournissent à l'usine la force motrice nécessaire pour la préparation mécanique et pour la fonderie. Pendant huit à neuf mois, chaque année, l'eau motrice est en

quantité plus que suffisante, mais elle manque presque complètement pendant les mois de sécheresse. Tous les ans le travail est interrompu pendant au moins trois mois dans presque tous les ateliers. On ne peut remédier à cet inconvénient en installant des machines à vapeur; la disposition du terrain et le prix élevé des combustibles ne le permettent pas.

Les voies de communication avec le terrain houiller ne sont pas commodes; les chemins dans les montagnes sont en général fort mauvais, et tous les transports sont fort onéreux.

Le coke vient soit de Bességes, soit du Feljas, et coûte à l'usine, en moyenne, 45 francs la tonne, et encore faut-il en avoir à l'avance une provision assez forte, parce que le chemin de Bességes est souvent rendu impraticable par les mauvais temps. La houille est seule employée dans les fours de grillage et de coupellation; on mélange deux qualités différentes, le charbon maigre de Comberedonde (un peu au sud de Portes) et le charbon gras de Portes ou du Feljas; ces deux qualités reviennent à l'usine au prix moyen de 29 francs la tonne. Ces combustibles contiennent beaucoup de cendres, ce qui contribue en réalité à augmenter notablement leurs prix: ainsi, le coke donne, à l'incinération, de 16 à 18 pour 100 de cendres; la houille, de 8 à 12 pour 100; ce sont autant de matières inutiles dont il faut payer l'acquisition et le transport.

Le bois, les fagots, le charbon de bois sont, dans la Lozère, à des prix tellement élevés qu'on ne peut pas songer à les employer dans le traitement métallurgique. Les montagnes ne sont pas, comme en Allemagne, couvertes de forêts d'arbres résineux; partout où la végétation est possible, les habitants ont disposé des prairies, ou bien planté des mûriers et des châtaigniers,

qui servent à l'éducation des vers à soie et à l'alimentation.

Les seuls matériaux de construction qu'on puisse employer avec économie sont les schistes; ils fournissent des pierres irrégulières de toutes dimensions, qui sont utilisées pour la construction des bâtiments, et même pour la maçonnerie intérieure des fours à manche. Les briques ordinaires et réfractaires coûtent extrêmement cher, parce qu'elles ont à supporter des frais de transport considérables; il en est de même pour les pierres de taille en grès houiller, qu'il faut faire venir de Portes.

Le fer et la fonte sont achetés à l'usine d'Alais (Gard); les frais de transport sont également très-lourds, mais ils influent beaucoup moins que ceux des combustibles sur les frais de fabrication, le fer et la fonte n'étant employés que pour les outils et pour les armatures.

Main-d'œuvre. — La plupart des ouvriers de l'usine, comme ceux des mines et des ateliers de préparation des minerais, sont des habitants du pays; presque tous se livrent, pendant la belle saison, à la culture de quelque bout de propriété, ou à l'élevage des vers à soie; pendant l'été il serait presque impossible de réunir le nombre d'ouvriers nécessaires à un travail actif. Cette circonstance contribue beaucoup aux chômages annuels de l'usine. Les ouvriers se nourrissent en général fort mal, et ne possèdent pas l'énergie, l'habileté et la résistance à la fatigue, qui caractérisent les ouvriers anglais et wallons. La main-d'œuvre est à bon marché; mais si on compare le travail réel produit aux prix payés pour un nombre d'heures d'activité, on peut facilement se convaincre que les mines et les usines de Vialas sont placées, sous le rapport de la main-d'œuvre, dans des conditions plus défavorables encore que sous le rapport

des combustibles. Bien que les travaux aient été poursuivis pendant de longues années, il n'y a pas dans la population ouvrière de traditions utiles.

La compagnie de Vialas cherche maintenant à réveiller le zèle et l'intelligence des ouvriers par des primes de toute nature, et en appelant, pour les travaux des mines, des ouvriers étrangers; ce système est encore trop récent pour que les résultats soient appréciables.

Dans l'état actuel, les manœuvres gagnent de 1 à 2 francs par poste; les ouvriers spéciaux, de 2 francs à 2 fr. 50 c.; à l'usine, les postes sont ordinairement de huit heures.

Le traitement métallurgique des minerais est extrêmement simple.

Méthode
de Vialas.

Les minerais riches provenant du triage, les grosses grenailles produites sur les cribles, sont écrasés en sable sous les pilons d'un bocard à sec. Les divers produits de la préparation mécanique : grenailles fines, schlichs, schlamms enrichis et bourbes, sont mis en magasin.

On fait, dans ce magasin, et avec le même soin que dans le Harz, le mélange des minerais riches pulvérisés à sec et des produits humides, en prenant de chacun d'eux la quantité proportionnelle à la production annuelle; ce mélange renferme environ 10 pour 100 d'eau, et doit rendre à l'essai à peu près 42 pour 100 d'un plomb riche à 450 grammes d'argent.

La série des opérations est la suivante :

Première opération. — Les minerais, mélangés avec les fumées plombeuses et avec tous les produits secondaires pulvérulents, sont grillés dans des fours à réverbère, jusqu'à ce que l'oxydation des sulfures soit presque complète; on termine le grillage par un coup de feu prolongé pendant un temps assez long pour faire agir

les gangues siliceuses sur les sulfates de plomb, de baryte et de chaux ; la température est assez élevée pour que les produits du grillage soient fortement agglomérés, mais non complètement fondus. Les minerais grillés se présentent sous forme de morceaux irréguliers, très-durs, mais en même temps extrêmement poreux ; ils ne contiennent qu'une proportion très-faible de sulfures et de sulfates ; ils sont mis en magasin jusqu'au moment de la fonte au four à manche ; dans les transports il se produit une certaine quantité de menus.

Seconde opération. — Les minerais grillés sont fondus dans un four à manche très-bas, avec des scories de l'opération elle-même, avec les fonds de coupelles, et généralement avec tous les produits secondaires du traitement, qui ne sont pas à l'état pulvérulent ; on ajoute comme fondants et réactifs du minerai de fer et du sulfate de baryte. La fonte donne deux produits principaux : le plomb d'œuvre et les scories ; il se forme quelquefois un peu de mattes ; dans les chambres de condensation qui surmontent les fours on recueille une certaine quantité de fumées. Les scories sont pauvres en plomb et ne retiennent pas d'argent ; elles sont jetées presque en totalité, on ne réserve pour la fonte elle-même que celles qui paraissent contenir des grenailles de mattes, ou celles qui sont un peu riches en plomb, à la suite de quelque dérangement dans la marche des fours. Les mattes sont pulvérisées et passées au grillage en même temps que les minerais.

Troisième opération. — Le plomb d'œuvre est coupellé dans un grand four à chapeau mobile et chauffé à la houille ; les produits sont : de l'argent brut, tenant environ 98 pour 100 d'argent fin ; des litharges marchandes, jaunes et rouges ; des litharges riches en argent ; des abstrichs, des litharges sales et des fonds de coupelles.

L'argent brut est raffiné par une simple fusion dans des creusets en plombagine; les litharges jaunes et rouges, séparées au moyen d'un trommel, sont livrées au commerce; tous les autres produits sont passés dans les lits de fusion des fours à manche, ou mélangés avec les minerais pour le grillage, suivant qu'ils sont en morceaux ou à l'état pulvérulent.

Les gaz et les vapeurs, les matières fines entraînées par le tirage, qui sortent de tous les fours, passent par des canaux dans des chambres de condensation, et se rendent ensuite dans une cheminée construite sur la montagne voisine. Les chambres et les canaux sont vidés une fois par an, pendant les mois de chômage de l'usine; les fumées sont mises en magasin, et passées ensuite peu à peu avec les minerais dans les fours de grillage.

La fonderie est construite, à côté des ateliers de préparation mécanique, à l'ouverture d'une vallée tellement étroite qu'on a dû jeter un pont sur le ruisseau, et placer sur ce pont plusieurs des bâtiments, les bassins de dépôt, etc. Sur la rive droite du ruisseau, et normalement au Luech, se trouvent :

Le bâtiment principal de la fonderie, contenant : un grand four de coupelle; trois fours à réverbère pour le grillage des minerais; deux fours à manche; la soufflerie qui est ordinairement mise en mouvement par une roue hydraulique, mais qu'on fait marcher dans les sécheresses exceptionnelles au moyen d'une petite machine à vapeur de 12 chevaux. Un cylindre en tôle, tenant toute la longueur du bâtiment, sert de réservoir d'air, et permet de maintenir la pression du vent à peu près constante;

Un hangar couvrant le bocard sec, à deux batteries; l'une d'elles sert à la pulvérisation des minerais riches et des grosses grenailles; l'autre est employée pour la con-

Constance
de l'usine.
—
Matériel.

fection de la brasque des creusets et avant-creusets des fours à manche, et pour écraser les terres de coupelle ;

Les magasins pour le coke et pour la houille, assez vastes pour contenir l'approvisionnement de plusieurs mois.

La route par laquelle arrivent les charrettes est à un niveau supérieur, ce qui permet de faire descendre les combustibles par des trémies. Les pesées sont faites sur une bascule établie sur la route ; on prend le poids des voitures pleines et vides, et la différence donne très-exactement le poids des matières entrées à l'usine. On délivre tous les matins aux ouvriers les quantités de combustibles qui doivent suffire pour toute la journée ; le coke et la houille tombent par des trémies dans les chariots en tôle, et sont amenés sur une ligne de rails, qui passe devant tous les fours, aux places de dépôt séparées pour les diverses opérations. Les magasins sont construits sur des voûtes, et celles-ci sont utilisées comme magasins pour toutes les matières qui ne craignent pas l'humidité.

Le mur du grand bâtiment supporte le canal horizontal, dans lequel viennent se réunir les gaz sortant de tous les fours ; il communique par un rampant incliné avec deux grandes chambres de condensation ; entre ces dernières et la cheminée, placée à un niveau plus élevé, la communication est établie par des canaux qui suivent la pente de la montagne.

Des bâtiments secondaires adossés à la fonderie, du côté du ruisseau, servent à la séparation des deux qualités de litharges, et de magasins pour les minerais de fer, et pour les minerais de plomb grillés en avance.

Sur la rive gauche du ruisseau sont construits : les bâtiments d'habitation pour les ingénieurs et pour les contre-mâtres ; la menuiserie ; la forge ; le magasin des schlichs et des minerais ; le laboratoire disposé pour les

essais par voie sèche et pour les analyses, et dans lequel est construit le four de raffinage de l'argent.

Les bureaux sont placés dans un bâtiment séparé, construit à l'extrémité du pont et du côté du Luech.

On n'a pas à se préoccuper d'un emplacement pour recevoir les scories pauvres; le torrent les entraîne toutes pendant la saison des pluies.

Fours de grillage. — Les trois fours à réverbère sont placés sur une même ligne et dans le sens de la longueur du bâtiment; chacun d'eux a son rampant incliné qui conduit les gaz et les vapeurs au canal horizontal supérieur, et aux chambres de condensation. Les fours ont été construits successivement sur le même modèle, mais avec des dimensions différentes: comme les résultats obtenus sont à très-peu près les mêmes dans tous; je ne donnerai la description que d'un seul, le plus grand et le plus récemment mis en activité. Sa disposition et ses dimensions principales sont indiquées dans les figures 6, 7, pl. III. C'est un four à réverbère à sole horizontale en briques, avec deux portes de travail placées du même côté, et dans lequel l'air extérieur peut être introduit à volonté sur la sole par deux canaux ménagés aux angles du pont.

Les dimensions principales sont les suivantes: le foyer a 1^m,40 sur 0^m,80; la grille est à 0^m,60 au-dessous du pont; le combustible est chargé par une trémie en fonte, dont l'ouverture a 0^m,30 sur 0^m,30 à l'intérieur du foyer; la hauteur du cendrier est de 1^m,30.

Le pont a 0^m,40 de longueur, et le passage des flammes 0^m,30 de hauteur; la largeur du pont augmente, depuis le foyer jusqu'à la sole, de 1^m,40 à 1^m,90.

La sole a 3^m,50 sur 2^m,60; sa largeur auprès du pont est de 1^m,90; elle n'a plus que 0^m,60 au rampant; les deux portes ont leurs tables de travail au niveau de la

sole, à 0^m,25 au-dessous du pont; elles ont 0^m,40 sur 0^m,40 à l'intérieur et 0^m,80 sur 0^m,65 à l'extérieur; leurs faces sont garnies de plaques de fonte qui garantissent les pierres contre le choc des outils pendant le travail. Dans l'intérieur et entre les deux portes, la paroi du four avance en pointe, comme l'indique la figure 7, pl. III; cette disposition est généralement adoptée dans les fours de grillage de tous les pays; elle permet aux ouvriers d'atteindre avec leurs ringards toutes les parties de la surface de la sole. Les deux canaux servant à l'introduction de l'air extérieur ont 0^m,16 de côté, et débouchent dans le four à 0^m,12 au-dessus de la sole; à l'extérieur, ils sont un peu évasés, et peuvent être fermés à peu près hermétiquement au moyen de simples briques.

La hauteur maxima de la voûte au-dessus de la sole est de 0^m,65; elle est de 0^m,45 au rampant. L'ouverture du rampant a 0^m,30 de hauteur sur 0^m,60 en largeur; sa section a 0^m,60 sur 0^m,60; le canal horizontal a 1 mètre de côté; il est élevé de 6 mètres environ au-dessus de la sole du four.

Sous la sole et précisément au-dessous des portes de travail sont ménagées deux voûtes, dont la section a 1 mètre sur 0^m,70, et dont la profondeur est seulement de 2 mètres; elles servent de dépôt provisoire pour les minerais grillés et agglomérés, retirés du four.

Les parois du foyer, la voûte, le pont et la sole elle-même sont construits en briques réfractaires; le massif extérieur est fait en briques ordinaires et en pierres de taille (grès houiller); les armatures très-solides sont en fonte et en fer.

Fours à manche (pl. III, fig. 8, 9). — La disposition des fours à manche est aussi simple que possible; la section intérieure n'a que 0^m,85 sur 0^m,65; la hauteur du gueulard, ou plutôt de l'ouverture de chargement, au-dessus

de la tuyère est de 1^m,50; la poitrine descend à 0^m,10 plus bas que le niveau de la tuyère; le creuset est en brasque et se termine par un avant-creuset à 0^m,25 en avant de la poitrine; la brasque est maintenue par des plaques de fonte, et présente à la surface, et sur l'un des côtés, une inclinaison suffisante pour l'écoulement rapide des scories. De l'autre côté, la plaque de fonte est percée d'une ouverture qui répond au trou de coulée; ce dernier aboutit dans le creuset au point le plus bas, c'est-à-dire sous la poitrine, et à 0^m,45 au-dessous de la tuyère. Le bassin extérieur est en brasque, il est creusé dans le sol de l'usine; son diamètre est de 0^m,65.

La buse unique, par laquelle le vent est lancé sous une pression de 0^m,025 de mercure, est en tôle; l'œil de la buse a 0^m,04 de diamètre; le tuyau par lequel arrive le vent est muni d'une valve qui permet de l'arrêter à volonté.

La chemise intérieure est construite en pierres irrégulières, en micaschistes; elle est très-épaisse, surtout du côté de la tuyère; le massif extérieur est construit en pierres de grès houiller et en micaschistes; les armatures sont en fer forgé.

Au-dessus des fours se trouvaient autrefois de petites chambres de condensation pour les fumées; elles sont maintenant en communication avec le canal horizontal qui conduit les gaz de tous les fours aux grandes chambres récemment construites.

Four de coupelle (pl. III, fig. 10, 11). — Le four de coupelle est à sole circulaire, à voûte mobile; les gaz sont conduits par un rampant jusqu'au canal horizontal commun à tous les fours de l'usine; le vent est lancé, sous une pression presque constante de 0^m,025 de mercure, par une seule buse; sur la grille on brûle seulement de la houille. Deux ouvertures sont ménagées dans la paroi du

four et du même côté; la plus grande est utilisée pour le chargement des saumons, l'autre, placée en face de la buse, sert à l'écoulement des litharges. Les produits oxydés sont reçus sur un plan incliné, formé de terre de coupelle fortement battue, maintenue sur les côtés par deux murs en briques, et sur le devant par des barres de fer horizontales : les barres sont enlevées à mesure qu'il devient nécessaire d'abaisser le niveau du plan incliné.

Les dimensions principales sont les suivantes : le foyer a 1^m,40 sur 0^m,65 ; du côté de la sole la paroi est construite en forme de voûte, afin d'offrir plus de résistance à la charge de plomb sur la coupelle ; la grille est à 0^m,45 au-dessous du pont ; le cendrier n'a que 1^m,10 de hauteur.

Le pont a 0^m,44 de longueur ; le passage des flammes est élevé de 0^m,25.

La coupelle a 3 mètres de diamètre; sa surface présente la forme d'un segment sphérique, dont la hauteur est de 0^m,30 ; les parois cylindriques du four s'élèvent à 0^m,47 au-dessus du niveau du pont ; elles sont surmontées par le chapeau mobile dont la flèche est de 0^m,25.

La tuyère est à 0^m,10 au-dessus du pont et se termine à l'extérieur par une embrasure qui permet de faire varier, suivant les besoins, l'inclinaison de la buse. Celle-ci est en tôle et se termine par une fente, longue de 0^m,15, haute de 0^m,007 ; le vent arrive sur le bain métallique en lame très-mince.

La porte de chargement a 0^m,50 à l'intérieur et 0^m,90 à l'extérieur ; en hauteur, elle s'élève depuis le niveau du pont jusqu'à la partie supérieure de la maçonnerie fixe ; elle est fermée pendant l'opération par un petit mur en briques.

L'ouverture de travail descend jusqu'à l'assise de briques sur laquelle est battue la coupelle ; en largeur, elle

n'a que 0^m,25 à l'intérieur et 0^m,60 à l'extérieur; elle est fermée plus ou moins complètement par une plaque mobile en tôle; elle est surmontée par une hotte destinée à conduire les fumées plombeuses dans le haut du rampant. Le plan incliné présente la forme d'un prisme vertical, dont la base a 0^m,70 sur 0^m,90.

Le rampant par lequel sortent les flammes a 0^m,25 de hauteur et 0^m,60 de largeur; la cheminée a 0^m,60 de côté. Sur l'un des côtés de la cheminée est ménagée une embrasure, qu'on ferme avec des briques ou avec une plaque de tôle; elle sert à régler le tirage; on l'ouvre quand le four est trop chaud, on la bouche plus ou moins complètement dans le cas contraire.

La sole est battue pour chaque opération sur une assise horizontale de briques; celles-ci reposent sur un lit de scories, portées par la fondation en maçonnerie ordinaire; trois larges canaux sont ménagés dans cette maçonnerie et servent au dégagement de l'humidité.

L'intérieur du four est construit en briques réfractaires; le massif extérieur est entièrement en pierres de grès taillées avec grand soin; les armatures sont en fer forgé.

Le chapeau mobile est fait en briques réfractaires, maintenues dans un cadre conique en fer, de 0^m,22 de hauteur; il est soulevé par huit chaînes fixées par le même nombre d'anneaux au cadre conique. La manœuvre est faite à l'aide d'un treuil placé au-dessus du four; la disposition du bâtiment n'a pas permis l'emploi d'une grue.

Chambres et canaux de condensation. — Les gaz sortant de tous les fours se réunissent dans un canal horizontal, construit sur le mur du bâtiment principal; ils se rendent ensuite par un rampant incliné dans deux grandes chambres de condensation; de là ils suivent une série de canaux établis sur le flanc de la montagne, et sortent par

une cheminée haute de 12 mètres. La différence de niveau entre les grilles des réverbères et le haut de la cheminée est d'au moins 60 mètres. Des portes sont ménagées de distance en distance dans les parois des canaux, des chambres et de la cheminée; elles servent à l'enlèvement des fumées, quand à la fin des campagnes tout le système est suffisamment refroidi.

La section des canaux est d'environ 1 mètre carré; les volumes des deux chambres sont de 36 et 60 mètres cubes; la cheminée a 0^m,60 de côté. Le développement total des canaux est de 300 mètres.

La construction de cet appareil de condensation a eu pour résultat de faire disparaître de l'usine presque toutes les fumées plombeuses, qui rendaient auparavant le travail extrêmement pénible aux ouvriers; il suffit pour condenser une partie du plomb et de l'argent volatilisés, mais il devrait encore être augmenté si la production de la mine devenait beaucoup plus considérable.

Description
du travail.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, les minerais riches, les grosses grenailles des cribles sont pulvérisés sous les pilons du bocard à sec; les fines grenailles, les schlichs de diverses qualités, les schlamms, les bourbes retirées des bassins de dépôt et assez riches pour être fondues, sont mis en magasin dans des cases spéciales. La production des mines varie entre des limites assez restreintes; le directeur peut facilement prévoir les quantités des divers produits qui seront obtenues dans un temps donné. D'après cette prévision il indique les proportions de minerais riches, de schlichs divers, de schlamms et de bourbes qui doivent entrer dans le mélange destiné au grillage. On prépare ordinairement 40 tonnes de ce mélange, et c'est ce qu'on appelle un lit de fusion, terme un peu impropre et qu'il ne faut pas confondre avec les lits de fusion des fours à manche.

Il est très-important que le mélange soit à peu près homogène, sa confection exige plusieurs journées de main-d'œuvre.

PREMIÈRE OPÉRATION. — GRILLAGE. — AGGLOMÉRATION. —

Les réverbères qui servent au grillage n'ont presque jamais besoin de réparations, le travail est continué pendant tout l'hiver et pendant une partie de l'été. Comme les fours n'ont pas tous les mêmes dimensions, les charges sont un peu différentes, mais elles sont toutes élaborées dans le même temps, et on n'a pas constaté de différence appréciable, soit dans la perfection du grillage, soit dans le degré d'agglomération, bien entendu quand les ouvriers bien surveillés apportent les soins convenables à leur travail. Je n'ai besoin de décrire qu'une seule opération dans l'un des fours pour faire comprendre la conduite du grillage ; je donnerai ensuite les résultats numériques relatifs aux 600 tonnes de minerais traitées dans l'année.

Opération. — La charge précédente étant retirée du four, les ouvriers jettent à la pelle 1 tonne du mélange de minerais, secs et humides, et 0^m,080 environ de fumées et de produits plombeux pulvérulents, provenant du travail de l'année précédente ; pendant le chargement on arrête le tirage du four en fermant complètement le registre en fonte, placé dans le rampant à une certaine hauteur au-dessus de la sole. Le registre reste fermé jusqu'à ce que toute la charge soit régulièrement étendue sur la sole ; on ferme alors les deux portes, on ouvre le registre, et on dispose la grille de manière à porter très-lentement le minerai au rouge sombre. Les deux canaux aux angles du pont ne sont ouverts que deux heures après le commencement de l'opération.

L'ouvrier doit s'occuper, immédiatement après le

chargement, à transporter dans le magasin le minerai aggloméré, précédemment retiré du four et mis provisoirement en dépôt sous l'une des voûtes.

Le travail au ringard commence quand les minerais sont échauffés sur toute l'épaisseur de la charge et quand ils ne laissent plus tourbillonner des matières pulvérolentes au contact des outils; il faut au moins 4 heures pour que le degré convenable d'échauffement soit atteint. A partir de ce moment, et pendant au moins 6 heures consécutives, l'ouvrier doit travailler presque sans interruption, renouveler les surfaces et régulariser l'élévation de température; il pousse le feu progressivement, de manière à porter le minerai au rouge sombre à l'extrémité de la sole, et vers la fin de cette période de brassage. Les deux registres restent ouverts et l'oxydation marche rapidement; après 6 heures de râblage, les matières ne contiennent plus que très-peu de soufre à l'état de sulfures, mais elles renferment beaucoup de sulfates; la première partie de l'opération, le grillage proprement dit, est terminée.

La seconde partie de l'opération doit produire la décomposition presque complète des sulfates et l'agglomération nécessaire pour la fonte au four à manche; pour atteindre ces deux résultats, il faut chauffer fortement et longtemps; on doit fermer les deux canaux qui amenaient l'air extérieur pendant le grillage; les portes en tôle des ouvertures de travail sont mises en place; l'ouvrier pique la grille et charge de la houille à des intervalles assez rapprochés. En deux heures environ, la partie de la charge la plus voisine du pont est au rouge presque vif et commence à s'agglomérer; l'ouvrier brasse avec un ringard, mais seulement pendant quelques instants, et cherche à ramener à la surface les parties en contact avec la sole. Ces brassages sont renouvelés de quart d'heure en quart d'heure; les matières commencent à fondre, mais sont

rendues poreuses par le dégagement de l'acide sulfureux produit par la décomposition des sulfates.

L'activité du feu doit être réglée de telle manière que la fusion ne devienne pas complète ; dès qu'une partie de la charge est convenablement agglomérée, l'ouvrier la fait sortir du four avec son râble ; elle tombe en masse visqueuse devant la porte.

L'ouvrier avance ensuite tout le reste de la charge vers le pont, en conservant aux diverses parties leurs positions relatives ; quelque temps après, il recommence à brasser les matières auprès du pont ; il continue ce travail jusqu'à ce que toute la charge ait été progressivement agglomérée et retirée du four.

Les portes restent alors ouvertes quelques instants afin de laisser s'abaisser un peu la température, le registre du rampant est fermé, une nouvelle charge est introduite.

La seconde partie de l'opération dure environ 6 heures ; les charges se succèdent à des intervalles à peu près réguliers de 16 heures ; en deux jours on peut griller et agglomérer 5 tonnes de minerais, en brûlant de 1,000 à 1,400 kilogrammes de houille.

Les minerais grillés sont refroidis avec de l'eau, ce qui facilite le cassage ; ils sont ensuite transportés au magasin, dans lequel on les reprend pour la fonte au four à manche.

Le cassage et les transports produisent une certaine quantité de menus, ou plutôt de sable de toute grosseur ; ces menus présentent une grande dureté, et ne sont pas en poussière assez fine et assez légère pour être entraînée par le vent dans les fours à manche.

La plus grande partie des minerais grillés est en morceaux poreux, de forme irrégulière, dans lesquels on n'aperçoit que bien rarement de la galène non oxydée.

La perte de poids au grillage est d'environ 20 pour 100; une charge, composée de 1,000 kilogrammes de minerais assortis, et de 80 kilogrammes de fumées et produits oxydés, donne en moyenne de 864 à 865 kilogrammes de minerais grillés.

Personnel. — La conduite d'un four n'exige la présence que d'un seul ouvrier; les postes sont de 8 heures seulement, il faut donc 9 grilleurs pour les trois réverbères: les ouvriers sont payés à prix faits; ils reçoivent une prime pour chaque quintal passé dans une charge au delà de 700 kilogrammes, et en 16 heures; ils reçoivent tous les matins la provision de houille qui doit suffire pour 24 heures, et qui est calculée sur la proportion de 35 de houille pour 100 de minerais; le combustible qu'ils parviennent à économiser leur est acheté par l'usine au prix de 10 francs par tonne. Ces primes sont données dans le but de pousser les ouvriers à griller dans un temps donné un poids plus considérable de minerais, et à conduire le feu avec économie. Quant à la perfection du travail, elle est confiée à la surveillance du contre-maitre de l'usine.

Les trois ouvriers attachés au même four sont nécessairement associés entre eux, puisque l'élaboration des charges est faite successivement par tous les trois dans ses diverses périodes. D'après les prix faits et les primes, les ouvriers peuvent gagner de 2 francs à 2 fr. 25 c. par poste de 8 heures.

Considérations économiques. — Le grillage de 600 tonnes de minerais est fait en 133 jours de travail dans les trois fours; il serait donc facile de suffire à une production beaucoup plus forte, ou de n'employer que deux des réverbères, en installant un magasin de minerais grillés capable de contenir l'approvisionnement nécessaire pour plusieurs campagnes des fours à manche.

On produit dans l'année 520 tonnes de minerais grillés, qui proviennent de :

600 tonnes de minerais, contenant, d'après les essais : 252 tonnes de plomb et 1,134 kilogrammes d'argent ;

Et 48 tonnes de fumées et autres produits contenant : 26 tonnes de plomb et 14 kilogrammes d'argent.

Les minerais grillés ne contiennent certainement pas la totalité des deux métaux que renferment les minerais, les fumées et les produits plombeux ; il y a toujours une perte pendant le grillage, et surtout pendant le chargement et les premiers moments du brassage ; une certaine quantité de matières fines est entraînée en dehors des fours, le tirage n'étant pas tout à fait arrêté, même quand les ouvriers ont soin de pousser complètement les registres. Comme il serait extrêmement difficile de choisir des prises d'essais qui représentent avec une approximation suffisante la teneur moyenne des minerais agglomérés, on n'en fait aucun essai, et la perte au grillage se trouve confondue avec celles, bien plus considérables, auxquelles donne lieu la réduction dans les fours à manche.

Pour ces motifs j'admets que les 520 tonnes de minerais grillés contiennent 278 tonnes de plomb et 1,148 kilogrammes d'argent, soit, par tonne de minerais grillés, 0^t,535 de plomb et 2^k,207 d'argent.

Les dépenses principales faites pour le grillage et l'agglomération sont les suivantes :

Main-d'œuvre....	1,197 jours à 2 fr. 25 c.....	2,603 fr. 25 c.
Houille.....	216 tonnes à 29 00	6,264 00
Outils, réparations, frais divers.....		600 00
		9,557 fr. 25 c.
Frais spéciaux du grillage.....		9,557 fr. 25 c.

Soit par tonne de minerais sortant du triage et de la préparation mécanique :

590 TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE PLOMB ARGENTIFÈRES

Mein-d'œuvre,.....	11,985.....	4fr. 49 c.
Houille.....	0,360.....	10 44
Outils, réparations, frais divers.....		1 00
Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de minerais,		15 fr. 93 c.

SECONDE OPÉRATION. — FONTE AU FOUR A MANCHE. — La réduction des minerais grillés est produite dans les fours à manche presque exclusivement par le combustible; on ajoute bien un peu de minerai de fer dans les lits de fusion, mais il agit principalement comme fondant; les fours sont trop peu élevés, la fonte est conduite trop rapidement pour qu'une partie du fer soit amenée à l'état métallique; le sulfate de baryte agit en partie comme réductif, mais aussi comme fondant. Du reste, pour les réactions chimiques, je dois renvoyer le lecteur au second chapitre, dans lequel j'ai donné tous les détails nécessaires. Les campagnes des fours à manche sont très-courtes, leur durée varie entre 8 et 13 jours; elles sont quelquefois interrompues par la rupture du nez, ou par des engorgements qui proviennent d'un défaut de soins dans le chargement; ces accidents deviennent moins fréquents et les campagnes plus régulières à mesure que les ouvriers se familiarisent davantage avec le nouveau mode de traitement, introduit depuis peu à Vialas. Je donnerai la description d'une seule campagne dont les résultats me paraissent se rapprocher de la moyenne de l'année entière.

Lits de fusion. — La composition moyenne des lits de fusion est la suivante :

Minerais grillés et agglomérés.....	1,000
Sulfate de baryte	40
Minerais de fer ¹	85
Abstrichs et fonds de coupelles.....	170
Scories de l'opération.....	400
Poids d'un lit de fusion.....	1,845

¹ Le minerai de fer employé est du fer carbonaté de Palmescalade ou de

Les abstrichs et les fonds de coupelles sont des matières plombeuses, qui ne peuvent être traitées économiquement que dans cette opération ; les scories, le sulfate de baryte et les minerais de fer doivent seuls être considérés comme fondants ou réactifs ; ils entrent dans les lits de fusion dans la proportion de 47,50 pour 100 de minerais grillés.

Ces diverses matières sont étalées par lits peu épais sur le sol de l'usine, à proximité du four à manche ; les ouvriers viennent les charger à la pelle dans des bâches en bois, dont ils jettent le contenu par-dessus la poitrine, en montant sur la brasque de l'avant-creuset.

Description d'une campagne. — Le four est ordinairement réparé plusieurs jours avant la mise en feu ; et d'ailleurs les fragments de micaschistes, qui servent à la construction de la chemise intérieure, ne se laissent pas pénétrer par l'eau du mortier qui les réunit, ils n'éclatent pas quand on les chauffe un peu rapidement. On peut donc en très-peu de temps, en 5 ou 6 heures, porter le bas du four jusqu'au rouge, et monter le niveau du combustible à environ 1 mètre au-dessus de la tuyère.

On met la buse en place et on commence à lancer un peu de vent ; en même temps on charge des scories contre la warme, et, quand elles arrivent fondues devant la tuyère, on cherche à former le nez ; on n'y parvient en général qu'après 4 ou 5 heures ; pendant ce temps on a rempli presque complètement le four de coke et de scories ; on peut, dès que le nez a la longueur convenable, de 0^m,15 à 0^m,20, charger les proportions nor-

Comberedonde; il est soumis sur place à deux grillages successifs en grands tas, et ensuite envoyé à Vialas. Il est en morceaux très-poreux et contient au moins 60 pour 100 de peroxyde de fer ; sa gangue est quartzeuse.

males de coke et de lits de fusion, le premier contre la poitrine, les autres contre la warme.

Les scories, chargées d'abord seules, servent à échauffer le creuset et l'avant-creuset; elles coulent par-dessus la brasque, en avant de la poitrine, jusqu'au moment de la première coulée, qui a lieu 12 heures après la mise en feu. A mesure que le four devient plus chaud, on augmente la quantité de vent lancé par minute jusqu'à 7 et même 8 kilogrammes; les charges de lits de fusion se succèdent à des intervalles de plus en plus rapprochés; la proportion de coke nécessaire pour maintenir les scories bien fluides diminue progressivement.

Tant que le nez peut être conservé en bon état, le gueulard est parfaitement obscur; les ouvriers doivent charger les matières des lits de fusion ou le coke quand le vent se fait jour au gueulard en donnant un jet de flamme rougeâtre. Les coulées sont faites à des intervalles assez variables; dans les premiers jours de la campagne, deux coulées par poste de 8 heures suffisent ordinairement; à partir du quatrième jour, on en fait souvent trois; du huitième jour jusqu'à la fin de la campagne, il faut en faire quatre par poste, soit 12 en 24 heures. L'avant-creuset est bouché avec des scories et du menu coke mouillé, formant une plaque épaisse sous laquelle les scories se frayent aisément un passage; il ne se forme pas habituellement d'engorgement dans cette partie du four; les ouvriers n'ont que rarement besoin de toucher à l'avant-creuset, qui est bien préservé du refroidissement, et reste constamment assez chaud pour que les scories puissent conserver toute leur fluidité. Les scories sont pauvres et ne rendent pas à l'essai plus de 2 pour 100 de plomb.

Au contraire, quand le nez est percé, ou détruit partiellement ou en totalité par une descente irrégulière

des charges, le gueulard ne peut plus être maintenu suffisamment obscur, l'avant-creuset se refroidit, et si l'on ne parvient pas à reformer rapidement un nez convenable, il faut mettre hors feu. Les accidents au nez arrivent presque toujours à la suite d'une inattention des ouvriers; après avoir négligé de charger en temps utile, ils jettent d'une seule fois dans le four un poids considérable de matières, au lieu de ramener peu à peu le niveau des charges au gueulard. Quand la surveillance du contre-maitre est incessante le nez se conserve assez facilement pendant 12 jours, quelquefois même pendant un temps plus long; dans ce cas, la fin de la campagne est déterminée par l'état du four, dont les parois sont rongées progressivement au-dessus de la tuyère; on doit mettre hors feu quand le vide intérieur devient trop grand et prend une forme trop irrégulière.

Pour la mise hors feu on laisse descendre le niveau des charges en passant des scories seules (avec une proportion très-faible, 10 pour 100, de coke), pendant 5 ou 6 heures.

A chaque coulée, on obtient dans le bassin extérieur: du plomb d'œuvre, quelquefois un peu de matte, et des scories; l'ouvrier doit avoir soin de boucher le trou de coulée avec un tampon d'argile dès que tout le plomb est sorti, et de laisser une certaine quantité de scories dans le creuset. Les scories qui recouvrent le plomb dans le bassin n'ont qu'une faible épaisseur, et sont promptement solidifiées; on les enlève d'une seule pièce, et on les met à part pour les repasser dans les lits de fusion; elles contiennent toujours des grenailles, tandis que celles qui coulent par-dessus la brasque de l'avant-creuset n'en renferment presque jamais.

La matte, quand il s'en produit, forme au-dessus du plomb une couche très-mince, qui ne résiste pas à l'enlèvement de la croûte de scories solidifiées; une partie

se trouve attachée aux scories, le reste est écumé avec les crasses au moment où on procède au moulage du métal dans les lingotières. La matte ainsi obtenue est passée dans les fours de grillage avec les minerais, et sans être pesée ; celle qui est adhérente aux scories est mise avec elles dans les lits de fusion.

Le plomb d'œuvre est moulé dans des lingotières en fonte en saumons, dont le poids varie entre 43 et 45 kilogrammes ; il est très-pur et contient certainement moins de 1 pour 100 de corps étrangers, soufre, arsenic et cuivre ; sa teneur en argent est en moyenne de 455 à 460 grammes aux 100 kilogrammes.

Personnel. — Les ouvriers travaillent au four par poste de 8 heures ; chaque poste comprend : 1 fondeur ; un nombre d'aides et de manœuvres variable avec la rapidité de la fonte. Dans les premiers jours de la campagne on passe de 3 à 5 tonnes de minerais grillés en 24 heures, il suffit de 1 aide et de 1 manœuvre pour la préparation des lits, pour le chargement, le transport des lingots au four de coupelle, etc. A la fin de la campagne on passe en 24 heures jusqu'à 8 tonnes de minerais, soit 13,160 de lits de fusion ; il faut 1 aide et 3 manœuvres. Il faut donc pour un four à manche : 3 fondeurs, 3 aides, et de 3 à 9 manœuvres, soit de 9 à 15 ouvriers. Les hommes sont payés à la journée, mais ils reçoivent des primes qui peuvent augmenter notablement leur salaire, quand les résultats de la campagne sont satisfaisants. On leur accorde des primes séparées pour la quantité de plomb produit, pour la durée de la campagne, pour le poids des minerais grillés fondus, et pour l'économie du combustible.

Avec les salaires fixes et les primes, les ouvriers peuvent gagner : les fondeurs, 3 francs ; les aides, 2 fr. 50 c. ; les manœuvres, 2 fr. 25 c. et 2 francs.

Le transport des scories à la place de dépôt auprès du torrent est fait par un manœuvre payé seulement 1 fr. 60 c. par jour.

Résultats d'une campagne. — La campagne que je prends pour exemple a duré 11 jours, depuis la mise en feu jusqu'au moment où le vent a été arrêté; on a chargé les lits de fusion seulement pendant 10 jours et 12 heures. Pendant ce temps on a fondu :

Minerais grillés.....	55 t.,	contenant 28 ^t ,87 de plomb et 121 ^k ,385 d'arg.	
Abstrichs.....	3 ^t ,37	— 2,02	— 0,170 —
Fonds de coupelles. . .	5,57	— 2,78	— 0,865 —
Scories de l'opération.	23,00	— 0,66	— „
Sulfate de baryte.....	2,25	— „	— „
Minerais de fer.....	2,00	— „	— „

Poids des mat. fondues. 90^t,19 contenant 34^t,33 de plomb et 122^k,420 d'arg.

On a produit 25^t,50 de plomb, rendant à l'essai 460 grammes d'argent aux 100 kilogrammes, et contenant par conséquent 117^k,30 d'argent. On a obtenu, de plus, des scories, dont une grande partie a été jetée, et le reste conservé pour la campagne suivante; on peut admettre que ces dernières compensent à peu près, pour le plomb contenu, celles qui ont été passées dans les lits de fusion; par conséquent la perte apparente a été de 8^t,33 de plomb et de 5^t,12 d'argent. La perte réelle a été un peu moins forte, parce qu'il s'est déposé des fumées riches en plomb et en argent dans l'appareil de condensation ¹.

En ne tenant pas compte des fumées, on voit que la perte a été de 24 pour 100 pour le plomb, et de 4.20 pour 100 pour l'argent, du poids des deux métaux indi-

¹ Les fumées rendent à l'essai 40 pour 100 de plomb et 40 grammes d'argent; mais ces nombres se rapportent à la moyenne de toutes les fumées recueillies; il est impossible de connaître exactement la richesse de celles qui proviennent des fours à manche.

qués pour les essais. Ces nombres se rapportent, comme je l'ai dit précédemment, aux deux opérations, grillage et réduction.

On a brûlé pour la mise en feu, pour la fonte et pour la mise hors feu, 14^t,90 de coke, soit 27 pour 100 des minerais grillés et 16,50 pour 100 de matières fondues. On a payé, pour 132 journées d'ouvriers, 324 francs ¹.

Considérations économiques. — Dans l'année entière, on fond : 520 tonnes de minerais grillés; 22 tonnes d'abstrichs et de litharges; 32^t,50 de fonds de coupelles, avec 22 tonnes de sulfate de baryte, 19 tonnes de minerais de fer, et des scories de l'opération. Les matières plombeuses fondues contiennent, d'après les essais, 294^t,42 de plomb et 1,156^t,60 d'argent.

On produit 253 tonnes de plomb d'œuvre, tenant en moyenne 450 grammes d'argent aux 100 kilogrammes, contenant 1,138^t,50 d'argent. La perte faite dans les deux premières opérations est donc de 41^t,42 de plomb et de 18^t,10 d'argent; les rapports de ces pertes aux poids des deux métaux accusés par les essais sont : 14 pour 100 pour le plomb et 1,60 pour l'argent. La dif-

¹ La campagne dont j'ai donné les résultats n'est pas la plus favorable de celles qui ont été faites à Vialas depuis l'introduction de la méthode actuelle; je vais donner à titre de renseignement les nombres relatifs à une campagne de 12 jours, du 27 novembre au 8 décembre 1859, et pendant laquelle on a fondu :

Minerais grillés.....	82 ^t ,100
Scories du traitement.....	40,850
Sulfate de baryte.....	2,400
Minerais de fer calcinés.....	4,090
	<hr/>
Poids des matières fondues...	129 ^t ,440

On a brûlé : coke, 17^t,040, soit 20 pour 100 de minerais grillés, et 13 pour 100 de matières fondues.

On a obtenu 29^t,720 de plomb d'œuvre, soit 36 de plomb pour 100 de minerais grillés.

férence entre ces deux rapports doit provenir, d'abord de ce que l'argent est volatilisé dans les fours à manche en proportion moins grande que le plomb, mais surtout de ce que les essais par voie sèche déterminent avec fort peu d'exactitude la quantité d'argent contenue dans les minerais et dans les matières diverses.

Les 520 tonnes de minerais grillés sont fondues en 11 campagnes, pendant lesquelles on consomme :

Main-d'œuvre....	1,325 jours à 2 fr. 453....	3,250 francs.
Coke.....	141 tonnes à 45 — 000....	6,345
Minerais de fer...	19 — à 40 — 000....	760
Sulfate de baryte..	22 — à 5 — 000....	110
Outils, réparations, frais divers.....		2,200
		<hr/>
Frais spéciaux.....		12,665 francs.

Le sulfate de baryte est produit en abondance par les mines de Vialas ; il ne coûte même pas à l'usine 5 francs par tonne ; les frais divers sont portés à 2,200 francs, parce qu'ils comprennent les réparations des fours et la confection de la brasque pour les creusets et les bassins.

Rapportés à 1 tonne de minerais sortant des ateliers de triage et de préparation mécanique, les frais spéciaux sont les suivants :

Main-d'œuvre.....	2,21.....	5 fr. 417
Coke.....	0 ^t ,235.....	10 575
Minerais de fer.....	0,032.....	1 266
Sulfate de baryte.....	0,037.....	0 183
Frais divers.....		3 666
		<hr/>
Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de minerais.		21 fr. 107

On produit, pour 1 tonne de minerais, 0^t,438 de plomb d'œuvre, contenant 1^k,897 d'argent.

598 TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE PLOMB ARGENTIFÈRES

On perd 0^l,069 de plomb et 0^l,061 d'argent dans les deux premières opérations; la valeur perdue est de 48 francs.

Résumé
partiel.

Avant de décrire la coupellation, je vais présenter le résumé des frais spéciaux du grillage et de la réduction; ce résumé me paraît utile pour la comparaison des méthodes appliquées dans diverses usines au traitement des minerais de plomb.

Le grillage et la fonte au four à manche de 600 tonnes de minerais exigent les dépenses suivantes :

Main-d'œuvre.....	2,522 jours.....	5,943 fr. 25 c.
Houille.....	216 tonnes.....	6,264 00
Coke.....	141 —	6,245 00
Réactifs.....	41 —	870 00
Frais divers.....		2,800 00
		22,222 fr. 25 c.

Soit par tonne de minerais :

Main-d'œuvre.....	4,207.....	9 fr. 905
Combustibles.....	0 ^l ,595.....	21 015
Réactifs.....	0,070.....	4 450
Frais divers.....		4 666
		37 fr. 036

Pour évaluer approximativement les pertes relatives au traitement des minerais seuls, il faut tenir compte des métaux contenus dans les matières plombeuses de la coupellation qui sont passées dans les lits de fusion. Pour 600 tonnes de minerais, les pertes sont de 35^l,55 de plomb et de 17^l,64 d'argent, ce qui donne pour 1 tonne de minerais :

Plomb perdu... 0^l,059. Argent perdu... 0^l,0298

Leur valeur est de 36 fr. 10 c. ; elle est à peu près égale

aux frais spéciaux du traitement. Je pense qu'il sera possible d'apporter à la méthode de Vialas des améliorations notables, dirigées surtout vers le but de diminuer les pertes et les consommations; cependant, vu les conditions défavorables dans lesquelles l'usine est placée, il me paraît difficile d'abaisser beaucoup les frais de traitement.

TROISIÈME OPÉRATION. — COUPELLATION. — La coupellation ne diffère que par un petit nombre de détails de l'opération analogue faite dans le Harz, et je n'ai pas besoin de m'arrêter à sa description. J'indiquerai brièvement de quelle manière elle est conduite, je n'insisterai que sur les consommations et sur les produits obtenus.

La coupelle est faite avec un mélange en parties égales de marne et de vieilles coupelles; ces deux matières, pulvérisées séparément, sont mélangées à sec, imbibées d'environ 10 pour 100 d'eau; le mélange est retourné à deux reprises jusqu'à ce que le degré d'humidité soit devenu le même dans toute la masse. La terre de coupelle ainsi préparée est battue dans le four avec des pilons en bois jusqu'à ce que les pilons cessent de marquer à la surface; au centre du four, l'épaisseur de la terre est de 0^m,16; elle est de 0^m,10 vers les bords, et c'est la partie à laquelle il importe le plus de donner de la consistance par le battage.

Le chargement du plomb commence dès que la coupelle est terminée; on ne trouve aucun avantage à la laisser sécher pendant un jour, comme dans le Harz. On étend sur la sole une couche de paille destinée à préserver la surface pendant que les ouvriers arrangent les saumons. On charge ordinairement 10 tonnes de plomb d'œuvre, après avoir enlevé sur chaque lingot quelques grammes de plomb. Le mélange de ces prises d'essais

sert à déterminer au laboratoire la teneur moyenne en argent, ce qui donne un contrôle très-utile du résultat de l'opération.

Dès que les 10 tonnes sont chargées, le chapeau est mis en place, l'ouverture de chargement est bouchée par un mur en briques, et tous les joints sont lutés avec de l'argile. On allume le four avec des copeaux et des menus bois ; on chauffe ensuite avec un mélange de houille grasse et de houille maigre, et on pousse le feu de manière à fondre la charge en 7 ou 8 heures. La période de formation des abstrichs et des litharges sales dure ensuite de 5 à 6 heures ; elle est plus ou moins longue, suivant les soins apportés au battage de la coupelle, dont les bords sont un peu rongés par l'oxyde de plomb ; le plomb est très-pur et ne donnerait par lui-même qu'un poids très-faible d'abstrichs.

La buse est mise en place dès que les litharges deviennent un peu propres ; le vent est réglé de telle manière que les fumées plombeuses ne sortent qu'en petite quantité par la porte de travail. L'action oxydante du vent est beaucoup moins énergique, et surtout moins rapide, que dans les fours chauffés avec des fagots, parce que les flammes qui arrivent du foyer ne sont jamais très-oxydantes ; elles deviennent même réductives toutes les fois qu'on pousse de la houille de la trémie sur la grille ; une partie de l'air lancé par la buse est employée à brûler, au moins par moments, les gaz oxydables qui viennent du foyer. Les litharges sont conduites par une rainure pratiquée dans le bord de la coupelle sur le plan incliné extérieur ; elles sont jaunes ou rouges, suivant la rapidité du refroidissement, comme je l'ai expliqué dans le second chapitre. Quand elles coulent rapidement jusque sur le devant du plan incliné, elles se refroidissent brusquement et sont jaunes ; quand elles sont

maintenues à moitié pâteuses dans l'embrasure même de la porte de travail, elles sont presque entièrement rouges et en paillettes après refroidissement. Les litharges marchandes se produisent pendant quarante-huit et même cinquante heures, c'est-à-dire très-lentement; elles contiennent peu de grenailles, et ne rendent pas à l'essai plus de 5 à 6 grammes d'argent pour 100 kilogrammes. Quand il ne reste plus que 500 kilogrammes environ de métal, l'ouvrier ne peut plus éviter l'entraînement des grenailles par les litharges; il ne distingue plus nettement le bord des matières fondues, parce que les flammes sont toujours un peu obscurcies par la fumée; les litharges qui coulent jusqu'au moment de l'éclair sont assez riches en argent; elles sont passées directement dans la fonte au four à manche, ou mélangées avec les minerais pour le grillage, suivant leur état d'agglomération. On peut quelquefois se procurer des vieux bois ou des fagots en quantité suffisante pour chauffer le four pendant les dernières heures de l'opération; dans ce cas, il faut remplacer la houille par le combustible végétal, à partir du moment où les litharges vont devenir un peu plus riches en argent; les flammes deviennent aussitôt brillantes, et l'ouvrier, distinguant plus nettement les bords des matières en fusion, peut faire sortir du four 200 et même 300 kilogrammes de litharges assez pauvres pour être vendues; il n'a besoin de mettre à part que 300 ou 200 kilogrammes de litharges riches.

L'éclair n'est bien net que dans les coupellations terminées au bois; il passe souvent inaperçu quand on chauffe avec de la houille jusqu'à la fin de l'opération. Quand il a eu lieu, on arrête le vent et on laisse la température s'abaisser jusqu'au moment où l'argent commence à se solidifier; il faut alors lancer un peu d'eau sur la plaque pour hâter son refroidissement, et la re-

tirer du four dès qu'elle est entièrement solide. On la bat au marteau pour enlever les écailles de litharges ou les fragments de la sole qui lui sont adhérents; on la pèse et on la porte au magasin, où elle reste jusqu'au moment du raffinage.

Quand le four est entièrement refroidi, on soulève le chapeau et on arrache la coupelle; les parties imprégnées de litharges sont pesées et mises en dépôt, pour être ensuite passées dans les lits de fusion des fours à manche; tout le reste est pulvérisé et sert à la confection de la coupelle pour l'opération suivante.

Produits. — Les principaux produits de la coupellation sont: l'argent brut; les litharges marchandes; les abstrichs; les litharges riches et les litharges sales; les fonds de coupelles, et les crasses ou balayures de l'atelier.

L'argent brut contient presque régulièrement 98 pour 100 d'argent fin; il est très-pur et peut être facilement raffiné dans des creusets en plombagine, sans addition de nitre.

Les litharges marchandes contiennent de 5 à 7 dix-millièmes de cuivre et des traces de nickel; on les divise en deux qualités au moyen d'un trommel incliné, dont la surface est formée de tôles percées de trous allongés, et qui est mis en mouvement par un homme agissant sur une manivelle. Le trommel est enfermé dans une caisse de bois, qui empêche les poussières d'incommoder les ouvriers; les litharges, écrasées avec un pilon en bois, sont chargées par une trémie; les grains et les paillettes sont reçus dans deux compartiments séparés, qui sont vidés quand les poussières sont entièrement tombées.

On a produit jusqu'à présent $\frac{1}{3}$ de litharges rouges pour $\frac{2}{3}$ de litharges jaunes; il serait possible d'augmenter notablement la proportion des premières.

Les litharges sales et les litharges riches doivent être reçues sur le devant du plan incliné, afin que leur refroidissement soit rapide, et qu'elles soient assez fortement agglomérées pour passer au four à manche ; quand elles sont obtenues en paillettes trop fines, il faut les mélanger avec les minerais pour le grillage. Les litharges riches rendent à l'essai de 10 à 20 grammes d'argent aux 100 kilogrammes ; les autres ne contiennent pas plus de 4 à 5 grammes ; elles peuvent être considérées comme contenant de 90 à 93 pour 100 de plomb.

Les abstrichs sont presque tous bien fondus, et leur coloration foncée est due principalement à l'oxyde de fer de la terre de coupelle ; ils se forment en grande partie par l'action de l'oxyde de plomb sur les bords mal battus de la sole, et sont certainement des silicates basiques d'alumine, de chaux, d'oxyde de plomb et d'oxyde de fer. Ils retiennent quelques grenailles très-fines de plomb métallique, et rendent à l'essai de 60 à 70 pour 100 de plomb ; leur teneur en argent est à peu près celle des litharges sales, de 2 à 5 grammes aux 100 kilogrammes.

Les fonds de coupelles sont riches en plomb, pauvres en argent ; les essais indiquent en moyenne 50 pour 100 de plomb et 10 grammes d'argent aux 100 kilogrammes. Le poids qu'on obtient dans une coupellation dépend encore du soin apporté au battage de la sole ; il varie de 800 à 1,200 kilogrammes, et s'élève même jusqu'à 1,400 kilogrammes, quand la sole est mal battue.

Les crasses et les balayures sont toujours en quantité très-notable ; chaque fois que le niveau du plan incliné doit être abaissé, il faut enlever une certaine épaisseur de la terre, et la partie supérieure contient un peu de

litharges. Ces matières pulvérulentes sont trop hétérogènes pour qu'on puisse déterminer leur teneur en plomb ; elles sont passées au grillage avec les minerais, en même temps que les fumées.

La coupellation détermine la volatilisation d'un poids considérable de plomb ; une partie de l'oxyde est recueillie dans les canaux et dans les chambres de condensation ; mais il s'en perd certainement encore beaucoup, car les fumées qui sortent de la cheminée commune à tous les fours deviennent beaucoup plus lourdes, et bien plus abondantes, quand le four de coupelle est en activité. Dans l'intervalle des campagnes des fours à manche, et avant le commencement de la coupellation, on ne voit sortir de la cheminée que des vapeurs très-légères, qui ne paraissent contenir que peu de plomb ; elles deviennent blanches et lourdes dès qu'on allume le four de coupelle ou les fours à manche. Les différences d'aspect démontrent que pendant le grillage la volatilisation est très-faible, et qu'elle est, au contraire, considérable dans la coupellation et dans la réduction ; elles indiquent également que les canaux et les chambres ne suffisent pas pour la condensation ; on pourrait essayer de leur donner un développement plus grand, auquel la disposition du terrain se prête admirablement. Cependant, pour la condensation à peu près complète des métaux volatilisés, il faudrait installer des appareils beaucoup plus compliqués, dont les frais d'installation ne seraient pas en rapport avec la production actuelle de l'usine.

Résultats d'une coupellation. — Les opérations présentent maintenant assez de régularité pour que les résultats d'une seule coupellation représentent à peu près la moyenne de ceux obtenus dans l'année entière. La charge étant de 10 tonnes de plomb d'œuvre, tenant

450 grammes d'argent par 100 kilogrammes, on obtient :

Argent brut.....	46 ^k ,50	an titre de 980 millièmes.				
Litharges rouges.	2 ^t ,70	}	contenant 93 p. 100 de plomb et 5 gram. d'arg. aux 100 kilogr.			
Litharges jaunes.	5,12					
Litharges sales..	0,24	—	90	—	5	—
Litharges riches.	0,35	—	93	—	15	—
Abstrichs.....	0,80	—	60	—	3	—
Fonds de coupell.	1,20	—	50	—	10	—

Ces produits contiennent 8^t,889 de plomb et 46^k,165 d'argent : on obtient donc plus d'argent que les essais en indiquent dans le plomb d'œuvre, ce qui est une preuve de la grande difficulté que présente le choix convenable de la prise d'essai ; il doit certainement y avoir une perte très-notable en argent dans le grand four de Vialas, puisque sur 10 tonnes de plomb on ne retire que 8^t,889 de ce métal dans les produits divers. Une partie des métaux volatilisés doit se retrouver dans les canaux et dans les chambres de condensation, mais la quantité ne peut pas en être déterminée, parce que toutes les fumées sont mélangées.

La durée de la coupellation est de soixante-six heures ; pendant ce temps, on brûle de 1^t,90 à 2 tonnes de houille, soit de 19 à 20 de houille pour 100 de plomb coupellé.

Personnel. — La coupellation est surveillée par le contre-maitre de l'usine ; le travail est fait par 3 fondeurs et 3 aides, qui travaillent par poste de huit heures ; on compte pour une opération : 4 journées pour la préparation des terres et le battage de la coupelle ; 16 journées pour la coupellation. Les ouvriers sont payés à la journée, mais ils reçoivent des primes nombreuses, qui peuvent presque doubler leurs salaires fixes, quand le travail est bien conduit ; les primes sont séparées pour les litharges rouges et pour les litharges jaunes ; elles va-

rient avec les prix de vente de ces deux qualités, suivant que l'une ou l'autre peut être vendue plus cher. On accorde aux ouvriers 20 pour 100 de houille, et on leur achète le combustible qu'ils parviennent à économiser.

La séparation et l'emballage des deux qualités de litharges dans des barils occupent au moins 3 journées d'ouvriers. Pour une opération entière, il ne faut donc pas moins de 23 journées, qui sont payées de 69 à 70 francs. Les chefs de postes peuvent gagner 3 fr. 50 c., les aides 3 francs, pour le travail fait pendant que le four est en feu ; pour la préparation de la sole, la séparation et l'emballage des litharges, les ouvriers reçoivent en moyenne 2 fr. 50 c. par poste.

Résultats de l'année. — Les 253 tonnes de plomb d'œuvre exigent 25 coupellations, faites pour la plupart sur 10 tonnes, et pour 3 seulement sur 11 tonnes. On produit :

Argent brut.	1,166 ^k ,50	au titre de 998 millièmes, contenant 1,145 ^k ,170 d'argent fin.
Litharges rouges.	67 ^k ,50	} contenant 184 tonnes de plomb.
Litharges jaunes.	130 ^k ,25	

On obtient, en outre, des abstrichs, des litharges riches, des litharges sales, des fonds de coupelles, des balayures et des fumées, dont il ne faut pas tenir compte, puisqu'ils rentrent successivement dans le traitement, soit au grillage, soit aux fours à manche, dans les campagnes de l'année ou dans celles de l'année suivante ; il est cependant utile de présenter, mais seulement à titre de renseignement, les poids obtenus de ces produits secondaires.

Le traitement de 600 tonnes de minerais donne :

Abstrichs, orasses et balayures.	22 tonnes.
Litharges riches et litharges sales.	18
Fonds de coupelles.	33

Dans les canaux et dans les chambres de condensation, on recueille 25 tonnes de fumées, rendant à l'essai 40 pour 100 de plomb et 45 grammes d'argent aux 100 kilogrammes. La teneur en argent va en diminuant depuis les chambres de condensation jusqu'à la cheminée; les fumées recueillies contre les parois de la cheminée tiennent encore 15 grammes d'argent par 100 kilogrammes. Dans les fumées, le plomb est presque entièrement à l'état de sulfate; ce sel est produit évidemment par l'acide sulfureux que dégage le grillage des minerais. La présence du sulfate de plomb opposera de grandes difficultés à un traitement spécial des fumées.

Considérations économiques. — Les dépenses principales faites pour les 25 opérations sont :

Main-d'œuvre.....	575 jours.....	1,750 francs.
Houille.....	51 tonnes à 29 francs.	1,479
Terre de coupelle.....	39 — à 22 —	858
Emballage des litharges.....		2,600
Outils, réparations, frais divers.....		500
Frais spéciaux de la coupellation.....		7,187 francs.

Soit par tonne de plomb d'œuvre :

Main-d'œuvre.....	21,272.....	6 fr. 916
Houille.....	0,90.....	5 800
Terre de coupelle.....	0,154.....	5 388
Emballage des litharges, frais divers.....	19	303
Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de plomb.		28 fr. 407

Ces frais sont bien plus élevés que ceux que j'ai donnés pour les usines précédemment décrites, mais cela tient à ce que, pour l'usine de Vialas, j'ai réuni aux frais de la coupellation proprement dite ceux qui sont relatifs à la séparation et à l'emballage des litharges; pour 1 tonne de plomb d'œuvre ils s'élèvent à 10 fr. 62 c.;

il ne reste donc que 18 francs environ pour les frais de coupellation.

Par tonne de plomb d'œuvre on obtient :

Argent brut.....	4k,610	contenant	4k,518	d'argent fin.
Litharges rouges.	0 ^a ,267	}	0 ^a ,782,	contenant 0 ^a ,727 de plomb.
Litharges jaunes.	0,515			

Rapportés à 1 tonne de minerais, les frais spéciaux de la coupellation sont :

Main-d'œuvre.....	0 ^a ,958.....	2 fr. 917
Houille.....	0 ^a ,085.....	2 465
Terre de coupelle.....	0,065.....	1 430
Emballage des litharges, frais divers.....		5 166

Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de minerais. 11 fr. 978

On retire de la tonne de minerais :

Argent brut.....	1k,944	contenant	1k,905	d'argent fin.
Litharges rouges.	0 ^a ,1125	}	0 ^a ,3296,	contenant 0 ^a ,307 de plomb.
Litharges jaunes.	0,2171			

RAFFINAGE DE L'ARGENT. — L'argent brut est raffiné par simple fusion au contact de l'air, dans des creusets en plombagine, chauffés dans un four prismatique analogue à ceux qui, dans les laboratoires, servent à faire les essais de fer.

Le creuset est placé dans le four sur un fromage ; sur la grille on met une pelletée de charbon de bois enflammé, on emplît le four de coke, et dans le creuset on place de 22 à 24 kilogrammes d'argent brut, coupé en morceaux. Quand le métal est fondu, on laisse le four entièrement découvert, et on charge du combustible de manière que sa surface reste toujours au niveau des bords supérieurs du creuset. Le plomb s'oxyde lentement, la litharge produite forme une couche très-mince, pour ainsi dire un voile, à la surface du métal ;

on l'épaissit en projetant dans le creuset un peu de quartz pulvérisé, on enlève les crasses avec une petite cuiller en fer. Le raffinage est terminé quand la surface métallique reste parfaitement brillante; on sort alors le creuset du four et on coule le contenu dans une lingotière en fonte, préalablement chauffée.

L'opération est faite par un seul ouvrier, sous la direction de l'ingénieur, ou tout au moins en présence du contre-maître de l'usine.

La plaque donnée par une coupellation est ordinairement raffinée en deux parties, fondues successivement dans le même creuset; elle produit deux lingots qui sont immédiatement emballés dans une caisse et envoyés à Paris. L'argent raffiné est au titre de 999 millièmes, et ne retient que des traces de plomb; comme produit tout à fait secondaire on obtient des crasses ou écumages, toujours riches en argent; ils sont mis de côté et traités au laboratoire; l'argent obtenu est refondu avec l'argent brut de la coupellation.

Le raffinage de 1,166^k,50 d'argent brut exige 50 fontes, et produit 1,143^k,60 d'argent en lingots; on peut admettre que l'opération ne cause aucune perte appréciable.

Considérations économiques. — Les dépenses du raffinage sont les suivantes :

Main-d'œuvre.....	25 jours à 2 francs....	50 francs.
Coke.....	1 tonne à 45 —	45
Charbon.....	0 ^k ,100 à 8 —	8
Creusets.....	14 à 6 —	84
Frais divers.....		25
	Frais spéciaux du raffinage.....	212 francs.

Soit par tonne de minerais :

Main-d'œuvre.....	0 ^k ,041.....	0 fr. 082
Coke et charbon.....	0 ^k ,002.....	0 090
Creusets, frais divers.....		0 181
	Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de minerais.	0 fr. 353

610 TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE PLOMB ARGENTIFÈRES

De la tonne de minerais on retire donc en définitive :

Argent raffiné.....	1k,905, dont la valeur est de...	419 fr. 10 c.
Litharges marchandes.	0 ^c ,3296	... 181 50
Valeur produite.....		600 fr. 60 c.

On perd, dans les diverses opérations du traitement, et pour 1 tonne de minerais :

Plomb.....	0 ^c ,413, soit 26,90 pour 100 du plomb contenu ; sa valeur est de 56 fr. 50 c.
------------	---

Pour l'argent, la perte n'est pas appréciable, mais il faut remarquer que les essais des minerais ne présentent pas une grande exactitude; quoi qu'il en soit, d'après les nombres cités plus haut, la valeur perdue dans le traitement est seulement de 56 fr. 50 c.

RÉSUMÉ DES DÉPENSES. — Aux frais spéciaux des différentes opérations il faut ajouter les salaires du contre-maitre, du surveillant de nuit et du garde de nuit. Le contre-maitre reçoit 1,800 francs; le surveillant, 600 francs; le garde de nuit, 600 francs; en outre, le contre-maitre et le surveillant participent aux primes accordées aux ouvriers. Il ne faut pas porter au compte du traitement métallurgique la totalité des sommes reçues par les trois employés; le contre-maitre est occupé, pendant plusieurs mois de l'année, à des travaux différents de ceux de la fonderie; le garde de nuit sert en même temps pour l'usine et pour les ateliers de préparation mécanique; je ne porterai sous le titre de surveillance que 2,500 francs.

Les frais spéciaux de tout le traitement sont les suivants :

Main-d'œuvre.....	3,122 jours.....	7,743 fr. 25 c.
Houille.....	267 tonnes.....	7,743 00
Coke.....	142 ^t ,10.....	6,398 00
<i>A reporter.....</i>		<u>21,884 fr. 25 c.</u>

	Report.....	21,884 fr. 25 c.	
Réactifs.....	41,00.....	870	00
Terre de coupelle...	39,00.....	858	00
Frais divers.....		6,009	00
Surveillance.....		2,500	00
	Frais spéciaux du traitement.....	32,121 fr. 25 c.	

Soit par tonne de minerais :

Main-d'œuvre.....	51,208.....	12 fr. 905
Houille.....	0,445.....	12 905
Coke.....	0,237.....	10 663
Réactifs.....	0,069.....	1 450
Terre de coupelle.....	0,065.....	1 430
Surveillance.....		4 233
Frais divers.....		10 015

Frais spéciaux rapportés à 1 tonne de minerais. 53 fr. 601

La consommation de combustibles divers est de 68 pour 100; elle pourrait être notablement diminuée si la disposition du terrain, sur lequel l'usine est construite, permettait d'employer des réverbères à deux soles pour le grillage. La dépense en fondants et réactifs est à peu près insignifiante. La perte en argent est nulle; la perte en plomb est au contraire assez forte, elle est de 27 pour 100 du plomb contenu dans les minerais; cependant ces derniers ne rendant à l'essai que 42 pour 100, la perte ne doit pas être considérée comme relativement plus grande que celle accusée par d'autres usines, qui traitent des minerais plus riches. Sous le rapport des consommations et des pertes, la méthode de Vialas peut soutenir avec avantage la comparaison avec les divers procédés de traitement aux fours à tuyère, adoptés en Allemagne.

§ 2.

Traitement des minerais de plomb et d'argent en Bretagne.

En Bretagne, comme dans la Lozère, les affleurements des filons sont nombreux dans les schistes micatés qui recouvrent le granit; on rencontre en plusieurs points