

Nous terminerons ce mémoire par l'extrait de la lettre que M. Charpentier a écrite à M. Jurine, en lui envoyant quelques cristaux de gypse. Après s'être plaint de ce que les ouvriers avaient, à son insu, dévasté la veine qui les renfermait, il ajoute qu'il faudra bien du temps et de l'ouvrage avant que de retrouver de nouvelles fentes riches en cristaux.

« Le gypse de Bex, dit-il, peut être même » tout celui qui avoisine la haute chaîne des » Alpes, appartient à la chaux anhydro-sulfatée; » mais l'influence de l'atmosphère et l'alter- » native du chaud et du froid ont changé sa » surface en *chaux sulfatée épigène*. Ce gypse » forme des amas ou couches *courtes* et très- » épaisses (*liegendestocke*), encaissées dans » le calcaire de transition, qui appartiennent » évidemment à une même époque de forma- » tion. C'est là qu'on observe plusieurs couches » étrangères, parmi lesquelles est la chaux sul- » fatée ordinaire à gros grains; dans celle-ci se » trouvent quelquefois des cavités, dont les » parois sont tapissées de ces beaux cristaux. » Lorsque ces cavités sont remplies d'argile » fine, les cristaux sont plus gros et plus » transparents; ce fait rappelle la chaux car- » bonatée quarzifère de Fontainebleau, le » cuivre carbonaté bleu de Chessy, la baryte » sulfatée de Schemnitz, en Hongrie, etc. »

SUITE DU MÉMOIRE SUR LE TRAITEMENT
DU SULFURE DE PLOMB au fourneau à
réverbère et au fourneau écossais;

PAR M. PUVIS, Ingénieur ordinaire au Corps royal
des Mines.

DEUXIÈME PARTIE (1).

*Théorie du travail au fourneau écossais et
au fourneau à réverbère.*

AVANT d'essayer d'exposer la théorie des opérations précédemment décrites, il me semble nécessaire de présenter quelques observations et quelques faits qui jetteront du jour sur notre sujet.

Il ne paraît pas que jusqu'à présent, dans l'explication des phénomènes métallurgiques, on ait eu assez égard à l'influence que peut avoir sur la séparation des divers principes d'une combinaison, la différence de fusibilité de ces principes : on conçoit cependant très-bien que si la température est au degré convenable pour faire valoir cette différence de fusibilité, la différence de pesanteur spécifique, aidée de la mobilité des substances liquifiées, en soustrayant ces dernières à l'action des masses, doit nécessairement modifier beaucoup les combi-

(1) La première partie de ce Mémoire a été insérée dans la 3^e. livraison, page 301 et suivantes.

naisons, de même qu'elles le sont par une tendance inégale des principes à l'état élastique, de même que le sont les dissolutions salines composées par l'insolubilité d'une partie de leurs composans, etc., toutes propriétés qui tendent à dérober les divers principes constituans à l'action de leurs affinités réciproques.

Si l'on suit avec quelque attention les opérations métallurgiques, on verra qu'il en est beaucoup de très-importantes, qui, ayant pour but d'opérer des séparations, sont basées sur la faculté qu'ont une partie des composans d'entrer en fusion à une température insuffisante pour la liquéfaction des autres composans. La première, et la plus remarquable de ces opérations par l'évidence du procédé, est la liquation, qui a pour objet de séparer le plomb argentifère du cuivre; mais c'est à-peu-près aux mêmes principes qu'on doit rapporter la formation du fer dans les forges catalanes, où il est question de réduire une partie de l'oxide de fer, et d'isoler le fer réduit des combinaisons plus fusibles formées par les terres et le reste de l'oxide, opération qui a lieu au moyen d'une température qui ne fait qu'agglutiner les matières: c'est encore à des causes semblables que l'on doit la purification du fer dans l'affinage ordinaire de la fonte; et nous allons voir que ces mêmes causes ont la plus grande influence dans le traitement du sulfure de plomb au fourneau à réverbère et au fourneau écossais.

Le sulfure de plomb, tel que l'offre la nature, est, comme on le sait, une combinaison constante de quinze parties de soufre et de quatre-vingt-cinq parties de plomb.

Le soufre et le plomb peuvent pourtant se combiner dans des proportions différentes; ainsi, il résulte des expériences de M. Gueniveau que la galène chauffée fortement, sans le contact de l'air, peut perdre une partie de son soufre; en sorte que sur cent parties de sulfure, il reste moins de quinze parties de soufre.

Ce sulfure surchargé de plomb, ou sous-sulfure que M. Gueniveau a obtenu à cause de la tendance du soufre à l'état élastique, est un résultat très-fréquent du traitement en grand, où on l'obtient avec une proportion de soufre souvent beaucoup plus faible, et constituant ce qu'on nomme mattes; il diffère essentiellement de la galène par la manière dont il se comporte à l'action d'une chaleur graduée.

La galène, chauffée lentement sans le contact de l'air, finit par se fondre; mais dans les différentes époques de l'opération, on ne voit aucune séparation du plomb: le sulfure ne perd qu'un peu de soufre, il se volatilise en partie lui-même, si la température est très-élevée.

Si l'on expose, au contraire, une matte en sous-sulfure de plomb à une chaleur graduée, il s'opère une véritable liquation; une portion du plomb qui se trouve en excès cède son soufre au reste de la matte, qui par-là même devient moins fusible; et si la disposition est convenable le métal séparé s'écoule (nous avons cité ce fait très-souvent dans la description de travaux précédens); mais si le plomb ne peut s'écouler, se retrouvant en contact avec les mattes qui s'échauffent de plus en plus, il arrive un point

où il rentre en combinaison pour former la matte primitive.

C'est ainsi que lorsqu'il s'agit de l'alliage de cuivre et de plomb, si la chaleur n'est pas trop forte, et que le plomb puisse s'écouler à mesure qu'il se fond, il y a séparation et liquation; si au contraire la température est trop élevée, et que le plomb reste en contact avec le cuivre, le plomb redissout le cuivre et l'alliage primitif se reforme.

On conçoit d'après cela que si l'on avait des mattes riches en plomb, on pourrait en séparer le plomb très-bien, en les traitant de manière à ne point les mettre en fusion; le fourneau à réverbère et le fourneau écossais, mais le premier sur-tout à cause de la facilité d'y opérer le grillage, employés comme on le fait sans y développer une haute température, rempliraient très-bien cet objet, et, comme je l'ai déjà dit, j'en conseillerais l'usage pour les mattes que donne le fourneau à manche dans le traitement des crasses de réverbère.

Je ne crois pas que l'on traite nulle part immédiatement de semblables mattes aux fourneaux écossais et à réverbère; si le traitement direct n'a pas lieu, nous verrons cependant qu'en dernière analyse ces fourneaux traitent une matte riche en plomb, laquelle est un résultat de la nature des opérations qui sont en usage; mais avant d'aller plus loin, nous allons examiner par quels moyens peut s'opérer la désulfuration de la galène pour donner naissance à des mattes riches.

Je ne parlerai point ici de la désulfuration de la galène par la seule action de la chaleur, parce

qu'à moins d'employer une très-haute température qui emporterait une grande partie de plomb, la quantité de soufre qui se sépare est peu de chose.

M. Gueniveau, en traitant dans un creuset une partie de sulfure de plomb par trois de sulfate, a obtenu pour résultat un mélange d'oxide et de sulfate de plomb: le résultat d'une partie de sulfate et d'une partie de sulfure a été un mélange d'oxide et de sulfure; enfin, quatorze grammes de sulfate mélangés avec huit grammes de sulfure, ont fourni deux substances bien séparées; l'une, occupant la partie inférieure, n'était que du sulfure de plomb sans mélange de plomb ductile; l'autre présentait tous les caractères de l'oxide de plomb appelé *véritable de plomb*: dans ces trois expériences, on a observé un dégagement abondant d'acide sulfureux.

« Les conséquences naturelles de ces faits sont » les suivantes: 1°. la galène et le sulfate de » plomb se décomposent mutuellement à une » température élevée; 2°. cette décomposition » donne lieu à la formation et au dégagement » d'une grande quantité d'acide sulfureux et, » par conséquent, à la séparation d'une portion » considérable du soufre contenu dans le mi- » nerai; 3°. le résultat est l'oxide de plomb, » lorsque les proportions sont convenables, et » dans le cas contraire, un mélange d'oxide et » de sulfate, ou d'oxide et de galène; l'appli- » cation de ces conséquences, etc. »

Des essais que j'ai faits aussi dans des creusets sur le mélange du sulfate et du sulfure de plomb, m'ont fourni les mêmes résultats et les

mêmes conséquences, avec cette différence pourtant qu'en aucun cas je n'ai pu obtenir, après avoir convenablement chauffé, pour résultat définitif, un mélange de sulfure et d'oxide: au lieu d'avoir comme M. Gueniveau ce mélange pour résidu du traitement de partie égale de sulfate et de sulfure, j'ai trouvé un culot qui, sans avoir la ductilité du plomb, avait pourtant de la douceur et se coupait très-facilement; il n'y avait aucun mélange d'oxide, la surface était seulement recouverte d'un vert de plomb, inévitable dans un creuset de grès: l'action du sulfate sur le sulfure avait donc débarrassé ce dernier d'une grande partie de son soufre, et le sulfate lui-même s'était réduit par l'action de sulfure, puisque le culot, malgré qu'il renfermât peu de soufre, pesait plus de moitié du mélange primitif; c'était une matte riche.

J'ajouterai de plus qu'ayant traité un mélange de partie égale de sulfure et d'oxide, j'ai obtenu un culot qui, sur-tout dans sa partie inférieure, était de plomb presque pur: l'oxide avait donc réagi sur le sulfure, avait cédé son oxigène au soufre pour le faire dégager en acide sulfureux, et les proportions s'étaient trouvées suffisamment exactes pour que le résidu définitif fût du plomb presque pur ou une matte riche.

Voilà donc deux moyens efficaces de chasser le soufre, en grande partie, du sulfure de plomb, et d'obtenir des mattes riches en plomb.

1°. Action, au moyen de la chaleur, du sulfate sur le sulfure.

2°. Action, au moyen de la chaleur, de l'oxide sur le sulfure.

Mais, dira-t-on, le résultat de cette désulfuration est en définitif de la matte et non du plomb; cela tient à la température élevée à laquelle a été porté le mélange de sulfate et de sulfure dans tous nos essais. On sent, et nous le reconnaitrons bientôt dans le travail du fourneau à réverbère et du fourneau écossais, qu'en portant le mélange au degré de chaleur nécessaire pour que les substances puissent réagir l'une sur l'autre et insuffisante pour déterminer la fusion, la matte riche qui résulte de la désulfuration, se trouvant à mesure qu'elle se forme dans un état légèrement pâteux, c'est-à-dire favorable à la liquation, cette liquation devra s'opérer, et on obtiendra du plomb pur.

Nous avons donc, pour expliquer les phénomènes de la fonte dans nos deux fourneaux, les deux observations suivantes:

1°. A une température convenable, le sulfate et le sulfure de plomb mis en contact se désulfurent réciproquement, et il en résulte un sous-sulfure de plomb ou matte riche en plomb.

2°. A cette température, les matières n'éprouvant qu'un ramollissement sans entrer en fusion, le sous-sulfure se trouve dans une situation favorable à la liquation, et il y a production de plomb pur d'une part, et de l'autre résidu sulfuré moins fusible que la matte.

Je vais appliquer les idées, en commençant par le fourneau à réverbère.

CHAPITRE I^{er}.*Théorie de la fonte au fourneau à réverbère.*

Occupons-nous, dans un premier article, de la fonte du schlich cru; et nous traiterons ensuite, dans un deuxième article, de celle des résidus du grillage.

ART. I^{er}. *Théorie de la fonte du schlich cru.*

Le schlich cru est chauffé graduellement pendant quelque temps sans être remué; il se couvre d'une couche d'un blanc-jaunâtre de sulfate de plomb; au bout de deux ou trois heures on brise cette croûte, et on la mélange le mieux qu'il est possible avec le schlich: pendant ce temps, il se forme à la surface découverte de nouveau sulfate que l'ouvrier continue de mélanger avec le schlich; au bout d'un certain temps, la quantité de sulfate se trouvant un peu abondante et la température étant suffisamment élevée, le sulfate et l'oxide qui s'est aussi formé réagissent sur le sulfure; ils se décomposent mutuellement, donnent lieu à un dégagement d'acide sulfureux, provenant soit de la décomposition partielle de l'acide sulfurique, soit de la combustion du soufre du sulfure opérée par l'oxigène de l'oxide et une partie de celui de l'acide sulfurique.

Il résulte de là que, par le mélange que l'on fait constamment du sulfure et du sulfate, les matières doivent continuellement se désulfurer; mais ces mêmes substances, en perdant leur soufre, deviennent de plus en plus riches en

plomb; et comme la température est telle qu'elles ne sont qu'à l'état très-légerement pâteux; l'excès du plomb (le métal étant très-fusible) tend à s'en séparer par la liquation: l'ouvrier en remuant les matières, brise les prisons qui renferment le plomb; les molécules métalliques se réunissent en gouttes, qui, à l'aide de la pente considérable de la sole et à l'aide de leur grande liquidité, se rendent dans le bassin de percée.

On sent que le temps nécessaire pour produire une désulfuration capable de faire couler le plomb abondamment doit être assez considérable; aussi le moment où le plomb coule le plus abondamment n'arrive-t-il guère qu'au bout de 8 à 9 heures; mais comme les matières ne sont pas très-chaudes dans ce moment, la liquation s'opère très-bien, et il ne coule que fort peu de mattes.

L'opération du grillage continuant, la désulfuration, et par suite de l'écoulement du plomb, continuant aussi; mais, peu-à-peu le plomb diminuant de quantité, et son sulfure se trouvant, pour ainsi dire, enveloppé par les substances étrangères, il est nécessaire d'accroître la chaleur, ce qui rend alors plus difficile la séparation du plomb d'avec les mattes, et fait couler ces dernières abondamment.

Dans ce travail, le sulfate se décompose presque à mesure qu'il se forme; c'est ce qui fait que la masse totale ne tend pas à couler. On sent que si la proportion de sulfate était tout-à-coup considérable, la décomposition générale qui en résulterait dans toute la matière changeant cette dernière en une matte très-fusible, tout

tendrait à couler en masse, et c'est effectivement ce que nous verrons confirmé au sujet des résidus de grillage, dans le traitement desquels, à la vérité, la température est plus élevée.

Ceux qui ne peuvent suivre les phénomènes dans le travail en grand, peuvent s'en rendre compte facilement dans des essais en petit.

Si, sous une moufle, à la température nécessaire pour la coupellation, on introduit dans un scorificatoire un mélange de parties égales de sulfate et de sulfure de plomb, on ne tardera pas à apercevoir un dégagement abondant d'acide sulfureux, puis on verra suinter des gouttelettes de plomb qui se réuniront en anneau autour d'une matière seulement agglutinée, qui est de la matte déjà dépouillée de plomb. Si on élevait trop haut la température on obtiendrait moins de plomb, et l'on pourrait même n'en pas obtenir; mais seulement une matte homogène qui serait susceptible de céder du plomb par liquation, si, après l'avoir fait figer, on la reportait sous la moufle à une température moins élevée.

Ainsi donc, nous devons conclure qu'au fourneau à réverbère; 1°. la réaction du sulfate sur le sulfure ne tend pas à produire de l'oxide immédiatement, puisque le résultat final n'est point de l'oxide (nous aurons plus loin besoin de cette observation); 2°. que cette réaction tend à produire par le dégagement du soufre en acide sulfureux, et produit réellement une désulfuration abondante, d'où résultent des mattes riches; et, avec une chaleur convenable, l'écoulement du plomb par liquation.

ART. II. *Théorie de la fonte des résidus de grillage.*

Nous avons vu précédemment qu'une condition nécessaire pour la désulfuration, soit du sulfate, soit du sulfure de plomb, était le mélange de ces deux substances.

Les résidus de grillage sont, il est vrai, un mélange de sulfate, de sulfure et d'un peu d'oxide; mais, d'une part, le sulfure étant en masses agglutinées et non pas disséminé uniformément; d'autre part, la proportion du sulfate et de l'oxide, déjà beaucoup trop considérable, tendant à s'accroître encore par le contact de l'air chaud, il est évident que l'on n'obtiendrait presque point de plomb, si l'on ne trouvait un moyen d'augmenter la proportion du sulfure: or, ce moyen consiste à ajouter simplement du charbon le plus uniformément qu'il est possible, il en résulte le changement d'une partie du sulfate en sulfure et la réduction de l'oxide libre; la proportion du sulfure étant augmentée, la désulfuration en est la suite, et l'on obtient une combinaison très-fusible, qui est la matte riche en plomb. Cette matte, étant répandue abondamment dans la masse, coulerait en entraînant le tout dans le bassin, si l'on n'avait soin d'ajouter de menu charbon, qui par l'humidité qu'il renferme, par le froid momentanée qu'il produit, dessèche la matière et la met dans la circonstance favorable à la séparation du plomb. Cette séparation diminue sur-le-champ la fusibilité de la matte, qui sans cela entrerait presque aussitôt en fusion; car le menu charbon une fois allumé développe une

grande chaleur en même temps qu'il s'emploie de nouveau à décomposer l'excès de sulfate de plomb que le contact de l'air tend toujours à augmenter : c'est ce même charbon qui rend la chaleur plus forte dans le traitement des résidus, que dans celui du schlich cru.

Quoique ce soit de Poullaouen qu'on ait emprunté la méthode de fondre le schlich cru au fourneau à réverbère, il y a pourtant des différences dans la manière dont s'opère cette fonte dans les fonderies de Poullaouen et de Pesey; la plus essentielle consiste dans l'addition de charbon qui est nécessaire dans la première fonderie et qu'on n'emploie pas dans la deuxième, et cette différence provient de la manière dont on opère le grillage dans l'une et dans l'autre.

MM. Beaunier et Gallois disent :

« (1^o.) On donne d'abord un assez fort coup de feu pour bien échauffer toute la capacité du fourneau. Mais bientôt on diminue le feu jusqu'à ce qu'on ait obtenu une teinte rouge-brun; c'est le point où la chaleur est le plus favorable pour le grillage. »

« (2^o.) Au bout de 5 à 6 heures, les vapeurs de soufre sont plus rares. »

« (3^o.) C'est le moment d'ajouter le charbon; on en projette quelques pelletées, en même temps qu'on pousse vigoureusement le feu : la réduction s'opère avec facilité, etc. . . . »

On reconnaît facilement d'après cela, qu'à Poullaouen on commence par griller le minerai, sinon complètement, du moins en grande partie, et c'est pour produire cet effet, que tout en le remuant on évite de chauffer trop fortement (1^o.) et de l'agglutiner, ce qui nuirait singulière-

ment au grillage; aussi, dit-on, (2^o.) que les vapeurs de soufre sont plus rares au bout de 5 à 6 heures, ce qui annonce que le grillage est très-avancé.

Mais qu'arrive-t-il? le minerai grillé en grande partie, ne peut plus fournir le plomb par lui-même; il se trouve dans le cas des résidus de grillage. Il faut remarquer seulement que la proportion d'oxide, au moins relativement à celle du sulfate, s'y trouve plus considérable; et cela vient de ce que dans le grillage au fourneau à réverbère l'ouvrier mettant constamment le sulfate en contact avec le sulfure tend à détruire le premier, et à donner naissance à du plomb métallique qui s'oxide à mesure qu'il se développe, parce qu'il est trop peu abondant pour se séparer de la masse; aussi n'y en a-t-il que très-peu qui gagne le bassin. Cependant il ne faut pas croire qu'il ne reste plus de sulfate; j'ai grillé sous la moufle, avec le plus grand soin, 30 grammes de galène en chauffant au rouge-brun et remuant constamment : j'ai obtenu pour résultat une substance gris-jaunâtre pesant 31^g 45, et qui était par conséquent un mélange de 15^g 10 de sulfate de plomb et de 16^g 35 d'oxide. Or, le grillage au fourneau à réverbère est bien loin d'être opéré avec autant d'exactitude, par conséquent il doit produire au moins autant de sulfate que d'oxide; on voit donc que l'action du charbon ne se réduit pas à opérer la réduction de l'oxide, mais qu'il doit encore, comme dans les résidus de grillage, réagir sur le sulfate et le décomposer en partie. Les causes qui tendent à faire couler

les matières sont les mêmes dans les deux cas; seulement à Poullaouen, la proportion d'oxide étant plus considérable, le plomb s'y produit avec plus de facilité. Je crois la méthode usitée à Pesey préférable, en ce qu'elle n'exige pas du charbon, et qu'ainsi elle ne force pas à rétrograder comme à Poullaouen. A Pesey, au lieu de maintenir pendant long-temps la matière au rouge-brun pour favoriser le grillage, on augmente progressivement la chaleur: aussi la chaleur qui, dans le premier cas, est insuffisante pour produire une forte réaction des matières, en produit-elle une forte dans le deuxième; d'où résulte la désulfuration rapide et l'écoulement du plomb: ajoutons que l'emploi du charbon a l'inconvénient d'augmenter la masse des gaz qui s'échappent des matières pendant le travail, et d'augmenter ainsi les causes de déperdition.

CHAPITRE II.

Théorie de la fonte du schlich au fourneau écossais.

Si le grillage du sulfure de plomb ne produisait que de l'oxide, on pourrait expliquer l'extraction du plomb au fourneau écossais, en disant:

« L'oxide de plomb se réduit par le contact » du charbon rouge. »

Il n'en est pas ainsi, car le sulfate de plomb, comme nous l'avons déjà dit, forme au moins les trois quarts du minerai grillé; la petite portion d'oxide se réduit bien à la vérité de suite; et c'est le premier plomb qui coule; mais le sul-

fate ne se réduit pas de même, l'expérience m'a prouvé qu'en la chauffant avec du charbon, on n'obtient autre chose qu'un sulfure renfermant encore 12 pour $\frac{2}{100}$ de soufre, et par conséquent hors d'état de donner du plomb par liquation. Il faut donc, pour concevoir l'extraction de la majeure partie du plomb, avoir recours à d'autres actions que l'action simple et directe du charbon sur le minerai; et voici, je crois, comment ce phénomène doit s'expliquer: une partie du sulfate se transforme par le contact du charbon rouge en sulfure; ce sulfure réagit sur le reste du sulfate; il en résulte abondante désulfuration et séparation du plomb par *liquation*, car les matières ne sont que légèrement ramollies.

On est naturellement porté à conclure d'après cela que le plomb s'obtiendrait beaucoup plus facilement si le minerai était mal grillé, parce que la désulfuration pourrait avoir lieu sur-le-champ, sans exiger la décomposition préliminaire d'une partie du sulfate. Cependant il est reconnu que le schlich mal grillé donne beaucoup plus de mattes et se fond moins bien que celui qui est bien grillé; je crois qu'on peut attribuer cet effet à deux causes: 1^o. le schlich cru qui se trouve dans le minerai mal grillé n'y est pas répandu uniformément, mais est en morceaux assez gros, ce qui est évidemment un inconvénient, et doit tendre à donner des mattes, parce que la désulfuration ne peut se faire que d'une manière très-incomplète.

2^o. Le minerai mal grillé renfermant une quantité notable de schlich cru, il pourrait se

faire que le sulfate nécessaire pour la désulfuration vint à manquer avant la fin du poste, ce qui déterminerait alors les matières à couler en mattes.

C'est un effet analogue qui a lieu dans le traitement du minerai grillé au fourneau à mauche; ce fourneau ayant une hauteur plus considérable que celle du fourneau écossais, la charge met plus de temps à descendre; le sulfate se trouvant donc plus long-temps en contact avec le charbon, se transforme en sulfure avant d'arriver devant la tuyère, où il ne peut d'ailleurs rester que très-peu pour reprendre de l'oxygène, puisqu'il s'y fond bientôt; aussi obtient-on dans ce fourneau beaucoup plus de mattes et beaucoup moins de plomb.

On voit donc que malgré la différence qui existe entre le fourneau à réverbère et le fourneau écossais, et malgré la différence entre les matières qu'on y traite, la théorie de la séparation du plomb est la même pour ces deux fourneaux et fondée sur les mêmes principes.

Il est donc évident d'après cela que les tentatives faites à Pesey pour fondre au fourneau écossais le minerai cru ont dû être sans succès. Cependant on avait été conduit à cet essai par l'usage où l'on est en Ecosse de fondre le minerai sans grillage préliminaire; voici, en effet, comment Jars s'explique :

« On procède à la fonte avec de la tourbe et du charbon de terre; cette première doit être parfaitement séchée : alors on commence par en mettre trois ou quatre morceaux dans le

» fourneau, mais seulement devant le soufflet ;
 » on le remplit ensuite avec du charbon de terre
 » réduit à la grosseur d'une noix. Lorsque le
 » tout est allumé, on charge sur le charbon du
 » minerai, *tel qu'il sort du crible et des laveries*
 » (c'est-à-dire non grillé), et par-dessus un peu
 » de chaux fusée à l'air; celle-ci avec le minerai
 » et le charbon se prennent ensemble et forment
 » une masse que l'on remue de temps en temps
 » avec des ringards de fer, *ayant soin particu-*
 » *lièrement de la tenir éloignée de la tuyère,*
 » en mettant entre quelques morceaux de
 » tourbe, de manière que le vent de la tuyère
 » frappe immédiatement sur celle-ci. Peu-à-peu,
 » par l'agitation que l'on donne au minerai, la
 » masse diminue et le plomb se rassemble dans
 » le fond du fourneau; on retire de temps en
 » temps ladite masse sur la plaque inclinée pour
 » en séparer les scories que l'on enlève, et l'on
 » repousse le restant de la masse, sur laquelle on
 » recharge de nouveau charbon, du minerai et
 » de la chaux, etc. ».

Cette méthode de fonte sans grillage préliminaire, et même avec grand soin d'éviter pour le minerai le contact du vent des soufflets, puisque le minerai enveloppé de charbon est séparé de la tuyère, paraît être en contradiction avec le mode de traitement de Pesey et avec la théorie que nous en avons donnée. Cependant, en examinant les choses d'un peu plus près, on reconnaît sans peine à quelles circonstances sont dues ces différences dans le traitement.

« 1^o. Le minerai de plomb consiste en minerai de plomb à larges facettes irrégulières et

» cubiques (galène), en mine verte, en mine
 » noire, en mine blanche non cristallisée et
 » cristallisée.

» 2°. La gangue est du spath.

» La ressemblance de la mine de plomb blan-
 » che, avec le spath qui est aussi fort pesant, en
 » rend la séparation fort difficile dans les lave-
 » ries; mais ce n'est point un inconvénient,
 » puisque le spath sert d'absorbant dans la fonte,
 » et y tient lieu de chaux que l'on ajoute au mi-
 » nerai pur.

» 3°. On ajoute de la chaux dans la fonte. »

Il résulte de là; 1°. qu'une partie du minerai,
 contenant le plomb combiné avec l'oxygène, se
 trouve ramenée au cas où le minerai est grillé
 du moins en partie; 2°. que le soufre, qui ne
 pourrait se dégager complètement par le défaut
 de grillage, est absorbé par la gangue et la chaux
 que l'on y ajoute.

Mais remarquons bien encore ici que ce qui
 caractérise ce travail, c'est que les matières
 n'entrent pas en fusion.

*Examen comparatif du fourneau à réverbère
 et du fourneau écossais, et observations sur
 les produits qu'on en obtient.*

M. Schreiber, directeur de l'école pratique
 du Mont-Blanc et de l'établissement de Pesey,
 dans son rapport sur les travaux de la fonderie
 en 1807, adressé au conseil des Mines, a comparé
 sous divers points de vue le fourneau à réverbère
 et le fourneau écossais; je ne puis donc mieux
 faire que de commencer par donner un extrait

de son travail, en observant toutefois qu'il a été
 nécessaire d'y faire quelques légers changemens,
 soit parce que depuis la rédaction de son rap-
 port, M. Schreiber lui-même a encore perfec-
 tionné le travail du fourneau à réverbère, soit
 parce que de nouvelles observations sur l'hu-
 midité renfermée dans le schlich, ont fait
 conclure que l'accroissement réel du poids qu'é-
 prouve le minerai par l'opération du grillage
 est de 14 pour $\frac{100}{1000}$ au lieu de 10 pour $\frac{100}{1000}$, ce qui
 change nécessairement les résultats du four-
 neau écossais.

100 parties de schlich cru, traitées au four-
 neau à réverbère, donnent environ $64\frac{1}{2}$ de
 plomb et 23 de crasses, qui, fondues au four-
 neau à manche, donnent encore environ $5\frac{1}{2}$ de
 plomb.

Le plomb immédiatement obtenu du four-
 neau à réverbère renferme près de 0,25 pour $\frac{100}{1000}$
 en argent, tandis que celui qui provient de la
 fonte des crasses ne contient que 0,07 pour $\frac{100}{1000}$.

Ainsi, au fourneau à réverbère, on a pour
 résultat final, du traitement de 100 parties de
 schlich, 70 parties de plomb renfermant 0,16
 d'argent.

114 parties de minerai grillé (y compris les
 coulures), correspondantes à 100 parties de
 schlich cru, traitées au fourneau écossais,
 donnent environ $61\frac{1}{2}$ de plomb et 18 de crasses,
 qui, fondues au fourneau à manche, produisent
 encore environ $3\frac{1}{2}$ de plomb.

Le plomb obtenu immédiatement au fourneau
 écossais renferme environ 0,25 pour $\frac{100}{1000}$ en argent,
 tandis que celui qui provient des crasses ne con-
 tient que 0,23 pour $\frac{100}{1000}$.

Ainsi, au fourneau écossais, 114 parties de minerai grillé (y compris les coulures), correspondantes à 100 parties de schlich cru, donnent 65 parties de plomb contenant 0,16 d'argent.

Ainsi, la différence des produits ne porte que sur le plomb, et elle est de 5 pour 100 parties de schlich cru en faveur du fourneau à réverbère.

Cette différence, évaluée en argent au prix de 1808, sera par conséquent de 3 fr. 80 cent. par quintal métrique de schlich cru; voyons maintenant quelles seront les dépenses comparatives des deux fourneaux.

La dépense totale de la fonte de 100 kilogr. de schlich au fourneau à réverbère à Pesey, est de 7 fr. 71 c., établis ainsi qu'il suit :

Travail propre-ment dit du fourneau à réverbère.....	{ Main-d'œuvre.....	1 f. 16 c.
	{ Combustible....	{ Bois, 0,55 stères... 2 38
		{ Charbon, 4 kil... 0 26
	{ Entretien des outils du fourneau, etc.	2 25
		<hr/> 6 f. 05 c.
Travail des crasses et repassage du plomb pour le purifier.....	Première fonte au fourneau à manche, main-d'œuvre.....	0 f. 15 c.
	Idem, combustible, 17 kilogr...	1 04
	Idem, entretien du fourneau et des outils.....	0 03
	Grillage des mattes de cette première et deuxième fonte.....	0 18
	Repassage au fourneau écossais d'une moitié du plomb du réverbère pour le purifier.....	0 08
	Fonte au fourneau à manche, des crasses qui proviennent de ce repassage.....	0 08
		<hr/> 1 f. 66 c.
	TOTAL.....	<hr/> 7 fr 71 c.

Le traitement de 114 parties de schlich grillé, correspondantes à 100 parties de schlich cru, coûte à Pesey, au fourneau écossais, avec les travaux accessoires, 7 fr. 25 cent., établis ainsi qu'il suit :

Grillage du minerai.....	1 f. 06 c.
Travail propre-ment dit du fourneau écossais.....	{ Main-d'œuvre..... 1 f. 05 c.
	{ Combustible....
	{ Charbon, 42½ kil. 2 87
	{ Bois, 0,025 stères. 0 17
	<hr/> 4 f. 09 c.
Travail des crasses.....	{ Main-d'œuvre..... 0 f. 16 c.
	{ Combustible..... 1 02
	{ Entretien..... 0 02
	<hr/> 1 f. 20 c.
	TOTAL.....
	<hr/> 7 f. 25 c.

Nous avons donc, dans les dépenses qu'entraîne le traitement complet d'un quintal métrique de schlich, une différence de 0 fr. 46 cent. en faveur du fourneau écossais; mais nous avons trouvé que le produit en plomb, donné par le fourneau à réverbère, excédait le produit du fourneau écossais de 5 kil., valant 3 fr. 80 cent.: donc, il reste encore à l'avantage du premier fourneau, par quintal métrique de schlich, la somme de 2 fr. 36 cent., qui, sur une fabrication considérable, peut amener dans les bénéfices des différences très-importantes; ce bénéfice d'ailleurs, dû, tout entier, à une économie de minerai, intéresse la conservation des mines.

Au reste, deux circonstances majeures peu-

vent faire varier ce résultat, la valeur du plomb et celle du combustible; il est facile de voir que plus le combustible et le plomb seront chers, plus l'avantage du fourneau à réverbère sera considérable, tandis que le plomb et le combustible pourraient se trouver à un prix tel que cet avantage fût nul.

Les observations suivantes, extraites du rapport de M. Schreiber, vont achever la comparaison des deux fourneaux, et mettront à même de décider en faveur de l'un ou de l'autre, suivant les circonstances.

« 1°. Un fourneau à réverbère exige un local » spacieux, et la construction est très-dispendieuse; on est même quelquefois fort embarrassé de se procurer les matériaux qu'elle exige, tels qu'une bonne terre pour la confection des briques, des pierres réfractaires susceptibles d'être taillées, etc.; les réparations auxquelles il est sujet sont très-coûteuses.

» Le fourneau écossais se construit à peu de frais, et exige peu d'espace; un tuyau de cheminée ordinaire, entouré d'un vaste manteau en lattes, ou planches revêtues de mortier ou de plâtre, suffit pour l'établir, et il n'a besoin que de quelques petites réparations de temps à autres.

» 2°. Le travail du fourneau à réverbère exige qu'il y ait toujours une forge en activité avec deux forgerons, pour raccommo-der et préparer les spadèles et autres outils nécessaires à la fonte; embarras dont on est dispensé au moyen du fourneau écossais, qui n'emploie que très-peu d'outils sujets d'ailleurs à très-peu de réparation.

» 3°. Le fourneau à réverbère exige des ouvriers consommés, tandis qu'au fourneau écossais il ne faut que quelques jours de travail pour rendre un simple ouvrier, d'un sens ordinaire et de bonne volonté, capable de conduire convenablement la fonte.

» 4°. On ne peut interrompre la fonte au fourneau à réverbère, sans causer une augmentation notable dans la consommation du combustible, et sans que la solidité du fourneau n'en souffre; inconvénients qui ne sont point à craindre au fourneau écossais, où l'on peut suspendre la fonte, et la reprendre sans autre inconvénient que de brûler un quart ou une demi-charge (environ 25 kilogr.) de charbon pour le réchauffer.

» 5°. Le fourneau à réverbère ne s'emploie guère que pour le traitement du schlich cru, tandis que le fourneau écossais est très-commode pour la revivification des litharges, le traitement des fonds de coupelle et autres opérations métallurgiques auxquelles on ne pourrait employer aussi avantageusement ni le fourneau à réverbère, ni le fourneau à manche.

» 6°. Enfin, le fourneau à réverbère présente le grave inconvénient de donner un plomb d'œuvre, dur et difficile à raffiner, ce qui n'a pas lieu avec le fourneau écossais.

» Sous d'autres rapports très-importans, le fourneau à réverbère est préférable au fourneau écossais.

» 1°. On y traite le schlich dans son état naturel, tandis qu'il est indispensable que le

» minerai soit grillé pour passer au fourneau
» écossais.

» 2°. Le fourneau à réverbère n'a pas besoin
» de machines soufflantes comme le fourneau
» écossais; il peut conséquemment se construire
» par-tout, et il échappe ainsi aux chômages
» qu'entraînent les sécheresses et les gelées.

» 3°. On y traite dans 24 heures 1875 kilogr.
» de minerai, tandis que le fourneau écossais
» n'en peut employer que 11 à 1200 kilogr.
» La fabrication du premier est donc beaucoup
» plus rapide, ce qui peut être quelquefois d'un
» grand intérêt.

» 4°. Enfin, en comparant les quantités de
» combustible consommées dans les deux four-
» neaux, pour y obtenir les mêmes résultats,
» on trouve que la consommation au fourneau
» à réverbère est du tiers au quart plus foible
» que celle qui a lieu au fourneau écossais;
» économie qui mérite assurément attention,
» car elle tend à la conservation des forêts,
» tourne au profit du bien public, et répond
» aux vœux d'un gouvernement éclairé et pré-
» voyant.»

Nous avons vu que le minerai de Pesey,
qui renferme au moins 76 pour $\frac{2}{3}$ de plomb,
ne produit au fourneau à réverbère que 70 et
au fourneau écossais 65.

Qui peut occasionner cette perte de 6 parties
de plomb dans le 1^{er}. cas et de 11 dans le 2^e. ?
La fonte des crasses au fourneau à manche
cause, il est vrai, des pertes indépendantes
du fourneau à réverbère et du fourneau écos-
sais; mais il est facile de voir pourtant qu'il
s'opère aussi une perte dans ces fourneaux.

Le 1^{er}. produit immédiatement $64\frac{1}{2}$ de plomb
et environ 23 parties de crasses; en retran-
chant de ces crasses 10 parties pour repré-
senter les substances étrangères au plomb, il
restera 13 parties plumbeuses, qui ne corres-
pondent guère qu'à 9 parties de plomb pur;
car, à l'exception de quelques globules dissé-
minés à l'état métallique, tout le plomb est
combiné dans ces crasses avec l'oxygène et
l'acide sulfurique; ainsi, sur 76 parties de
plomb entrées au fourneau à réverbère, il
n'en sort que $73\frac{1}{2}$: donc il y a une perte de
 $2\frac{1}{2}$ pour $\frac{2}{3}$ de schlich, résultat qui se trouve
à-peu-près d'accord avec celui qu'on obtient
à la fonderie de Poullaouen.

La perte au fourneau écossais est beaucoup
plus considérable; il ne rend en effet direc-
tement lui-même que $61\frac{1}{2}$ parties de plomb,
et les crasses qui forment environ 18 parties
ne contiennent guère que $6\frac{1}{2}$ de plomb: donc,
sur 76 parties de plomb entrées dans le four-
neau écossais, il n'en sort que 68; donc il y
a dans le fourneau une perte de 8 environ
pour $\frac{2}{3}$ de schlich.

Ces résultats, comparés à ceux que pro-
duirait le fourneau à manche employé autre-
fois à Pesey dans la fonte du minerai, donnent,
comme on sait, un immense avantage aux
fourneaux à réverbère et écossais, puisqu'on
n'obtient au fourneau à manche, en consom-
mant pourtant beaucoup plus de combustible,
que 45 à 46 de plomb pour 100 parties de
schlich; mais il n'en est pas de même si on
le compare à ceux que l'on obtient dans

d'autres fonderies à Vienne, département de l'Isère (1), à Tarnowitz (2).

A Vienne, le minerai contient, dit-on, 54 pour $\frac{2}{3}$, et le procédé mis en usage par MM. de Blumenstein, qui consiste à fondre le minerai au fourneau à réverbère, en employant le fer comme absorbant, produit 53,57; il n'y aurait donc que 0,43 de perte par quintal de minerai.

A Tarnowitz, on fond dans un fourneau à manche, en employant également le fer comme absorbant, des minerais de plomb qui, à cette première fonte, produisent de 66 à 67 en plomb sur 68 que donne l'essai, et les mattes qui proviennent de cette fonte renferment encore de 1 à 2 de plomb. Bien plus (page 445) : *« Le procédé employé actuellement met à même de fondre (toujours au fourneau à manche) avec quelque profit, des matières qui ne contiennent qu'une livre de plomb par quintal. »*

Dans ces deux fonderies, quoique les frais de fonte soient considérablement accrus par l'emploi du fer, la dépense définitive, pour obtenir un quintal de plomb, est inférieure à celle que nous avons précédemment trouvée pour Pesey; il est vrai que le combustible que l'on emploie est de la houille.

Nul doute, si ces résultats sont bien exacts, qu'on ne doive rejeter les procédés de fonte tels qu'ils étaient en usage à Pesey, pour leur

(1) *Journal des Mines*, n°. 125.

(2) *Journal des Mines*, n°. 102.

substituer le traitement au moyen du fer, soit au fourneau à réverbère, soit au fourneau à manche; mais il faut convenir que cette perfection dans les procédés métallurgiques est bien étonnante, sur-tout à l'égard de la fonte au fourneau à manche, dans laquelle le plomb métallique est exposé, au moins pendant un instant et dans un grand état de division, à un courant rapide d'air très-chaud, qui doit tendre nécessairement à en entraîner beaucoup. On sait en effet que c'est là la principale cause des déchets qu'éprouve le plomb dans les divers traitemens qu'on lui fait subir. L'absorption du soufre par le fer évite, à la vérité, la formation d'une partie des produits gazeux, et par conséquent les pertes qui en sont la suite; mais le grand volume et l'action continuelle de l'air, chassé rapidement dans le fourneau, ne sont-ils pas encore une cause plus puissante de déchets? J'ajouterai de plus, à l'égard de la fonte au fourneau à réverbère à Vienne, que j'ai eu une occasion d'essayer des mattes qui en provenaient, et que ces mattes m'ont donné 15 à 16 pour $\frac{2}{3}$ de plomb, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. On conçoit que si des résidus d'opération offrent une semblable richesse, il est difficile d'admettre que la perte en plomb ne soit en définitif que de 0,43 pour $\frac{2}{3}$ de minerais. Ces mattes avaient été recueillies par M. Beaussier, et m'avaient été remises par M. Schreiber pour en faire l'analyse. J'ignore du reste de quelle partie du travail elles provenaient.

Je ne serais donc pas surpris que dans ces deux circonstances on eût été induit en erreur

par les essais docimastiques; cela pourrait d'autant plus facilement avoir lieu, que, selon la remarque déjà faite, ces essais donnent, si l'on emploie le flux noir des résultats, de 6 à 8 pour $\frac{2}{3}$ au-dessous de la tenue véritable, et qu'ainsi ils ont bien pu indiquer dans les minerais traités une proportion de plomb inférieure à celle qui existe réellement. Je penserais donc que ce sujet n'est pas suffisamment éclairci pour décider définitivement quelles sont les méthodes de fonte que l'on doit préférer pour les minerais de plomb, ou de celles en usage à Pesey, ou de celles usitées à Tarnowitz et à Vienne.

NOTICE

SUR

UNE ALUMINE HYDRADÉE SILICIFÈRE

(*Extraite d'un Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences*);

PAR M. LELIÈVRE, inspecteur-général au Corps royal des Mines.

VISITANT en 1786, avec mon collègue Gillet de Laumont, les mines des Pyrénées, arrivés à la montagne de l'Esquerre, laquelle domine la rive gauche de la rivière d'O-o, nous examinâmes plusieurs attaques faites sur une mine de plomb; je remarquai une substance blanche tapissant les parois d'une de ses ouvertures, de laquelle sortait un filet d'eau. Cette substance était molle (1) et pénétrée d'eau, sa surface était fortement frocée, les interstices entre les plis sont souvent tapissés de petits mamelons de même nature, plus ou moins transparens, ressemblant beaucoup au *muller-glas* des Allemands.

Au pied de la montagne où s'était écoulé l'eau, je ramassai plusieurs fragmens d'un schiste quarzeux et martial, recouverts d'une légère couche

(1) Ce fait vient à l'appui de celui déjà cité par Klaproth, que MM. Rocnitz et Wiegleb se sont assurés que le bel hydrophane de *Hubersberg* était mou dans l'intérieur de la mine.