

avec le procédé viennois qu'avec l'autre procédé.

A Pesey, les ouvriers se paient plus cher qu'à Poullaouën : douze ouvriers y sont attachés à un four à réverbère (1); mais quatre seulement travaillent ensemble par poste de 16 heures. Ces quatre ouvriers reçoivent 156 francs par mois, ou pour quinze postes de 16 heures : cela fait 10 fr. 40 par poste de 16 heures, ou 7 fr. 53 pour 12 heures de travail.

Procédé au four à manche ou au demi-haut-fourneau.

Les principales usines où l'on emploie ce procédé sont celles de Vialas et Villefort en France, Tarnowitz en Silésie, Vedrit en Belgique, du Bleyberg sur les bords du Rhin, et de Clausthal dans le Hartz. Nous ne parlerons pas du travail du plomb à Freyberg, parce que les minerais y sont trop compliqués.

Description
des opérations.

Voici la description sommaire des opérations :
A Vialas et Villefort (2), on grille les schlichs

(1) Ces renseignements sont extraits d'un mémoire inédit de M. de Villeneuve, ingénieur des mines.

(2) Toutes nos données sur l'usine de Vialas et Villefort

dans un four à réverbère , et on réduit le schlich grillé dans un four à manche , en le mêlant avec différens produits , tels que crasses et litharges.

A Tarnowitz (1), on passe le schlich avec de la fonte de fer, dans un demi-haut-fourneau. On obtient immédiatement du plomb d'œuvre et des mattes, qui ne contiennent pas au delà de $1 \frac{1}{2}$ à 2 pour 100 de métal.

A Vedrin (2), les minerais mêlés déjà avec de l'oxide rouge de fer sont passés, avec addition de scories de forges, dans un bas-fourneau, quelques variétés sont auparavant grillées. On obtient immédiatement du plomb et des scories pauvres.

Au Bleyberg (3), près d'Aix-la-Chapelle, le minéral est passé dans un fourneau à manche avec de la chaux éteinte et des scories d'affinerie de fer. Ce mélange produit du plomb et des scories pauvres.

sont extraites d'un mémoire publié en 1824 dans les *Annales des Mines* par M. Levallois.

(1) Nous avons consulté, pour le procédé de Tarnowitz, le mémoire qu'a publié sur cette usine M. Manès dans les *Annales des Mines*, 1^{re}. livraison 1826.

(2) Voyez le mémoire de M. Bouesnel sur l'usine de Vedrin, *Journal des Mines*, XXVII, 169.

(3) Voyez *Richesse minérale*, tome III, page 266.

A Clausthal (1), le minéral est d'abord réduit, dans un demi-haut-fourneau, par la fonte de fer. On obtient du plomb et des mattes riches, celles-ci sont grillées et refondues; on obtient de nouveau plomb d'œuvre et de nouvelles mattes. L'opération se répète ainsi un certain nombre de fois, jusqu'à ce qu'enfin les mattes soient devenues pauvres.

Les minerais de Vialas et Villefort sont des galènes qui, avant d'être grillées, ne donnent, par la voie humide, que 60 pour 100 de plomb. Elles ont pour gangues la chaux carbonatée, la baryte sulfatée, le quartz, la magnésie carbonatée, l'oxide de fer, le fer, le zinc et l'antimoine sulfurés.

Nature et richesse des minerais.

On traite à Tarnowitz des galènes très riches, qui ne paraissent pas retenir plus de 3 à 4 pour 100 de gangue et des schlichs qui ne produisent que 40 pour 100 : nous ne nous occuperons que du traitement des galènes riches, ce qui nous suffira pour établir nos comparaisons. La gangue de ces minerais est la chaux carbonatée, le fer et le zinc oxidés.

A Vedrin, les minerais sont des mélanges de beaucoup de plomb carbonaté et de plomb sul-

(1) Voyez *Richesse minérale*, tome III, page 214.

furé, accompagnés d'ocre rouge, de pyrite de fer et de zinc sulfuré.

Ils ne rendent pas dans le fourneau plus de 32 pour 100, terme moyen.

Les minerais du Bleyberg, disséminés dans un grès récent, ne rendent pas au delà de 32,5 pour 100 à l'essai.

Les minerais traités à Clausthal sont des galènes dont le mélange ne donne en moyenne que de 40 à 42 pour 100 de plomb à l'essai; elles ont pour gangue la chaux carbonatée, la baryte sulfatée, le quartz et le fer spathique.

Perte en
plomb.

D'après les relations que nous avons sous les yeux des procédés de Vialas et Villefort et de Vedrin, nous ne voyons aucun moyen d'estimer d'une manière un peu précise la perte fictive en plomb. M. Levallois suppose néanmoins qu'à Vialas et Villefort elle est moindre qu'à Pesey.

Tout porte à croire, dit M. Manès, qu'à Tarnowitz la perte en plomb dépasse de très peu celle qui a lieu dans les meilleures méthodes usitées. La perte réelle ne semble être, dans la fonte riche, que de 13,5 pour 100 du minerai contenant 82, ou de 16 pour 100 du plomb contenu.

Au Bleyberg, les minerais donnent 25 pour 100 dans le fourneau. La perte fictive est donc

de 7,5 sur 100 de schlich, ou de 23 pour 100 de plomb contenu.

A Clausthal, d'après M. de Villefosse, la perte sur l'essai ne serait que de 12 pour 100 du plomb contenu après sa conversion en litharges et la revivification de celles-ci. En ne supposant que 5 pour 100 de perte à la coupellation et à la revivification, il resterait 7 pour 100 pour la perte fictive en œuvre; ce qui serait très faible. Ce résultat paraît extraordinaire lorsqu'on songe à la pauvreté du minéral et aux opérations multipliées qu'on lui fait subir ainsi qu'aux produits, avant d'en avoir extrait tout le métal. Les essais, peut-être, auront été très inexacts.

Il serait difficile, d'après ce qui précède, de tirer une conclusion positive sur la perte en plomb dans le traitement des galènes au fourneau à manche. Il n'est pas certain, comme l'ont avancé quelques personnes, qu'elle soit toujours plus grande que dans le four à réverbère.

Comme on fond à Vialas et Villefort les schlichs grillés avec un assez grand nombre d'autres produits, nous n'avons pu estimer la consommation en combustible que d'une manière très approximative. Voici les résultats auxquels nous sommes parvenu. Pour le grillage de 100 kilog., on consomme 40 kilog. de houille (1), représentant

Consomma-
tion en com-
bustible.

(1) Quoiqu'il se trouve de très bonnes qualités de houille.

240000 calories et 161 kilog. de bois représentant 474100 calories : ainsi, la valeur calorifique du combustible employé dans le grillage serait de 714100 calories.

100 kilog. de schlich en donnent environ 89 de schlich grillé, qui brûlent environ 45 kilog. de charbon de bois dans le fourneau à manche pour leur réduction. Ces 45 kilog. de charbon de bois représentent 317250 calories : d'où la consommation totale en unités de chaleur pour le grillage et la réduction de 100 kilog. de schlich est de 1031350 calories.

En supposant que 100 kilog. de schlich produisent 50 kilog. de plomb marchand, nombre auquel nous sommes parvenu par une série de probabilités, il faudrait 2062700 calories pour 100 kilog. de plomb marchand.

A Tarnowitz, on brûle environ 50 pieds cubes de coke pour réduire 100 quintaux de schlich, qui rend 67 pour 100.

Une tonne (mesure de Silésie) de coke pèse 2 quintaux. Sa capacité est de 7,11 pieds cubes, d'où 1 pied cube pèse 0,28 quintaux et 50 pieds

aux environs de Vialas et Villefort, nous devons supposer que l'on n'emploie que les plus médiocres pour le grillage des minerais de plomb : c'est pourquoi nous ne portons leur valeur calorifique qu'à 6000 calories par kilog.

cubes 14 quintaux. Ainsi, on ne brûle, pour traiter 100 kil. de schlich, que 14 kilog. de coke (1), correspondant à 88830 calories : cela fait 132582 calories pour 100 de plomb obtenu.

A Vedrin, on brûle environ 34 kilog. de charbon de bois pour 100 kilog. de minerais mélangés, dont on obtient 32 kilog. de plomb : cela fait 239700 calories pour 100 kilog. de minerais et 749063 calories pour 100 kilog. de plomb. Il faudrait ajouter la quantité de combustible brûlée pour le grillage d'une petite partie des minerais qui exige cette opération. Mais cette quantité de combustible est très faible, et nous ne pouvons en apprécier la valeur calorifique, parce qu'elle consiste en copeaux dont le poids nous est inconnu.

Au Bleyberg, 100 kilog. de schlich dépensent 26,6 kil. de coke (2), dont la valeur calorifique est de 168777 calories, et 3,3 kilog. de charbon de bois, dont la valeur calorifique est de 23265. La consommation totale en unités de chaleur est donc de 192042 pour 100 kilog. de schlich, ou 768168 calories pour 100 de plomb.

(1) Nous prenons pour la valeur calorifique du coke de Tarnowitz 6345 calories, qui est celle d'un coke contenant 10 pour 100 de matières terreuses.

(2) *Richesse minérale*, tome III, page 267.

Quelquefois on ne brûle que du charbon de bois résineux, et on en consomme alors 41,50 (1)

(1) Il peut paraître alors extraordinaire que pour produire le même effet, on ne brûle que de 26,6 kil. de coke plus 3,3 kilog. de charbon de bois, tandis que la valeur calorifique du charbon de bois est plus grande que celle du coke. Cependant, nous trouvons aussi dans l'ouvrage de M. de Villefosse, lorsqu'il s'agit du traitement des minerais de cuivre, que pour une même quantité de lit de fusion, on brûle, dans un demi-haut-fourneau, 1451 liv. de charbon de bois résineux, ou 1677 liv. de charbon de bois dur, ou, enfin, 1165 liv. de coke. 100 kilog. de mattes provenant de ce traitement sont réduits, soit avec 42 kilog. de charbon de bois, soit avec 26 kilog. de coke; enfin, nous lisons dans la seconde édition de la *Métallurgie du fer*, de Karsten, que si le coke employé dans un haut-fourneau pour la réduction des minerais de fer produit moins d'effet que le charbon de bois, c'est le contraire lorsqu'on s'en sert dans un fourneau à manche ou dans un fourneau à la Wilkinson, peu élevé, pour refondre de la fonte. M. Karsten a constaté ces résultats par des expériences directes. Dans un fourneau à la Wilkinson, d'une grande hauteur, le rapport devient favorable pour le charbon de bois, dont la consommation est réduite de presque moitié. Cela nous expliquerait aussi pourquoi la consommation en unités de chaleur est moindre en Angleterre dans le *slag-heap*, où l'on brûle du coke, qu'à Pesey dans le fourneau à manche, où l'on consomme du charbon de bois. Il faudrait enfin en conclure que lorsque le combustible est du charbon de bois, et que les matières que l'on réduit sont réfractaires, les fourneaux à cuve élevés valent mieux que les bas-fourneaux.

A Freyberg, où l'on réduit des minerais d'argent, plomb

kilog., représentant 292575 calories pour 100 kilogrammes de schlich, ou 166 kilog., représentant 1170300 calories pour 100 kilog. de plomb.

Quant à la consommation en combustible dans le traitement du Hartz, nous ne pouvons l'apprécier, parce qu'à Clausthal on brûle pour le grillage de la matte des fagots dont nous ignorons le poids.

Ainsi, en résumé :

Résumé.

Pour 100 kilog. de schlich, on consomme :

	Calories.	Calories.
A Vialaset		
Villefort.. Dans le four à rév. de grill..	714100	} 1031350
Dans le four à manche	317250	
A Tarnowitz.	88830	
A Vedrin.....	239700	
Au Bleyberg (Roer)	192042,	
	ou 292575	

et cuivre dans des demi-hauts-fourneaux, l'effet d'un certain poids de coke est moindre que celui du même poids de charbon de bois (V. Mémoire de M. Perdonnet, *Ann. des Mines*, 5^e liv. de 1827); mais l'avantage du charbon de bois sur le coke varie suivant la nature des opérations. Ainsi, il est plus faible dans la fonte de concentration ou fonte crue (*roh arbeit*) des minerais pauvres, que dans la fonte des mattes cuivreuses obtenues vers la fin de ce traitement.

Pour 100 kilog. de plomb produit, en consommation :

	Calories.	Calories.
A Vialas et		
Villefort.. Dans le four de grillage...	1428200	} 2062700
Dans le four à manche....	634500	
A Tarnowitz..		132582
A Vedrin.		749063
Au Bleyberg.		768168,
		ou 1170300

A Vialas et Villefort, on consomme considérablement de chaleur, cela tient peut-être au peu de fusibilité des minerais. On a essayé dans cette usine le procédé de Pesey, on n'a pas réussi; mais les expériences paraissent avoir été mal faites. Il serait à désirer qu'on fit de nouvelles tentatives; car il est probable qu'en adoptant le procédé de Pesey on économiserait beaucoup de combustible.

Les consommations à Vedrin et au Bleyberg, pour des minerais pauvres, ne diffèrent pas considérablement. La quantité de chaleur employée dans ces fours à manche est bien moindre que dans les fours à réverbère: c'est un résultat auquel on devait s'attendre, puisque, dans le four à manche, le combustible étant en contact avec la substance à échauffer, il est bien plus facile d'en tirer tout le parti possible; mais il ne faut

drain pas croire pour cela que le fourneau à manche procure une grande économie d'argent sur le combustible. Il est très important d'observer que celui-ci ne se vend pas proportionnellement à sa valeur calorifique : ainsi, par exemple, le bois donnant généralement environ de 18 à 20 pour 100 de son poids de charbon, 41,5 kilog. de charbon brûlé au Bleyberg pour 100 de schlich correspondent à 210 kilog. de bois, dont la valeur calorifique est de 618456 calories. Ces 41,5 kilog. de charbon se vendront donc le même prix que 210 kilog. de bois, augmenté des frais de carbonisation.

A Tarnowitz, comme on emploie du fer pour la réduction de la galène, la consommation en combustible est très faible. Remarquons cependant que les 14 kilog. de coke, à 10 pour 100 de cendres, brûlés pour 100 kilog. de schlich, correspondent à 28 kil. de houille à 5 pour 100 de cendres, et de meilleure qualité par conséquent que celle que nous avons supposée servir à Poullaouen : ainsi, en ajoutant à sa valeur celle des frais de carbonisation, on arrivera bien près du prix coûtant des 43,20 kilog. de houille employés à Poullaouen dans le fourneau viennois. Il faut, d'ailleurs, se rappeler que les schlichs de Poullaouen sont bien moins riches que ceux de Tarnowitz.

Temps néces-
saire pour
passer 100 ki-
log. de
schlich.

On emploie pour le traitement de 100 kilog. de schlich, à Vialas et Villefort, 3 heures dans le grillage et une heure dans la fonte ; à Vedrin, une heure dans la fonte ; à Tarnowitz, 20 minutes. Nous n'avons pas de données sur la durée du travail au Bleyberg. En supposant qu'à Vialas et Villefort le grillage s'opère en même temps que la fonte, au moyen du nombre de fourneaux nécessaire, il suivrait de ce qui précède que l'on passerait le schlich un peu plus rapidement au four à manche, à Vialas et à Vedrin, qu'au four à réverbère à Pesey et à Poullaouen. Le travail marcherait à Tarnowitz plus vite encore que par aucun des procédés au four à réverbère, y compris même le procédé viennois.

Main-
d'œuvre.

Le nombre d'ouvriers attachés au fourneau à manche à Tarnowitz, et en général à toute espèce de fourneau à manche ou de demi-haut-fourneau, est de trois : ainsi, dans des pays où le prix de la main-d'œuvre sera le même, les frais répartis par tonne de plomb seront proportionnels à la rapidité du travail et à la richesse du minéral ; ils seront par conséquent très faibles à Tarnowitz.

Les ouvriers attachés à un fourneau à manche ont un travail bien moins pénible que les ouvriers qui condaient un fourneau à réverbère. on peut donc les payer moins : ainsi, à égalité de

charge passée dans le même temps, le prix de la main-d'œuvre sera plus élevé dans le procédé au four à réverbère.

Procédés au fourneau écossais.

Le procédé au fourneau écossais n'est aujourd'hui employé que dans le nord de l'Angleterre ; il l'a été à Pesey.

En Angleterre, on grille d'abord le minéral au four à réverbère ; on en sépare une grande partie du plomb, dans un fourneau particulier, par une espèce de liquation, qui s'opère à une basse température, et on refond les crasses dans le slag-hearth. MM. Beaumont et Dufrénoy ont décrit ces opérations avec beaucoup de soin.

Procédé anglais.

On passe au fourneau de grillage trois charges de 8 quint. en 24 heures, et on brûle 3 quintaux de houille pour ces 24 quintaux de schlich ; ce qui fait environ 12 kilog. pour 100 kilog. de schlich.

Le minéral grillé donne, dans le fourneau écossais, 66 pour 100 de plomb, et ne brûle qu'une quantité extrêmement faible de combustible. Lorsque l'opération est en bon train, on obtient 1 quintal anglais de plomb toutes les demi-heures : on passe donc 1 quintal de schlich en 20 minutes ou 100 kilog. en 40 minutes.