

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

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

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

Conclusion.

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

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

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

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

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

parer avec les scories de forges sous tous les rapports.

	Fine-ric.	Pudlage.					Chaudière.		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
Silice.	0,276	0,568	0,336	0,496	0,240	0,424	0,265	0,330	
Protoxide de fer.	0,612	0,610	0,940	0,319	0,240	0,520	0,311	...	
Alumine.	0,040	0,015	0,12	0,5	0,18	0,033	0,39	...	
Acid. phosphorique.	0,072	...	...	...	...	...	...	...	
	1,000	0,993	...	...	...	0,977	...	...	
Fonte à l'essai.	0,565	0,470	0,460	0,406	0,545	0,410	0,556	0,458	
Oxigène et charbon.	0,164	0,147	0,130	0,115	0,159	0,130	0,154	0,140	
Autres matières.	0,331	0,383	0,410	0,479	0,296	0,460	0,290	0,402	

Ces scories ressemblent, toutes, aux scories de forges : elles sont d'un gris noir plus ou moins foncé, souvent métalloïde, tantôt compactes, tantôt cristallines ; elles agissent sur le barreau aimanté, et presque toujours assez fortement pour s'y attacher lorsqu'elles sont concassées en petits grains. Pour en faire l'essai par la voie sèche, on les a mélangées avec le cinquième de leur poids de carbonate de chaux.

(1) *Scories de finesse*, de Dudley en Angleterre. Boursoufflées, noires, un peu métalloïdes, présentant des indices de cristallisation dans les cavités. Elles contiennent une très-grande quantité d'acide phosphorique ; aussi la fonte qu'elles donnent, à l'essai, est-elle blanche, cristalline et extrêmement fragile. L'existence de l'acide phosphorique en proportion aussi considérable dans ces scories est remarquable ; elle confirme la

présomption que j'avais émise à cet égard dans mon mémoire sur les scories (pag. 402), et elle prouve que l'opération par laquelle on transforme la fonte en *fine metal* avant de la *pudler*, en la faisant fondre, sous le vent des soufflets, dans un foyer de mazerie, est de la plus grande utilité, sur-tout lorsque l'on affine de mauvaises fontes, puisque cette opération enlève à celles-ci une grande partie des substances qui nuisent à la qualité du fer. M. Sefstroëm, de Fahlun, paraît donc se tromper lorsqu'il avance, dans un mémoire qu'il a publié sur le traitement au haut-fourneau des scories d'affinage du fer (1), que ces scories ne peuvent jamais contenir d'acide phosphorique, et que celles qui proviennent des fontes qui donnent du fer cassant sont d'aussi bonne qualité que les meilleurs minerais. Je crois devoir insister sur ce point, d'abord parce qu'il est important pour la théorie de l'art, et ensuite parce qu'il intéresse les maîtres de forge d'une manière immédiate. M. Sefstroëm, se fondant sur ce que, selon lui, l'acide phosphorique ne peut, non plus que l'acide sulfurique, exister au contact du charbon, pense que lorsqu'on soumet de la fonte phosphoreuse à l'affinage, une partie du phosphore se concentre dans le fer, tandis que l'autre partie se dégage, en totalité, à l'état d'acide phosphoreux ; et c'est uniquement d'après cette idée théorique, et contrairement à ce qui a été observé jusque-ici, dans toutes les usines, qu'il a formé son opinion sur la nature des scories ; mais

(1) *Archives des mines de Kaesten*, t. VII, page 274. Nous insérerons un extrait de ce mémoire dans une des prochaines livraisons des *Annales*. R

il est facile de voir que cette théorie n'est pas exacte: en effet, elle suppose entre l'acide sulfurique et l'acide phosphorique une analogie qui n'existe pas. Ces acides sont, à la vérité, décomposés, tous les deux, par le charbon quand ils sont libres; mais ils ne se comportent pas l'un comme l'autre lorsqu'ils sont combinés avec une base; les sulfates se réduisent très-facilement en sulfures par le charbon, tandis que beaucoup de phosphates se réduisent très-difficilement, ou sont même tout-à-fait irréductibles: la chaleur décompose la plupart des sulfates avec dégagement d'acide sulfureux et d'oxygène, mais elle n'altère pas les phosphates; la silice facilite la décomposition des sulfates par la chaleur et les décompose tous, mais elle ne décompose aucun phosphate, et l'on observe fréquemment des combinaisons de phosphates et de silicates dans les produits des arts: il n'est donc pas contraire aux principes de la science que le phosphate de fer, une fois formé, se trouve, dans les scories, combiné ou mêlé avec le silicate du même métal. Reste à voir comment il se forme, et comment il se fait qu'il ne se réduise pas en phosphure: or on conçoit sans peine qu'il se forme et qu'il doit nécessairement se former à la première époque de l'opération, c'est-à-dire à l'époque durant laquelle la fonte tombe goutte à goutte, de toute la hauteur du foyer, à travers la masse d'air que lancent les soufflets: il se fait un véritable grillage; mais il ne se dégage pas d'acide phosphoreux, parce que le phosphore renferme un grand excès de métal, et parce que ce métal, en s'oxidant, produit une base très-forte (le protoxide de fer), qui détermine l'acidifica-

tion complète du phosphore. Le phosphate de fer est réductible par le charbon, mais il ne l'est pas plus facilement que le silicate: on ne doit donc pas s'étonner que le premier de ces sels existe dans une circonstance qui ne permet pas au second de se réduire; de plus, il faut remarquer que, dans un foyer de forge (et il en est à-peu-près de même dans un four à réverbère), trois causes concourent à produire l'effet qu'on y observe: 1°. la température qui résulte de la combustion, et qui peut être plus ou moins élevée; 2°. l'action réductive du charbon; 3°. et l'action oxidante de l'air. Ces trois causes agissent avec une énergie différente dans les différentes parties du fourneau, et c'est à tort que l'on paraît presque toujours admettre que l'action réductive est celle qui prédomine partout; la cause opposée est, au contraire, celle qui a l'avantage au centre des foyers d'affinerie. Si la fonte ne parvenait pas promptement au fond du foyer, elle se réduirait en totalité en oxide; un minerai de fer, fût-il tout-à-fait pur, que l'on jetterait au milieu d'un feu de forge, se fondrait et ne se réduirait pas. On peut, à volonté, dans un pareil foyer, oxider, réduire, fondre ou chauffer plus ou moins fortement: tout l'art de l'ouvrier consiste à savoir manœuvrer pour produire à propos l'un de ces effets. Dans une forge catalane, on place le minerai derrière une masse de charbon pour le réduire; puis on le porte au fond du creuset, au-dessous du vent, pour former la loupe et fondre les scories. Dans une affinerie, on fait passer la fonte liquide à travers le vent, pour brûler le carbone, le silicium, le phosphate, etc., et en même temps une partie du fer,

parce qu'on ne peut l'éviter, et on laisse ensuite le masseau se former au fond du foyer, etc. D'après ces observations, on concevra aisément, je crois, pourquoi les scories d'affinerie restent très-chargées d'oxide de fer, quoiqu'elles soient sans cesse au milieu des charbons, et par conséquent pourquoi elles contiennent du phosphate de fer qui ne se change pas en phosphore.

(2) *Scories de pudlage*, de Dowlais, près de Mertirithid-wils (pays de Galles). Compactes, noires-grisâtres, poussière grise olivâtre.

(3) *Scories de pudlage*, de l'usine de Charenton près Paris; semblables aux précédentes.

(4) *Scories de pudlage*, de l'usine de Fourchambault, près Nevers. Ce sont celles qui s'écoulent du four à réverbère: elles sont compactes, à cassure unie ou inégale, luisante ou cireuse, d'un gris olivâtre; elles ne présentent presque aucun indice de cristallisation; leur surface est d'un noir métalloïde très-éclatant. La couleur de la poussière est le gris olivâtre clair. Ce sont les moins riches de toutes celles que l'on obtient dans l'affinage, parce qu'elles restent pendant long-temps en contact avec le sable dont se compose la sole des fourneaux; ce qui leur permet d'absorber beaucoup de silice.

(5) *Scories de pudlage*, de la même usine, qui s'écoulent des masseaux lorsque l'on passe ceux-ci au laminoir; d'un noir métalloïde, à cassure fibreuse ou compacte. Elles sont beaucoup plus chargées de fer que les précédentes; l'affinage au four à réverbère n'en produit pas de plus riches: on conçoit aisément qu'il doit toujours en être ainsi, parce qu'étant pour ainsi dire imbibées dans des masses poreuses de fer, elles dissolvent

l'oxide, dont ce métal se recouvre par-tout où il a le contact de l'air, aussitôt qu'il se forme.

(6) *Scories de chaufferie* de Dowlais (pays de Galles): entièrement cristallines, composées de grandes lames entrecroisées, d'un gris noirâtre, un peu métalloïde; poussière d'un gris olivâtre.

(7) *Scories de chaufferie* de l'usine de Fourchambault: recueillies coulantes à l'extrémité d'un four à réverbère, dans lequel on chauffe les trousses pour les étirer; d'un noir très-métalloïde, compactes, mais présentant fréquemment des groupes de cristaux dans les cavités.

(8) *Scories de chaufferie* de l'usine de Forge-Neuve, près Decize (département de la Nièvre): recueillies dans les mêmes circonstances que les précédentes; d'un noir métalloïde, boursofflées, à cassure un peu cristalline.

Aucune de ces scories ne contient d'oxide de manganèse, il n'y en a pas même une trace dans les scories de finerie de Dodley; ce qui prouve que la fonte de ce pays n'en renferme pas non plus.

On peut remarquer que la richesse en fer des scories de toute sorte que l'on obtient dans le cours de l'affinage de la fonte au four à réverbère varie beaucoup. Cela tient à plusieurs causes, mais principalement à ce que la sole étant ordinairement formée de matières quarzeuses, les scories se chargent d'une quantité de silice d'autant plus grande, qu'elles ont séjourné plus long-temps sur cette sole. La quantité d'oxide de la silice est à la quantité d'oxide des bases à-peu-près :: 3 : 2 dans les plus pauvres et :: 2 : 5 dans les plus riches.

Il résulte du grand nombre d'analyses que j'ai

rapportées dans les *Annales des Mines* (voyez mémoire, t. VII, p. 377 et suivantes), que les scories de forges, en général plus riches que les scories de fours à réverbère, ont aussi une composition fort variable. Elles se rapprochent ordinairement du silicate BS et du sous-silicate BS<sub>2</sub>; mais on en voit fréquemment qui renferment un tel excès de base, qu'il y a dans celle-ci jusqu'à quatre fois autant d'oxygène que dans la silice, et d'autres, au contraire, qui contiennent une si grande proportion de silice, qu'elles atteignent le terme de saturation des bisilicates BS<sub>2</sub>. Ainsi, en comparant les termes extrêmes, on trouve que, pour une même quantité de silice, si la quantité d'oxygène contenue dans les bases de l'un est 1, la quantité contenue dans les bases de l'autre sera 8; entre ces deux termes, il existe une variété infinie de combinaisons, qui passent des unes aux autres par degrés insensibles, et ce n'est que rarement et comme par accident qu'elles prennent une composition rigoureusement atomique, si ce n'est, à ce qu'il paraît, dans les parties cristallines. La composition d'une masse de scories provenant d'une même opération varie même dans ses différentes parties, selon que celles-ci ont été exposées à une température plus ou moins élevée, ou qu'elles se sont trouvées plus ou moins immédiatement en contact du fer ou du charbon, etc.

Quelques métallurgistes suédois qui semblent ne pas avoir connaissance des recherches multipliées qu'on a faites en France à ce sujet trouvent toujours, d'après leurs propres travaux, du moins à en juger par la manière dont ils s'énoncent, que, dans les scories, le rapport

de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases est très-simple, et s'accorde exactement avec des compositions en proportions définies. Peut-être n'arrivent-ils à ce résultat qu'en faisant des corrections ou des abstractions : alors ils voudraient seulement indiquer par là de quel degré de saturation se rapproche telle ou telle scorie par sa composition, ce qui peut être fort utile. S'il en était autrement, ce serait faire abus de la théorie des proportions définies, et donner une idée fautive des effets chimiques qui se produisent dans les fourneaux.

*Note sur le sulfure d'antimoine argentifère et aurifère de Neu-Wied; par M. P. Berthier.*

Le sulfure d'antimoine de Neu-Wied ne présente rien de particulier dans ses propriétés physiques. Il est presque compacte, et ne montre que çà et là des indices de cristallisation. On l'a rencontré dans le terrain de schiste argileux qui borde la Wittbach, rivière qui coule sur la rive droite du Rhin, et se jette dans ce fleuve près de Neu-Wied, à quelques lieues au-dessous de Coblenz. Le même terrain renferme des mines de plomb, que l'on exploite depuis long-temps, et qui alimentent l'usine d'Alshau. C'est M. Steffens, directeur de cette usine, qui a découvert le minerai d'antimoine aurifère, et qui en a fait peser un échantillon au laboratoire de l'École des Mines. Voici de quelle manière on a fait l'essai de ce minerai.

On en a fondu 100 grammes avec 800 grammes de litharge : on a obtenu un culot de plomb, pesant 272g, et une scorie très-fluide, d'un noir grisâtre et opaque. Le culot de plomb a été sco-

rifié, et on a coupellé le résidu : il a laissé un bouton d'un blanc d'argent pesant 66 milligrammes. On a aplati ce bouton, et on l'a traité par l'acide nitrique pur : il a donné un résidu rongéâtre d'un seul morceau, mais si petit, qu'il a été impossible de le peser; cependant, en le coupellant avec un peu de plomb, il a produit un petit grain d'un jaune très-éclatant, et qu'il a été facile de reconnaître pour être de l'or.

Pour vérifier ce résultat, on a mêlé ensemble 50 grammes de sulfure d'antimoine de Neu-Wied, 50g de carbonate de soude et 70g de nitre, et on a fait chauffer le mélange graduellement dans un creuset de terre. Le sulfure d'antimoine a été attaqué tranquillement et complètement par le nitre avant même que les matières entrent en fusion. Lorsqu'il ne s'est plus dégagé de gaz, on a donné un coup de feu pour faire fondre le tout, et on a placé par-dessus 20g de plomb d'orfevre, réduits en feuilles de dimensions telles qu'elles recouvraient tout le bain. On a coulé dans une lingotière, et on a obtenu un culot de plomb pesant 15g et une scorie très-liquide, et ne retenant aucune grenaille métallique. Le culot de plomb ayant été coupellé a donné un bouton pesant 6 milligrammes; ce bouton, traité par l'acide nitrique pur, a laissé un résidu d'or évident, mais impondérable. Si l'on retranche des 6 milligrammes obtenus par la coupellation 1 milligramme d'argent provenant du plomb employé, il reste 5 milligrammes pour la quantité d'argent produite par 50g de sulfure d'antimoine. On voit, d'après cela, que le minerai de Neu-Wied contient 0,0001 d'argent = 1 gros 20 grains au quintal, poids de marc, et une trace d'or.

## NOTICE

SUR

LE CHAUFFAGE DES EAUX MINÉRALES  
GAZEUSES,

EMPLOYÉ A ENGHEN PRÈS MONTMORENCY,

ET A URIAGE PRÈS GRENOBLE;

Par M. ÉMILE GUEYMARD, Ingénieur au Corps royal  
des Mines.

Il existe en France beaucoup de sources d'eaux minérales gazeuses dont la température varie de 14 à 22° Réaumur. Dans cet état, elles ne sont pas applicables directement à l'usage habituel des bains et des douches, et il faut que l'art vienne au secours de la nature pour produire des résultats favorables.

Chargé, en 1823, de la recherche des eaux minérales d'Uriage et de la direction des travaux de l'établissement des bains, j'ai reconnu avec évidence que les Romains eux-mêmes employaient le secours des fourneaux pour augmenter la température des eaux minérales; ils faisaient de grands réservoirs, supportés sur des compartimens, dans lesquels la flamme du combustible circulait et communiquait sa chaleur à la masse du liquide. Les fonds de ces réservoirs étaient faits en pierres bien jointes; mais ce mode était sûrement défectueux et très-dispendieux.

Les moyens employés aujourd'hui laissent peu à désirer, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la conservation du gaz : je vais décrire ceux employés à Enghien près de Paris, et à Uriage, dans le département de l'Isère.