

*Sur les mines de plomb du Cumberland et du Derbyshire.*

TROISIÈME PARTIE (1);

PAR MM. DUFRENOY ET ÉLIE DE BEAUMONT.

*Traitement métallurgique des minerais de plomb.*

§ 39. Anciennement les minerais de plomb produits par les exploitations du Derbyshire et du nord de l'Angleterre étaient fondus dans des fourneaux très-grossiers (*boles*), soufflés par la seule force du vent, et que, pour cette raison, on plaçait sur le sommet ou sur les pentes occidentales des collines les plus élevées. Plus tard, ces fourneaux ont été remplacés par des espèces de fourneaux à manche (*hearths*) qui ressemblaient, si ce n'est qu'ils étaient plus grands, à une forge de maréchal; ils étaient alimentés par de grands soufflets mis en mouvement par des hommes ou par des machines hydrauliques. Maintenant l'opération principale de la fonte s'exécute toujours, en Derbyshire, dans des *fourneaux à réverbère*, et le plus souvent, près d'Alston-Moor, dans des fourneaux analogues à ceux que l'on désigne en France sous le nom de *fourneaux écossais*.

Détails préliminaires.

Avant d'entrer dans le détail des procédés de fonte, nous allons donner la description tant de ces fourneaux que de ceux qui servent aux opérations accessoires.

*Des fourneaux employés dans le traitement métallurgique des minerais de plomb.*

§ 40. Le fourneau à réverbère (*cupola*), qui

Fourneaux employés.

(1) Voyez la 1<sup>re</sup>. et la 2<sup>e</sup>. partie de ce mémoire, p. 339 et suivantes.

maintenant est exclusivement employé en Derbyshire pour la fusion des minerais de plomb, y fut importé du pays de Galles, vers 1747, par une compagnie de quakers. Le premier établi dans ce comté fut bâti à *Kalstedge* sur le territoire d'*Ashover*.

Dans les usines où la construction de ces sortes de fourneaux est le plus perfectionnée, ils ont intérieurement 8 pieds ( $2^m,46$ ) de long sur 6 ( $1^m,85$ ) de large dans le milieu, et 2 ( $0^m,62$ ) de haut au centre. Le foyer, placé à une des extrémités, est séparé du corps du fourneau par un massif de maçonnerie appelé *pont de la chauffe*, qui a 2 pieds ( $0^m,62$ ) d'épaisseur, et ne laisse que 14 à 18 pouces ( $0^m,36$  à  $0^m,46$ ) entre sa surface supérieure et la voûte. A partir de ce point, qui est le plus élevé, la voûte s'abaisse graduellement jusqu'à l'extrémité opposée, où elle n'a plus que 6 pouces ( $0^m,16$ ) d'élévation au-dessus de la sole. A cette extrémité se trouvent deux ouvertures, séparées par un prisme triangulaire de pierre réfractaire, qui vont se rendre dans un canal large d'un pied et demi ( $0^m,46$ ) et long de 10 ( $3^m,03$ ), qui, se recourbant vers le haut, se joint d'une manière continue à une cheminée de 55 pieds (17 mètres) de hauteur verticale. Le conduit ci-dessus est recouvert de pierres plates soigneusement jointoyées avec de l'argile réfractaire, et qu'on peut ôter lorsque le dépôt qui s'y fait, et qui finit par s'y fondre, exige un nettoyage.

L'un des côtés du fourneau porte le nom de *côté du manoeuvre* (*labourer's-side*); il présente une porte pour jeter de la houille sur la grille et trois petites ouvertures ayant chacune environ

6 pouces ( $0^m,15$ ) en carré. Ces ouvertures se ferment avec des plaques de fonte mobiles; on les enlève quand le travail exige que l'air circule ou qu'on remue les matières contenues dans le fourneau. Sur le côté opposé, appelé le *côté du travail* (*working-side*), se trouvent cinq ouvertures; savoir, trois pareilles et opposées à celles qui viennent d'être décrites, et se fermant de même avec des plaques de fonte mobiles, et plus bas deux autres, dont l'une sert à l'écoulement du plomb et l'autre à celui des scories: c'est aussi de ce côté que se trouve l'ouverture du cendrier, disposée de manière à ce qu'on puisse facilement dégager par-dessous les barreaux de la grille lorsque la houille, en se collant vient à former une masse assez épaisse pour gêner le tirage. Au fond du cendrier il y a une nappe d'eau dans laquelle s'éteignent les fragmens de houille embrasés qui passent à travers la grille.

La sole du fourneau est composée de scories de fourneaux à réverbère, auxquelles on a fait prendre une forme convenable en les battant avec une forte houe ou un râble en fer avant leur entière solidification. Du côté du manoeuvre, cette sole s'élève presque jusqu'à la surface des trois ouvertures qui y sont pratiquées, et elle s'abaisse vers le côté du travail de manière à l'atteindre à 18 pouces ( $0^m,46$ ) au-dessous de l'ouverture du milieu: c'est en ce point, le plus bas du fourneau, que se trouve l'ouverture (*tap-hole*), par laquelle on laisse écouler le plomb dans une grande chaudière de fonte (*lea-pan*), disposée à cet effet dans une espèce de niche que présente la maçonnerie du fourneau. A partir du

point le plus bas, ci-dessus indiqué, la sole s'élève dans toutes les directions, en formant un bassin, dans lequel se rend tout le plomb à mesure qu'il fond. Au niveau auquel s'élève ordinairement la surface du bain, se trouve au-dessous de l'ouvreau du *working-side*, le plus éloigné de la chauffe, l'ouverture pour l'écoulement des scories déjà mentionnée ci-dessus.

Au milieu de la voûte il existe une petite ouverture appelée *crown-hole*, qui est recouverte, pendant le travail, d'une épaisse plaque de fonte. Au-dessus de cette ouverture est placée une large trémie en bois ou en fer, terminée inférieurement par un cylindre de fer; les matières qui sont contenues dans la trémie tombent à volonté sur la sole du fourneau en ouvrant ou en fermant une trappe placée à sa partie inférieure.

Fourneau  
de grillage.

§ 41. 2°. Du fourneau de grillage (*roasting furnace*). Ce fourneau a été introduit, depuis vingt-cinq à trente ans, aux environs d'Alston-Moor, pour griller le minerai destiné à passer au fourneau écossais, opération qui facilite beaucoup le travail dans ce dernier. Depuis son premier établissement, il a subi successivement des modifications considérables. Le modèle qui passe aujourd'hui pour le meilleur (*fig. 1 et 3, Pl. IX*), présente une aire plane de 6 pieds (1<sup>m</sup>,85) de long et d'une largeur presque égale, ayant de chaque côté trois portes: l'une M, plus grande que les deux autres, placée au milieu du fourneau, sert à y introduire et à en retirer le minerai; les autres portes N, N servent seulement à remuer le minerai. On pratique pour ce même but deux portes g, g sur le côté opposé à la chauffe, par

lesquelles on peut, à l'aide d'un râble, faire aller le minerai depuis le pont de la chauffe jusqu'à l'extrémité opposée. Le foyer B a 25 pouces (0<sup>m</sup>,64) de long et 36 (0<sup>m</sup>,92) de large; il est séparé du fourneau par un massif en maçonnerie A, nommé *pont de la chauffe* (*fire bridge*).

Pour que la chaleur soit plus uniformément répandue sur le minerai, on pratique deux tuyaux C, C, séparés par un massif triangulaire D, par lesquels la fumée se rend dans la cheminée verticale f. Les cadmies qui se déposent dans cette cheminée sont enlevées de temps en temps par la porte O.

La sole est formée par un rang de briques posées de champ; elles sont placées sur une plaque de fonte Q, qui entre dans le pont de la chauffe et le mur de la cheminée, et qui repose en outre sur trois piliers en fonte i.

§ 42. 3°. Du fourneau écossais (*smelting-furnace* ou *ore-hearth*). Ce fourneau, que nous désignons ainsi, parce qu'il se rapproche de celui qui était employé à Pesey sous cette dénomination, a intérieurement une hauteur de 22 ou 23 pouces anglais (0<sup>m</sup>,59 ou 0<sup>m</sup>,56). Sa section horizontale, toujours rectangulaire, est très-variable dans ses dimensions, suivant la hauteur à laquelle elle est faite, ainsi qu'on peut le voir dans la *fig. 1, Pl. X*.

La sole et les parois sont en fonte; la sole AB est formée d'une plaque de fonte de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  (0<sup>m</sup>,065) d'épaisseur, bordée sur ses côtés postérieurs et latéraux d'un rebord AC de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  (0<sup>m</sup>,065) d'épaisseur et de 4 pouces  $\frac{1}{4}$  (0<sup>m</sup>,117) de hauteur. En avant de la sole se trouve une autre plaque de fonte MN M'N', appelée *pierre*

Fourneau  
écossais.

du travail (*work-stone*), entourée de tous côtés, excepté sur celui qui regarde la sole du fourneau, d'un rebord d'un pouce de hauteur et d'un pouce d'épaisseur; elle est inclinée de l'arrière à l'avant, et son rebord postérieur, placé à environ 4 pouces  $\frac{1}{2}$  ( $0^m,117$ ) au-dessus de la surface de la sole, en est séparé par un espace vide *g*, qu'on remplit avec un mélange de cendre d'os et de galène en poudre fine, humectés et broyés ensemble. Ce mélange forme une masse impénétrable au plomb fondu, qui, après avoir rempli l'espace de bassin que présente par ce moyen le fond du fourneau, coule naturellement par la rigole *gh* (de près d'un pouce de profondeur) pratiquée dans le *work-stone*. Le plomb se rend ensuite dans une chaudière de réception P (*melting-pot*) placée au-dessous du bord antérieur du *workstone*.

Le rebord postérieur de la sole est surmonté par une pièce de fonte CD, appelée *back-stone*, de 28 pouces anglais ( $0^m,72$ ) de long et de 6 pouces  $\frac{1}{2}$  ( $0^m,17$ ) de haut, sur laquelle est placée la tuyère. Elle supporte une autre pièce de fonte EF, appelée *pipe-stone*, évidée à sa partie inférieure, au milieu de sa longueur, pour le passage de la tuyère. Cette pièce s'avance de 2 pouces dans l'intérieur du fourneau, dont la paroi postérieure est enfin couronnée par une autre pièce de fonte FH, appelée encore *back-stone*.

Sur les rebords que présente la sole sur ses deux côtés sont placées deux pièces de fonte appelées *porteurs* (*bearers*), ayant chacune 5 pouces ( $0^m,13$ ) de largeur et de hauteur et 26 pouces ( $0^m,67$ ) de long; elles s'avancent d'un

pouce ou deux par-dessus le bord postérieur et le plus élevé du *work-stone*, et contribuent très-efficacement à le fixer solidement à sa place.

Les pièces de fonte appelées *bearers* supportent, par l'intermédiaire de plusieurs rangs de briques réfractaires, une pièce de fonte LL' appelée *fore-stone*, qui a les mêmes dimensions que la pièce dite *back-stone*, sur laquelle repose la base de la machine soufflante. Cette pièce est en contact par chacune de ses extrémités avec une autre pièce de fonte exactement cubique et de 6 pouces de côté, appelée *clef* (*key-stone*), supportée par de la maçonnerie; enfin, les vides qui restent entre les deux clefs et la partie postérieure du fourneau sont remplis par deux pièces de fonte exactement pareilles aux clefs.

Le devant du fourneau se trouve ouvert sur une hauteur d'environ 12 pouces ( $0^m,30$ ) depuis la partie inférieure de la pièce transversale antérieure appelée *fore-stone* jusqu'à la partie supérieure du *work-stone*. C'est par cette ouverture que les ouvriers travaillent.

Les produits de la combustion en sortant du fourneau écossais se rendent souvent dans un long tuyau très-légèrement ascendant, dans lequel ils déposent toutes les particules de minerai qu'ils peuvent entraîner; ces tuyaux, dont la longueur est souvent de plus de 100 yards ( $92$  mètres), ont ordinairement, dans l'intérieur, 5 pieds de haut sur 3 de large ( $1^m,54$  sur  $0^m,92$ ); ils se terminent toujours par une cheminée verticale. Les parties qui se déposent près de l'entrée du tuyau ont besoin d'être lavées; il n'est pas nécessaire de faire subir cette opération aux autres cadmies: le tout peut être reporté au

fourneau de grillage pour y être grillé et réagglutiné, ou bien porté sans aucune préparation au fourneau à manche (*slag-hearth*).

Fourneau à  
manche.

§ 43. 4°. Le fourneau à manche (*slag-hearth*) est en usage à Alston-Moor depuis plus d'un siècle; durant cet intervalle, il a subi de grandes modifications. Le vide intérieur de ceux employés actuellement (*fig. 3 et 4, Pl. X*) est un parallépipède de 26 pouces (0<sup>m</sup>,67) de long, 22 pouces (0<sup>m</sup>,57) de large et 33 pouces (0<sup>m</sup>,85) de haut. La sole est formée par une plaque de fonte de deux pouces d'épaisseur, légèrement inclinée de l'arrière à l'avant; sur cette sole sont couchés les supports *ik* (*bearers*), qui sont des pièces de fonte semblables aux pièces du même nom du fourneau écossais; ces supports soutiennent le devant du fourneau, qui est composé de deux pièces de fonte LL', appelées *fore-stones*, ayant chacune environ 12 pouces (0<sup>m</sup>,30) de hauteur et 26 pouces (0<sup>m</sup>,67) de longueur, séparées l'une de l'autre par un rang de briques réfractaires de 2 pouces (0<sup>m</sup>,051) de hauteur, qui élèvent d'autant la pièce supérieure; entre l'inférieure et la sole reste une ouverture d'environ 7 pouces (0<sup>m</sup>,18) de hauteur. Les parois latérales du fourneau, au-dessus des *bearers*, sont faits en pierre de taille à grain ouvert (grès à gros grains), ainsi que la partie de la paroi postérieure située au-dessus de la tuyère; la partie qui se trouve au-dessous, dont la hauteur est environ de 20 pouces (0<sup>m</sup>,51), est formée par une plaque de fonte. La tuyère, placée, ainsi qu'on vient de le dire, à 20 pouces (0<sup>m</sup>,51) au-dessus de la sole du fourneau, a un peu plus de deux pouces de diamètre.

On remplit tout le fond du fourneau jusqu'à 17 pouces (0<sup>m</sup>,44) de hauteur, c'est-à-dire jusqu'à 2 ou 3 pouces au-dessous de la tuyère, avec du petit frasil de coke presque réduit en cendres, qu'on bat assez fortement. A chaque reprise de fondage (*smelting-shift*), il faut refaire cette *casse* et réparer la partie de l'intérieur du fourneau qui se trouve au-dessus de la tuyère, à l'exception du devant qui est tout en fonte.

En avant du fourneau se trouve un bassin de réception P, qu'on remplit aussi de petit frasil battu. Plus loin se trouve une fosse Q, pleine d'eau, dans laquelle arrive sans cesse un petit courant d'eau froide par le tuyau S. Les scories, en coulant du fourneau, passent par-dessus la *casse* que contient le bassin de réception, et vont tomber dans l'eau, dont la fraîcheur les fait éclater en petits fragmens; ce qui les rend faciles à laver pour en séparer le plomb qu'elles ont pu entraîner. Pour produire cet effet le plus complètement possible, il faut que le courant d'eau froide arrive dans la fosse aussi près que possible du point où y tombent les scories: ce n'est que depuis vingt-cinq ans qu'on fait usage de ces fosses pleines d'eau. Autrefois on ne mettait pas de *casse* sur le bassin de réception, et on y recevait la scorie aussi bien que le plomb. La première se figeait à la surface, et on l'enlevait par gâteaux, qu'on hocardait ensuite pour pouvoir les laver, et séparer par ce moyen les grenailles de plomb qui s'y trouvaient.

En Derbyshire, on emploie aussi des fourneaux à manche pour refondre les scories riches et les crasses que donnent les fourneaux à réverbère. On en voit généralement un près de chacun des

derniers. Ils ont environ 3 pieds de haut et sont très-larges; ils sont composés de 4 plaques de fonte. Quelques parties de l'intérieur sont construites en briques réfractaires; ils sont surmontés d'une cheminée. La sole est composée d'argile et de cendre (menü coke) battus. La tuyère est inclinée.

Ces fourneaux sont alimentés en général par des soufflets en bois. A l'usine de Léa, près Matlock, la machine soufflante se compose de deux tonneaux qui se meuvent sur des axes horizontaux: chacun de ces tonneaux est divisé en deux parties égales par un plan fixe passant par son axe, et est rempli d'eau jusqu'à une certaine hauteur. L'eau d'un côté communique avec celle de l'autre par une ouverture que présente la partie inférieure de la cloison. Chaque tonneau jouit d'un mouvement d'oscillation produit par une bielle attachée à la manivelle d'une roue à aubes. A chaque demi-oscillation, l'un des compartimens se trouve en communication avec l'air extérieur et se remplit, tandis que l'autre, au contraire, communique avec la buse et fournit le vent au fourneau.

Fourneau de  
coupelle.

§ 44. 5°. Fourneau de coupelle (*refining furnace*). Le raffinage du plomb, qui s'opère avec avantage dans quelques usines des environs d'Alston-Moor, s'exécute dans des fourneaux à réverbère, dont le foyer (*fig. 1 et 2, Pl. XI*) a 22 pouces (0<sup>m</sup>,56) en carré, et est séparé de la sole par un massif en maçonnerie *b* (pont de la chauffe, *fire-bridge*) de 14 pouces (0<sup>m</sup>,36) de largeur. La flamme, après avoir passé sur la surface du plomb qui se trouve dans la coupelle, se rend ensuite dans deux tuyaux *e*, qui prennent naissance sur

le côté opposé du fourneau, et se terminent dans une cheminée *f* de 40 pieds (12<sup>m</sup>) de hauteur. Au bas de la cheminée, sont des ouvertures *ii*, *ii*, pour retirer les cadmies qui se déposent dans leur intérieur. Ces ouvertures sont bouchées pendant l'opération.

La coupelle (*cupel* ou *test*), dans laquelle l'opération s'exécute, est mobile; elle est composée d'un châssis ou cadre oval A B C D (*fig. 3 et 4, Pl. XI*) en fer, entouré d'un rebord de 3 pouces  $\frac{3}{4}$  (0<sup>m</sup>,097) de hauteur, dont le plus grand diamètre est de 4 pieds (1<sup>m</sup>,23), et le plus petit de 2  $\frac{1}{2}$  (0<sup>m</sup>,064); son fond présente (*fig. 3*) quatre barres transversales A D, *m m'*, *n n'*, B C, ayant, ainsi que les autres parties du cadre, 3 pouces  $\frac{3}{4}$  (0<sup>m</sup>,097) de largeur et un pouce d'épaisseur. La première de ces barres est placée à 9 pouces (0<sup>m</sup>,23) de la partie antérieure du rebord, et les trois autres sont à-peu-près également espacées entre celle-ci et le bord postérieur.

Pour former la coupelle, on met dans le cadre (*test-frame*) des couches successives d'un mélange de cendres d'os et de cendres de fougère en poussière très-fine. Les cendres d'os forment du  $\frac{1}{8}$  au  $\frac{1}{6}$  du volume du mélange, suivant la pureté de la cendre de fougère qu'on emploie, en raison de la forte proportion de potasse qu'elle contient, et qui a la propriété de vitrifier à demi la poudre d'os, de faire disparaître sa friabilité et de la rendre plus durable. Pour donner de la solidité à la coupelle, on bat assez fortement les couches de cendres, et on en met jusqu'à ce que le cadre soit entièrement rempli; ensuite on creuse la masse ainsi formée au moyen d'une petite bêche faite exprès, jusqu'à ce qu'elle n'ait plus que  $\frac{3}{4}$

(0<sup>m</sup>,019) de pouce d'épaisseur dans le fond au-dessus des barres du châssis (*test-frame*). On laisse un rebord de 2 pouces (0<sup>m</sup>,051) de large à la partie supérieure, et de 2 pouces  $\frac{1}{4}$  (0<sup>m</sup>,064) à la partie inférieure, excepté sur le devant, appelé *poitrine* (*breast*), qui a 5 pouces d'épaisseur. Dans cette partie antérieure, on creuse une ouverture d'un pouce et  $\frac{1}{4}$  (0<sup>m</sup>,052) de large, et de 6 pouces (0<sup>m</sup>,15) de long, avec laquelle communique l'issue (*gate-way*) de la litharge.

La coupelle ainsi préparée, on la place dans le fourneau de raffinage, dont elle peut être considérée comme la sole. Elle repose sur un anneau de fer scellé dans la maçonnerie du fourneau; la hauteur de la voûte du fourneau au-dessus de la coupelle est de 12 pouces (0<sup>m</sup>,30) près du pont de la chauffe, et de 9 (0<sup>m</sup>,23), près du tuyau de sortie.

La tuyère est pratiquée sur le côté postérieur du fourneau opposé à celui par lequel coule la litharge.

Sur les côtés on pratique des ouvertures *g, g'*, soit pour filer le plomb, soit pour introduire du plomb fondu dans l'intérieur de la coupelle.

Fourneau de réduction.

§ 45. 6°. *Fourneau de réduction.* On a quelquefois opéré la revivification de la litharge dans des fourneaux semblables à ceux employés pour la fusion du minerai, mais seulement un peu plus grands. Maintenant on fait principalement cette opération dans des fourneaux à réverbère (Pl. IX, fig. 3 et 4), dont l'aire plane a 6 pieds (1<sup>m</sup>,85) de large, vis-à-vis des deux portes latérales *m, m'*: la première, par laquelle on retire les scories; la seconde, qui sert à charger

le fourneau. Il existe deux autres portes *n, n'* plus petites, au moyen desquelles l'ouvrier accumule les crasses sur la partie du fourneau qui avoisine le pont de la chauffe.

Le foyer a 25 pouces (0<sup>m</sup>,64) en carré, et est séparé du fourneau par le pont de la chauffe B (*fire-bridge*). A l'extrémité opposée, se trouvent tantôt un tuyau *h*, tantôt deux, par lesquels les produits de la combustion se rendent dans une cheminée verticale *f*.

Souvent le fourneau est réuni à la cheminée verticale par un long tuyau légèrement ascendant, dans lequel se dépose la litharge en poussière, entraînée par le courant d'air, et qu'on appelle *rafiner's fume*. Ce dépôt peut être employé directement pour la peinture, ou bien, sans avoir besoin de lavage préalable, porté au fourneau à manche (*slag-hearth*). Il donne du plomb qui ne contient pas d'argent.

Ce dépôt est assez considérable pour indemniser de la construction des tuyaux, qui en même temps préviennent les effets fâcheux que produit sur la végétation des terrains voisins et sur le bétail qui y pâit, l'oxide de plomb sublimé.

Le plomb se rend dans le bassin de réception P, par le canal O P.

*Procédés suivis dans la fonte des minerais de plomb.*

§ 46. *Fonte au fourneau à réverbère.* Ainsi que nous l'avons déjà dit, ce fourneau est employé exclusivement en Derbyshire pour la fonte des minerais de plomb, et on en fait également usage dans quelques usines des environs d'Alston-Moor. Nous allons décrire le procédé suivi en Derby-

Traitement des minerais.

shire, tel que le rapporte M. Farey, en y ajoutant quelques particularités que nous avons nous-mêmes remarquées sur les lieux.

Pendant la durée d'une opération, on place dans la trémie située au-dessus du fourneau (§ 40) la charge de minerai destinée à être traitée à l'opération suivante. Cette charge se compose ordinairement de 16 quintaux, chacun de 120 livres, *avoir du poids* (54<sup>k</sup>,68) et est formée d'un mélange intime de 5, 6, 7 et même 8 sortes de minerai venant de diverses mines et préparées de diverses manières. Les proportions du mélange se déterminent par l'expérience et importent beaucoup au succès du travail.

Le minerai est plutôt à l'état de grenaille qu'à celui de schlich; quelquefois il est très-pur et donne jusqu'à 75 pour 100; mais ordinairement il est mélangé d'une grande proportion de carbonate et de fluat de chaux; son produit varie de 65 à 25 pour 100.

Dès que tout le plomb produit par une opération s'est complètement écoulé et que les scories et les crasses sont entièrement enlevées, on rebouche les deux orifices d'écoulement avec de la chaux vive gâchée avec de l'eau en mortier assez consistant. On ôte ensuite la plaque de fonte qui se trouve au-dessous de la trémie, et en tirant la planche à coulisse qui la ferme par le bas, on laisse tomber toute la nouvelle charge dans le fourneau, sur la sole duquel on l'étend avec des râbles. Aussitôt après on ferme les portes du fourneau pour qu'il puisse s'échauffer. Quand il a acquis la température convenable, qui doit être moindre que la chaleur rouge, on rouvre les portes et on remue le minerai sur la

sole, alternativement par les ouvertures de l'un et de l'autre côté du fourneau.

On répète ce travail pendant 2 ou 3 heures, de manière à exposer à plusieurs reprises chaque partie du minerai à l'action de l'air et de la chaleur. Cette première partie de l'opération a pour objet de griller le minerai, c'est-à-dire de chasser en partie le soufre, l'arsenic, etc., et d'oxyder une partie du plomb. On reconnaît que ce grillage est porté assez loin par la cessation des vapeurs que dégageait le minerai et dont l'abondance obscurcissait l'intérieur du fourneau, qui s'éclaircit alors complètement. C'est à cette époque de l'opération qu'on ajoute, s'il est nécessaire, du fondant, consistant en un mélange de spath-fluor et de spath calcaire, dans lequel le premier domine, et qu'on a mis à part pendant la préparation mécanique des minerais de plomb. La quantité qu'on en emploie est très-variable et souvent assez grande. Elle est proportionnelle à la nature du minerai; on en ajoute à plusieurs reprises et jusqu'à ce que le fondeur s'aperçoive que toutes les scories sont disposées à fondre. Il le jette avec une pelle par les ouvertures latérales du fourneau sur les parties de la sole où il paraît être nécessaire.

On ferme ensuite de nouveau les portes du fourneau, et on augmente la chaleur, afin d'opérer la réduction du plomb et la fusion complète des scories. Le métal coule à mesure vers la partie la plus basse de la sole, et y forme un bain, sur lequel surnagent les matières terreuses en fusion, qui finissent par y former une couche de 2 à 3 pouces d'épaisseur. Le fondeur a soin, pendant ce temps, de remonter vers les parties

élevées de la sole le minerai non réduit, pour qu'il reste toujours exposé à l'action de l'air et de la chaleur.

La fusion du plomb et des scories terminée, on fait couler ces dernières en ouvrant l'orifice destiné à leur donner issue (1). Elles sont très-liquides et coulent sur le pavé de l'atelier; sur lequel elles se figent. Elles sont alors opaques et d'un gris blanchâtre.

Ces scories contiennent une grande quantité de sulfate de plomb. L'analyse de l'une d'elles en a donné 38 pour 100, et une quantité assez considérable de fluaté de chaux, qui leur communiquent probablement la fusibilité dont elles jouissent.

(1) D'après M. Forster, lorsqu'on établit, il y a quelques années, des fourneaux à réverbère dans l'usine de la Compagnie de Londres pour le plomb (*London lead Company*), à Whitefieldmill, dans le Northumberland, on y pratiqua deux orifices d'écoulement (*taps*), ainsi qu'il a été dit plus haut, l'un pour le plomb et l'autre pour les scories; mais, plus tard, on fut obligé de supprimer l'orifice des scories, parce que, comme il se trouvait très-près de celui par lequel coule le plomb, les ouvriers étaient fortement incommodés par la chaleur en versant le plomb dans les moules. Au lieu de faire écouler la scorie de cette manière, on imagina de jeter une certaine quantité de chaux sur la scorie liquide jusqu'à ce qu'elle fût suffisamment solidifiée, ou, comme disent les ouvriers, séchée (*dried-up*), pour qu'on pût la repousser de la surface du plomb sur des parties plus élevées de la sole, d'où, avant de recharger, on l'enlevait par une des portes.

Cette méthode de sécher les scories ne peut être employée que lorsque leur quantité est peu considérable. Elle était en usage en France il y a quelques années; maintenant on dessèche en ajoutant des fragmens de charbon, substitution qui a l'avantage de réduire immédiatement une cer-

Aussitôt après l'écoulement ou l'enlèvement de la masse principale des scories, le fondeur répand sur la surface du bain deux ou trois pelletées de chaux vive en poudre, dont l'effet est de solidifier le reste de scories qui flottent encore sur la surface du métal. On les écarte ensuite soigneusement au moyen d'un râble ou d'une espèce de houe, et on les pousse sur la sole dans un état de demi-fluidité. Cette scorie, ou plutôt cette *crasse*, qu'on appelle *drawn-slag*, devient quand elle est refroidie d'un gris foncé, et a une très-grande densité. Elle a quelque analogie avec les crasses blanches de Pezey et de Poullaouën, avec lesquelles elle se rapproche de composition (1). Elle est en général fondue au fourneau à manche; cependant quelques établissemens envoient à Londres une partie de celle qu'ils produisent, où elle sert aux fondeurs de cendres d'orfèvres.

Le bain de plomb étant complètement découvert, on nettoie, s'il est nécessaire, la chaudière (*lead-pan*) destinée à le recevoir et on y fait couler le plomb; on écume la surface du métal dans la chaudière et on rejette l'écume dans le fourneau, où elle présente des couleurs changeantes et d'un éclat extraordinaire. On retire aussi de dessus la surface du plomb des mattes plumbeuses, qu'on traite ensuite au fourneau à

taine quantité de sulfate de plomb et de ne pas augmenter la proportion de matières terreuses.

(1) L'analyse de ces crasses, faite au laboratoire de l'École des Mines, sous la surveillance de M. Berthier, a donné 37 pour 100 de plomb métallique.

L'analyse des crasses blanches de Poullaouën donne généralement de 35 à 40 pour 100 de plomb métallique.

manche (*slag-mill-hearth*), et quelquefois des mattes cuivreuses qu'on rejette.

Le plomb étant ainsi nettoyé, on le puise avec des poches et on le verse dans les moules. Le plomb du Derbyshire est généralement trop pauvre en argent pour qu'on puisse en extraire ce métal avec avantage.

On retire ensuite du fourneau les diverses crasses qui se trouvent encore sur la sole, et après avoir rebouché les orifices des scories et du plomb, on y laisse tomber une nouvelle charge, de sorte qu'il ne s'écoule que quelques minutes entre deux opérations consécutives. On continue ainsi toute la semaine sans interruption au moyen de deux postes d'ouvriers, qui se relèvent toutes les 7 ou 8 heures. Le produit moyen de tous les minerais fondus pendant plusieurs années dans les fourneaux à réverbère de *stannage*, en Derbyshire, a été de 66 pour 100, et on assure que lorsqu'on a fondu du minerai le plus pur tout seul, on a obtenu 76 pour 100.

Au fourneau à réverbère d'Ecton on emploie comme flux du spath-fluor de la mine de *knowle* près de Matlock.

Fonte des crasses au fourneau à manche.

§ 47. *Fonte au fourneau à manche, des crasses, ou scories riches du fourneau à réverbère.* La scorie noire (*black* ou *drawn-slag*) du fourneau à réverbère est cassée, au marteau, en petits morceaux, et mêlée en proportion convenable avec le frasil de houille qui tombe à travers la grille du fourneau à réverbère. Aux scories noires on joint les mattes plumbeuses qui surnagent sur la surface du bain de plomb quand on le raffine par le repos de masse, ainsi que les matières qui se déposent dans la cheminée du même four-

neau : on y ajoute, comme fondant, du minerai extrêmement pauvre, ayant pour gangue de la chaux carbonatée et de la chaux fluatée, qui a été mis à part pendant la préparation mécanique. C'est avec un mélange de ces diverses matières qu'on charge le fourneau à manche (*slag-mill-hearth*) décrit plus haut (§ 43).

Par l'action de la chaleur et du charbon le plomb se revivifie, les matières terreuses coulent en scories très-liquides, et le tout se rend à travers la masse enflammée dans un bassin de réception placé au-dessous. On épaissit les scories en jetant de la chaux vive dessus, et on l'arrache avec un râble. Ces scories sont rejetées ou employées seulement au raccommodage des routes. A la fin de l'opération, le plomb réuni dans le bassin de réception est moulé en saumons d'une forme particulière. Ce plomb, appelé *slag-lead*, est plus dur, plus sonore que le plomb obtenu au fourneau à réverbère; il est préféré pour la fabrication du minium (1), pour celle du plomb de chasse et pour quelques autres usages.

§ 48. *Traitement des minerais de plomb par le moyen du fourneau écossais.* Ainsi que nous

Traitement au fourneau écossais.

(1) Il paraît, au premier abord, étonnant que les crasses fournissent du plomb susceptible de donner un bon minium; mais en réfléchissant que c'est principalement le cuivre qui altère la couleur de cet oxide, on concevra facilement que tout ce métal a passé dans les scories du fourneau à réverbère ou qu'il est mélangé avec le plomb provenant de cette opération. Effectivement, on enlève de dessus le bain de plomb des plaques de mattes de cuivre, comme nous l'avons déjà observé.

avons déjà eu occasion de l'annoncer, le fourneau écossais décrit (§ 42), est généralement employé dans le Northumberland, le Cumberland et le comté de Durham pour la fusion des minerais de plomb. Autrefois on les portait à ce fourneau sans préparation; maintenant on leur fait presque toujours subir un grillage préliminaire: le minerai grillé donne, au fourneau écossais, un produit plus considérable que le minerai cru, parce qu'il forme dans le fourneau une masse plus poreuse, et en même temps, pour nous servir de l'expression des fondeurs, il *marche plus sec* (*works dryer*). Il permet alors au courant d'air atmosphérique lancé par les soufflets de se disséminer plus complètement à travers les matières que contient le fourneau.

La possibilité de se passer du grillage est due sans doute à la présence assez constante du plomb blanc ou carbonaté, qui est, après la galène, le minerai le plus abondant dans ces contrées; il ne forme en général qu'une assez petite portion du minerai, quelquefois cependant il devient très-abondant. On en a trouvé des masses considérables à *Fair hill-flow-edge* et à l'entrée de la mine de *Hudgill-burn* près d'*Alston-Moor*. Le carbonate de plomb cristallisé (minerai en dent de chien) ne se rencontre jamais qu'en petite quantité.

On trouve aussi dans quelques mines de ces contrées, en quantité assez considérable pour être compté parmi les minerais, un minéral de plomb à l'état terreux (carbonate ou phosphate) mélangé avec des matières terreuses. On en a retiré particulièrement de la mine de *Green-gil-westend* dans le territoire d'*Alston-Moor*.

On conçoit que, dans le traitement métallurgique, on doit avoir égard non-seulement aux proportions dans lesquelles la galène se trouve mélangée des deux autres espèces de minerais, mais encore à la nature et aux proportions des autres substances qui peuvent s'y trouver combinées ou mélangées.

§ 49. *Grillage des minerais de plomb*. La charge du fourneau de grillage, décrit précédemment (§ 41), est de 9 à 11 quintaux de minerai, qu'on met dans le fourneau sans aucune addition. On passe ordinairement trois de ces charges en huit heures; le feu doit être poussé de manière à produire constamment une épaisse fumée sur la surface du minerai, sans cependant qu'aucune de ses parties coule et forme des scories, accident qui mettrait obstacle au but principal de l'opération, qui est de brûler le soufre, et de dégager l'acide carbonique. Pour arriver à ce but, aussitôt que les ouvriers remarquent que quelques parties du minerai deviennent molles ou collantes, ils en renouvellent sur-le-champ la surface en la remuant avec un râble, transversalement ou longitudinalement, suivant le cas. De temps à autre ils font aller le minerai du pont de la chauffe vers l'extrémité opposée du fourneau et réciproquement, afin qu'il n'existe pas une grande différence dans les températures des deux extrémités du fourneau. L'uniformité dans la température des divers points du fourneau est très-désirable, mais très-difficile à obtenir, sur-tout si on n'agit pas toujours sur des minerais de même nature; ce qui peut faire varier dans le rapport de 2 à 1 la chaleur à produire. Par exemple, si on grille dans

Grillage des minerais de plomb.

un fourneau construit pour des minerais qui demandent la plus haute température des minerais qui en exigent une très-faible, les différens points du fourneau seront échauffés très-inégalement, attendu que la flamme qui lèche la surface de toute la charge quand on chauffe fortement, n'échauffera que les parties attenantes au pont de la chauffe quand on produira une température faible. Dans le grillage on évite soigneusement de fondre le minerai; cependant, quelque précaution qu'on apporte dans cette opération, les parties fines du minerai, ainsi que les poussières métalliques recueillies dans les cheminées horizontales, s'agglutinent. Pour éviter que le minerai en se refroidissant ne prenne en masse, on le fait tomber, au sortir du fourneau, dans une fosse pleine d'eau, située au-dessous d'une des portes latérales

Fonte au  
fourneau  
écossais.

§ 50. *Fonte des minerais de plomb au fourneau écossais.* Lorsqu'on a achevé au fourneau écossais une reprise de fondage (*smelting-shift*), une partie du minerai, désigné sous le nom de *browse*, demeure dans un état de demi-réduction mêlé avec du coke et des scories. On trouve plus avantageux de le conserver pour commencer l'opération suivante, que le minerai cru ou même grillé. Pour mettre le fourneau en feu, on commence par en remplir l'intérieur de tourbe moulée en briques d'environ 12 pouces (0<sup>m</sup>,30) de longueur sur 3 (0<sup>m</sup>,075) de largeur et 3 (0<sup>m</sup>,075) d'épaisseur; celles de ces briques qui sont placées vers la partie postérieure sont entassées sans ordre, mais celles qui se trouvent sur le devant sont rangées avec soin en forme de muraille. Une brique de tourbe enflammée est alors

placée devant la buse des soufflets qu'on met en jeu, et dont le vent propage rapidement la combustion dans toute la masse. Pour augmenter la chaleur, et pour rendre le feu plus durable et plus ferme, on jette quelques pelletées de houille par-dessus la tourbe; lorsque ces diverses substances sont convenablement embrasées, on jette dessus une certaine quantité du minerai déjà en partie réduit, appelé *browse*; ensuite (et quelquefois avant que tout le *browse* ait été jeté sur le feu) la plus grande partie des matières contenues dans le fourneau est tirée sur la *plaque de travail* (*work-stone*) au moyen d'un large *fourgon* en fer appelé *gowelock*; le rebut du minerai appelé *scorie grise* (*grey-slag*), et qu'un fondeur exercé distingue par son éclat plus grand que celui du *browse*, est enlevé à la pelle et jeté à droite dans le coin extérieur du fourneau. On rejette alors dans le fourneau le *browse* resté sur la *plaque de travail* (*work-stone*), en y ajoutant un peu de charbon s'il est nécessaire. Si le *browse* n'est pas assez nettement séparé de la scorie (*slag*), ce qui se reconnaît à ce que la totalité de la masse se trouve dans un état de mollesse et présente une tendance à la fusion, on ajoute de la chaux, qui, en vertu de son affinité pour les substances argileuses, siliceuses et ferrugineuses, sèche les matières, comme disent les fondeurs, et donne aux parties terreuses la propriété de se réunir en loupes ou balles; si, au contraire, les parties siliceuses, argileuses ou ferrugineuses que renferme le minerai sont trop réfractaires, on ajoute aussi de la chaux, qui, en les rendant plus fusibles, leur communique encore la propriété de se réunir en loupes ou

balles. On voit un exemple de ces deux manières d'agir de la chaux dans le traitement du plomb au fourneau à réverbère. En jetant de la chaux, ou, ce qui revient au même, du carbonate de chaux, sur les matières qui couvrent la sole, on favorise la fusion des parties terreuses, qui coulent et viennent nager sur la surface du bain, et en jetant sur la surface de celui-ci une nouvelle quantité de chaux, on transforme les matières fondues qui le recouvrent en un mélange sec de chaux et de scorie.

Ces loupes, qu'on appelle *grey-slag*, contiennent depuis  $\frac{1}{10}$  jusqu'à  $\frac{1}{15}$  du plomb qui était renfermé dans le minerai. On les fond ensuite, à une plus haute température, dans un fourneau à manche approprié à cet usage (*slag-hearth*) pour en retirer ce plomb. Nous décrirons plus loin cette opération; mais revenons au procédé exécuté dans le fourneau écossais.

Après avoir rejeté le *browse* dans le fourneau, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, on répand pardessus quelques pelletées de minerai; mais avant de faire cette opération, et après avoir enlevé la scorie, on commence toujours par mettre devant la tuyère la moitié d'une brique de tourbe, corps qui, étant extrêmement poreux et combustible, non-seulement empêche que rien n'entre dans la buse des soufflets, mais en arrêtant une partie du vent sans lui couper le passage, le force à se diviser et à parcourir tous les vides qui restent dans le fourneau. Comme l'orifice de la tuyère n'a qu'environ 2 pouces de diamètre, si on n'employait pas ce moyen ou quelque autre du même genre, le vent passerait en un simple filet de peu de largeur. Cela fait, et après un

intervalle de 10 à 15 minutes, que le fondeur doit savoir déterminer convenablement, les matières contenues dans le fourneau sont de nouveau tirées sur la *plaque du travail* (*work-stone*) et la scorie (*grey-slag*) est triée et enlevée; on met alors un nouveau morceau de tourbe devant la tuyère et on ajoute de la houille et de la chaux dans les proportions convenables. On rejette le *browse* dans le fourneau, puis on charge une nouvelle quantité de minerai par-dessus, et on la laisse dans le fourneau pendant le temps ci-dessus indiqué.

Le même travail, répété pendant quatorze ou quinze heures, forme ce qu'on appelle une reprise (*smelling-shift*); pendant ce temps, on obtient de 20 à 40 quintaux et plus de plomb.

Par ce procédé, la partie la plus pure du plomb, ainsi que l'argent, sont, pour ainsi dire, transsudées des matières avec lesquelles ils sont mêlés, sans que rien entre en fusion que ces deux métaux alliés l'un à l'autre, et il paraît que cette faible température employée dans le fourneau écossais est la principale raison de la pureté du plomb qu'il produit.

§ 51. *Fonte du fourneau à manche des scories du fourneau écossais.* Avant de mettre en feu le fourneau à manche (*slag-hearth*), décrit plus haut (§ 43), on en répare les parois et on refait la *casse* tant de son intérieur que du bassin de réception. On remplit ensuite le reste du vide avec des briques de tourbe, et après avoir enflammé une de ces briques on la place devant la buse des soufflets, qu'on met en même temps en jeu; ce qui propage la combustion dans toute la masse. On jette alors sur la tourbe embrasée une

Fonte des  
scories au  
fourneau à  
manche.

couche de coke, et aussitôt qu'elle est parvenue à un degré de chaleur suffisant, on répand dessus une couche de scories du fourneau écossais (*grey-slag*) ou de toute autre matière que l'on veut traiter; de temps en temps, à mesure que le moment convenable arrive, on ajoute, couche par couche, du coke et des scories. Dans cette opération, la scorie et le plomb sont amenés à un état de fluidité parfaite; mais le dernier se sépare de la première en passant à travers la *casse* de frasil qui fait fonction de filtre, et que la scorie ne peut traverser à cause de sa viscosité. Dès qu'il se trouve sur la *casse* des scories parfaitement fondues, l'ouvrier y fait un trou d'environ un pouce de diamètre au moyen d'un ringard recourbé; elles s'écoulent par cet orifice, et, passant sans pouvoir y pénétrer sur la *casse* qui couvre le bassin de réception, coule en torrent enflammé dans la fosse pleine d'eau, où elle se divise en petits grains propres à être soumis directement au lavage.

Le plomb obtenu ainsi par la fusion des scories (*grey-slag*) est toujours plus impur que celui extrait du minerai dans le fourneau de fusion (*ore-hearth*). Jamais il n'est parfaitement séparé des matières qui étaient combinées avec lui, et il est durci par l'action du coke, qui l'imprègne de carbone: par conséquent le fourneau à manche ne doit jamais s'employer que lorsque le premier fourneau (*ore-hearth*) ne peut servir ou agit extrêmement lentement, comme dans le cas où l'on traite du carbonate de plomb.

On peut aussi fondre au fourneau à manche un mélange en proportion convenable de galène et de scories très-grises ou noires. La séparation

du plomb d'avec le soufre a lieu, en vertu de l'affinité de cette dernière substance, pour le fer contenu dans la scorie, avec lequel il se combine: aussi faut-il moins de scorie quand celle-ci contient beaucoup de fer; ce qui se reconnaît à sa couleur plus foncée.

§ 52. *Raffinage du plomb pour en extraire l'argent.* Cette opération, que le plomb du Derbyshire ne peut subir avec avantage, s'exécute dans un certain nombre des usines des environs d'Alston-Moor, et toujours sur des plombs obtenus par le procédé du fourneau écossais; la pratique du raffinage n'a été introduite dans ces contrées que sous le règne de Guillaume et Marie. M. Westgard Forster dit qu'il ignore jusqu'à quel point le procédé d'alors ressemblait à celui d'aujourd'hui, quoiqu'il soit probable qu'il était en partie le même. Il paraît toutefois qu'on a gagné près de moitié depuis 50 ans, sous le rapport de la célérité de l'exécution.

Le fourneau de coupelle, décrit plus haut (§ 44), étant préparé et la coupelle placée, on allume le feu, qui doit être poussé, dans les premiers momens, avec beaucoup de ménagement pour sécher la coupelle sans la faire éclater, comme cela arriverait infailliblement si une chaleur brusque faisait évaporer trop vite l'eau qu'elle contient. Lorsqu'on l'a peu à peu séchée complètement et amenée à la chaleur du rouge naissant, on la remplit presque entièrement de plomb qu'on a fait fondre d'avance dans une chaudière de fer; elle peut en recevoir environ 5 quintaux. A la température à laquelle on introduit le plomb, il se couvre de suite d'une pellicule grise d'oxide; mais quand la température

Raffinage du  
plomb.

du fourneau a été peu à peu élevée jusqu'au degré convenable, il devient d'un rouge blanchâtre et a toute sa surface recouverte de litharge: alors on met en jeu la machine soufflante, dont le vent, dirigé dans le sens du grand axe de la coupelle, pousse la litharge vers la poitrine (*breast*) de la coupelle et la fait passer par l'issue (*gate-way*) qui lui a été préparée, et par laquelle elle tombe sur une plaque de fonte de niveau avec le sol de l'atelier, et s'y prend en larmes. Dans cet état, on l'enlève pour la porter au fourneau de réduction et la revivifier. Comme, par l'effet de l'oxidation continuelle qu'elle subit, la surface du plomb s'abaisse nécessairement au-dessous ou au niveau de la voie de la litharge, on ajoute de nouveau du plomb fondu, qu'on prend avec une cuiller dans la chaudière ci-dessus mentionnée aussi souvent que le besoin s'en fait sentir; on continue l'opération de cette manière jusqu'à ce qu'on ait introduit dans la coupelle 84 quint. ou 4 foudres (*fodder*) de Newcastle de plomb, ce qui dure de 16 à 18 heures, si la tuyère a été disposée de la manière convenable. Toute la quantité d'argent que renferme cette masse de plomb est laissée en combinaison avec environ un quintal de plomb, qu'on appelle plomb riche, et qu'on retire de la coupelle.

Lorsqu'on s'est procuré un nombre suffisant de ces pièces de plomb riche, pour que, d'après leur richesse respective déterminée par un essai, elles contiennent en tout 1,000 à 2,000 onces d'argent, on les refond pour en extraire l'argent dans le fourneau décrit ci-dessus, mais dans une coupelle, qui diffère de la précédente en ce qu'elle présente à son fond une dépression propre à

recevoir, à la fin de l'opération, le gâteau d'argent, de manière qu'une portion du fond reste à découvert et qu'on puisse y pousser avec un petit râble les scories qu'on arrache des bords du gâteau d'argent.

§ 53. Réduction au fourneau à réverbère, de la litharge obtenue par le raffinage du plomb. La litharge obtenue aux environs d'*Alston-Moor* par le raffinage du plomb se vend rarement en nature, mais est presque toujours revivifiée dans le fourneau à réverbère décrit (§ 40).

Réduction  
de  
la litharge.

Pour commencer la réduction de la litharge, on place d'abord sur la sole un lit de houille d'environ deux pouces d'épaisseur; la flamme du foyer met bientôt cette houille en feu, et en peu de temps elle est réduite en frasil rouge de feu. Alors on jette dessus une certaine quantité d'un mélange fait d'avance avec soin de litharge et de menue houille, et on répand ce mélange sur toute l'étendue de la sole; on conduit en même temps le feu du foyer de manière à avoir dans le fourneau la température convenable pour permettre au combustible d'enlever à la litharge son oxigène et de mettre le plomb en liberté. Ce plomb est reçu dans une chaudière de fonte et coulé en saumon d'un quintal  $\frac{1}{2}$ , et prend le nom de *plomb raffiné*. Il est d'une qualité supérieure à tout autre, et se vend le plus cher.

Il est bon que la quantité de menue houille qu'on mêle à la litharge avant de la charger dans le fourneau, soit un peu moindre que celle qui serait nécessaire pour en opérer la réduction, parce que, si dans le cours du travail les ouvriers remarquent qu'il en manque dans quelque partie du fourneau, ils sont toujours maîtres d'en

ajouter, tandis que la surabondance de la houille augmente nécessairement la quantité de scories, qui, à la fin du travail, doivent être arrachés du fourneau avant qu'on ne recommence, et avec elle la perte de plomb.

Dans ce fourneau, on peut revivifier en 9 ou 10 heures, six foudres (*fodders*) de plomb. Pendant les six premières heures du travail, on ajoute à de courts intervalles, du mélange de litharge et de houille.

Il est digne de remarque que le travail ne marche ni aussi bien, ni aussi vite quand la houille et la litharge sont réduites en parties trop menues; cela paraît venir de ce qu'alors la réduction n'a guère lieu qu'à la surface, à cause du manque d'air pour la combustion du charbon mêlé avec la litharge et la production de la chaleur nécessaire à leur action mutuelle. Au contraire, lorsque la litharge est laissée en fragmens à-peu-près de la grosseur d'un œuf de poule, l'action a lieu à-la-fois dans toute la masse, et les vapeurs carbonneuses, dégagées de la houille, vont opérer la réduction jusque dans le centre des fragmens de litharge, dans les fentes desquels elles pénètrent et dont elles enlèvent l'oxygène. On évite de pousser la chaleur assez loin pour fondre la litharge.

Les fonds de coupelle et les crasses du fourneau de réduction, qui sont un mélange de menu *coke*, de cendre de houille et d'oxide de fer plus ou moins imprégné de plomb, sont fondus au fourneau à manche (*slag-hearth*), avec du coke et en y ajoutant comme fondant une certaine quantité de scorie noire provenant du même fourneau, et qu'on a préparée pour cet

usage en la coulant en plaques minces et la brisant en petits morceaux. Le plomb ainsi obtenu est généralement très-blanc et très-dur, et n'est pas susceptible d'être raffiné.

On traite aussi dans le fourneau à manche, comme il vient d'être dit, les dépôts qui se forment dans les cheminées horizontales, après les avoir soumis à l'opération du rôtissage.

§ 54. Le peu de détails que nous possédons sur la richesse en plomb des minerais fondus dans le Derbyshire et dans le Cumberland, ainsi que sur la quantité de charbon que consomment les méthodes employées dans ces deux comtés, ne nous permet pas de les comparer avec celles qui sont en usage en France et en Allemagne. Nous ferons seulement quelques observations pour faire ressortir les différences qui existent entre elles.

Dans le Derbyshire, le traitement des minerais de plomb s'exécute entièrement dans des fourneaux à réverbère, dont les dimensions sont plus considérables que celles des fourneaux à réverbère de Bretagne. Mais ce qui caractérise sur-tout cette méthode, c'est que l'on y fond des minerais pauvres, comme on le ferait dans un fourneau à manche, et qu'on obtient des scories coulantes, en ajoutant un fondant composé de chaux carbonatée et de chaux fluatée. Elle paraît préférable au travail au fourneau à manche, dans lequel il est difficile d'avoir des produits constans, qui occasionne une perte de plomb plus considérable et une plus grande dépense en combustible; et dans des lieux comme à Confolens, où l'on possède un minerai qu'il

Observations.

est difficile de réduire en un schlick pur sans de grandes pertes de galène, peut-être serait-il bon de faire l'essai de cette méthode.

Le procédé mixte employé dans le Cumberland de griller le minerai dans des fourneaux à réverbère et de fondre le minerai grillé dans de petits fourneaux assez analogues aux fourneaux écossais, paraîtrait donner un peu moins de plomb que si les deux opérations étaient faites dans le fourneau à réverbère; mais, d'après M. Forster, qui a comparé ces deux genres de traitement, cette légère perte est plus que compensée par la moindre consommation de charbon, la rapidité de l'opération, et sur-tout parce que le plomb qui provient du fourneau écossais est beaucoup plus pur, à tel point que, lorsqu'il s'agit de le raffiner, la perte, dit M. Forster, n'est que de  $\frac{1}{12}$  ou  $\frac{1}{13}$ ; tandis que lorsqu'on opère sur du plomb obtenu au fourneau à réverbère, elle va souvent à un neuvième. Aussi le plomb obtenu par la première méthode peut-il être raffiné avec avantage lorsqu'il donne seulement 5 onces d'argent par foudre (20 quintaux, poids de marc); tandis que celui produit par le fourneau à réverbère ne peut être coupellé que quand il donne 10 onces par foudre; et comme dans la coupellation usitée dans ce pays on ajoute continuellement de nouveau le plomb sans écumer, la litharge que l'on obtient dans le second cas, ne peut jamais être versée dans le commerce; tandis qu'au contraire celle produite par les plombs du fourneau écossais est de bonne qualité.

## MEMOIRE

*Sur les roues hydrauliques verticales à aubes courbes, mues par-dessous, suivi d'expériences sur les effets mécaniques de ces roues (1);*

PAR M. PONCELET, capitaine au Corps royal du Génie.

### *Considérations préliminaires.*

LES ROUES hydrauliques jusqu'à présent le plus généralement en usage sont les roues verticales dites *en dessus* ou à *augets*, et les roues à *aubes* qui sont frappées en dessous. Les unes et les autres ont la propriété de n'exiger que peu d'emplacement, d'être faciles à surveiller et à réparer, enfin de transmettre immédiatement le mouvement dans un plan vertical, ainsi que l'exige le plus grand nombre des mécanismes usités dans les arts.

Quant aux roues horizontales imaginées ou perfectionnées en dernier lieu, telles que la *danaïde*, la roue à *force centrifuge*, à *réaction*, et toutes celles à aubes courbes qu'un ingénieur, M. Burdin, a désignées sous l'expression géné-

(1) Extrait du *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, nos. 257 et 258, 24<sup>e</sup> année, cahiers de novembre et décembre 1825.

L'Académie royale des Sciences a décerné à l'auteur de ce mémoire le prix de mécanique fondé par M. de Montyon, et consistant en une médaille d'or de la valeur de 1000 francs.