

» veulent approfondir, et vont au-devant des questions qui
» laisseraient des nuages dans l'esprit ».

Le Traité dont nous venons de donner un extrait est le plus savant que nous possédions. Il est de beaucoup supérieur à tous les ouvrages sur la physique, qui ont paru, soit en France, soit dans les pays étrangers. Ce même Traité a été originairement désigné par Sa Majesté l'Empereur et Roi, pour servir à l'enseignement dans les Lycées. Aucun ouvrage ne saurait être plus digne que celui de M. Haüy, d'une destination aussi importante. Les élèves pourront y puiser les connaissances les plus exactes, les plus certaines, les plus solides, et les Professeurs y trouveront toujours le meilleur modèle à suivre.

(Le prix de cet ouvrage est de 12 francs, en papier ordinaire, et de 14 francs, en papier fin. On ajoutera pour le port 3 francs 75 centimes).

JOURNAL DES MINES.

N^o. 118. OCTOBRE 1806.

M É M O I R E

Sur le Traitement métallurgique du Cuivre pyriteux, en usage aux Mines de Chessy et Sainbel (Département du Rhône).

Par M. GUENIVÉAU, Élève-Ingénieur des Mines.

Ce Mémoire présente plusieurs résultats de l'analyse des produits métallurgiques de la fonderie de Chessy, qui m'ont paru propres à servir de bases à la théorie de la fonte du *cuivre pyriteux*, telle qu'on l'opère à Chessy, et principalement à faire connaître l'effet du *quartz ajouté au minerai* dans cette opération. Il sera divisé en deux parties, l'une consacrée à décrire les opérations chimiques qui ont donné des résultats nouveaux, l'autre à tirer de ces résultats les conséquences les plus remarquables, et à en faire l'application.

P R E M I È R E P A R T I E.

Analyses chimiques.

Les opérations chimiques dont je vais présenter les détails et les résultats, ont été faites,
Volume 20. R

en partie, au laboratoire de l'École des Mines du Mont-Blanc, sous les yeux et avec les conseils de M. Hassenfratz, qui m'avait chargé d'analyser différens produits de la fonderie de Chessy; une autre partie de ces travaux a été faite au laboratoire du Conseil des Mines, près de M. Descostils, qui a bien voulu m'aider de ses lumières et de son expérience.

Descrip-
tion du su-
jet de l'ana-
lyse.

Les produits métallurgiques que j'ai soumis à l'analyse, sont des *scories* provenant de la fonte du *cuivre pyriteux*; on les enlève de dessus le *bassin d'avant-foyer* pendant l'opération. Il y en a deux espèces: l'une formée pendant la fonte du *minerai grillé*, l'autre pendant celle des *mattes grillées*. La première espèce est d'un gris métallique assez brillant; elle présente des lames, indices de cristallisation, et pourrait facilement être confondue avec certains minerais de fer oxydulé. Les *scories* de la seconde espèce n'ont pas le brillant métallique; leur couleur est brune et leur cassure comme fibreuse. Les caractères communs à ces deux espèces sont: d'être assez compactes, sans apparence vitreuse, presque sans boursoufflures, d'être attirables à l'aimant, de se fondre au chalumeau sans addition, en donnant quelquefois une légère odeur de soufre, de présenter avec le borax les mêmes caractères que les mines de fer, de donner à l'essai, par la voie sèche, du fer et quelquefois des indices de cuivre, enfin de faire gelée dans les acides avec la plus grande facilité.

Je vais décrire le procédé que j'ai suivi pour les analyser, d'une manière générale, et telle

que l'on puisse appliquer ce que je dirai, aux deux espèces de *scories*.

J'ai pulvérisé ces substances, et je les ai traitées par l'acide muriatique concentré, mêlé d'un peu d'acide nitrique: il s'est formé une gelée assez tenace, que j'ai divisée en ajoutant de l'eau et faisant bouillir. J'ai séparé la partie insoluble devenue très-blanche; je l'ai séchée et pesée, puis ensuite chauffée au rouge afin de séparer le soufre. Ce résidu avait tous les caractères de la *silice*. La dissolution muriatique ne contenait pas d'acide sulfurique; on y a versé de l'ammoniaque, dont un excès a fait apercevoir des indices de cuivre et dissous le zinc. Le précipité d'oxyde de fer, encore humide, a été traité par la potasse caustique liquide, pour séparer l'alumine. J'ai versé dans la liqueur ammoniacale de l'oxalate d'ammoniaque qui a séparé la chaux, puis j'ai ajouté de l'acide sulfurique en excès, afin de précipiter ensuite le cuivre par une lame de fer. J'ai séparé le zinc du fer introduit, par une grande quantité d'ammoniaque, et j'ai déterminé la proportion de ce métal en le convertissant en prussiate.

Le premier précipité d'oxyde de fer a été examiné de nouveau, dans l'espoir d'y retrouver les portions de *cuivre* et de *chaux* qui pouvaient avoir échappé aux premières opérations. J'ai recherché d'une manière particulière et par des expériences séparées, le soufre, le cuivre et le zinc, et je n'en ai trouvé que les quantités consignées dans le tableau suivant.

Procédé
d'analyse.

10. *Première espèce de scorie provenant de la fonte du minerai grillé.*

Silice.	31
Oxyde rouge de fer.	75
Zinc métallique.	2
Des indices de cuivre.	»
Des indices de soufre.	»
Un atôme de chaux	»
Point d'alumine.	»
Point d'acide sulfurique.	»

108

20. *Seconde espèce de scorie provenant de la fonte des mattes grillées.*

Silice.	22
Oxyde rouge de fer.	90
Chaux.	3
Soufre.	3
Une trace de cuivre.	»
Une trace de zinc.	»
Point d'alumine.	»

118

L'essai par la voie sèche, avec le flux de Guiton, a donné 50 pour 100 de fer.

Le fer est très-peu oxydé dans ces scories, puisque le poids de tous les produits de l'analyse excède celui de la substance employée, et que l'ammoniaque précipite en vert les dissolutions muriatiques (1). On doit encore observer

(1) L'état du fer dans cette combinaison me paraît assez incertain : car si on le regarde comme *oxydé en noir*, c'est-à-dire, à 27 d'oxygène sur 100, il est difficile d'expliquer

que la seconde espèce de scorie contient beaucoup plus de fer que la première.

Quelque tems après avoir obtenu ces résultats, j'ai entrepris de nouvelles recherches sur un échantillon de la première espèce de scorie, provenant également de la fonte du minerai, et qui fait partie de la collection du Conseil des Mines (n^{os}. 450, 32). Mon objet principal était de reconnaître si elle contenait du manganèse, et si le résidu insoluble était mélangé de sulfate de baryte; mais les principes constituans de cet échantillon différant un peu de ceux des premiers, je vais rendre compte de tout mon travail.

J'ai traité cinq grammes de cette scorie bien pulvérisée avec dix grammes de potasse caustique, au creuset d'argent : la fusion a été parfaite; ayant laissé refroidir et ajouté beaucoup d'eau, il ne s'est pas manifesté de couleur verte, ce qui m'a convaincu de l'absence du manganèse.

Une autre portion du même échantillon a été traitée par l'acide muriatique concentré, mêlé d'un peu d'acide nitrique, pour recher-

Recherches sur un autre échantillon.

l'effervescence que cette scorie pulvérisée fait avec l'acide sulfurique peu concentré, et l'acide muriatique étendu; effervescence due à la décomposition de l'eau, puisque le gaz a l'odeur de l'hydrogène dégagé par le fer. Le même phénomène a été observé sur des scories provenant de la fonte des minerais de fer spathique, qui n'étaient pas attirables à l'aimant, et contenaient beaucoup de manganèse et peu de fer.

cher les alcalis. J'ai d'abord séparé le résidu insoluble, et ensuite traité la dissolution par l'ammoniaque qui a séparé une partie des terres et des métaux. L'hydrogène sulfuré a précipité le cuivre et le zinc dissous; l'excès de ce gaz a été chassé par l'ébullition: l'oxalate d'ammoniaque a séparé la chaux, et la liqueur a été évaporée jusqu'à siccité: j'ai ensuite vaporisé les sels ammoniacaux, en chauffant ce résidu jusqu'au rouge, dans le creuset de platine, et il est resté une quantité assez considérable de sels fixes dans lesquels j'ai cherché les alcalis: ayant dissout ces sels dans une très-petite quantité d'eau, j'y ai versé une dissolution de muriate de platine, qui n'a occasionné aucun précipité; j'ai essayé en vain d'obtenir des cristaux par une évaporation ménagée et par refroidissement; ce qui m'a prouvé qu'il n'y avait ni potasse, ni soude.

Je me suis assuré, par divers essais, que le résidu fixe était composé de muriate de baryte et de muriate de magnésie.

Le plomb a été aussi l'objet de recherches particulières. J'ai reconnu qu'il n'y en avait pas un atome.

C'est d'après ces nouvelles données que j'ai entrepris une analyse complète de la scorie de Chessy (n^o. 450, 32 de la collection du Conseil des Mines), dont voici le détail.

Les caractères extérieurs sont les mêmes que ceux de la scorie, n^o. 1; sa pesanteur spécifique est de 3,61: elle a donné à l'essai, par le borax, 23 pour 100 de fer sans indices de cuivre.

J'ai traité cinq grammes de scorie bien pulvérisée par l'acide muriatique concentré, mêlé d'un peu d'acide nitrique, le tout s'est pris en gelée: j'ai ajouté de l'eau, fait bouillir, puis décanté et ajouté de nouveau de l'acide; je suis ainsi parvenu à obtenir un résidu très-blanc. J'ai réuni tout le liquide décanté, et je l'ai fait évaporer jusqu'à siccité, afin de séparer complètement la silice de l'acide muriatique: ayant ajouté de l'eau et filtré, j'ai recueilli un résidu qui ne contenait pas de soufre; il pesait 1^{gmc}, 75 après avoir été rougi au feu. Je l'ai fondu avec de la potasse caustique bien pure, et l'acide muriatique ayant dissout toute cette combinaison, j'en ai conclu que le résidu était de la silice très-pure, sans mélange de baryte sulfatée.

La dissolution muriatique a donné, par l'acide sulfurique, un précipité de 0^{gmc}, 90 de sulfate de baryte, que je me suis assuré ne pas être mêlé de sulfate de chaux: on l'a fait rougir avant de le peser. La même liqueur a été traitée par l'hydrosulfure d'ammoniaque qui a précipité les métaux et l'alumine, laissant en dissolution la chaux et la magnésie. J'ai fait griller les sulfures, et ensuite dissous par l'acide nitro-muriatique; enfin, j'ai séparé le soufre et l'hydrogène sulfuré de la liqueur précédente. J'avais alors deux dissolutions, l'une (A), contenant la chaux et la magnésie, l'autre (B), contenant les métaux et l'alumine.

La dissolution (A) a donné un précipité d'oxalate de chaux par l'oxalate d'ammonia-

que ; ce sel fortement calciné , a donné 0^{gme},18 de chaux caustique. La potasse a servi à précipiter la magnésie restante ; on a fait bouillir et séparé le précipité , qui pesait 0^{gme},1 après avoir été calciné.

La dissolution (B) a été traitée par l'ammoniaque , dont un excès a dissous le zinc et le cuivre : l'oxyde de fer et l'alumine précipités ensemble , ont été séparés par la potasse caustique liquide aidée de la chaleur. L'oxyde rouge de fer calciné , pesait 2^{gmes},30 , et l'alumine , après avoir été rougie , 0^{gme},21. La dissolution ammoniacale de cuivre et zinc , n'ayant qu'une très-légère couleur bleue , je n'ai pas cru devoir séparer des atomes de cuivre ; je les ai précipités ensemble par le carbonate de potasse , aidé de l'ébullition : j'ai obtenu , en calcinant le carbonate , 0^{gme},17 d'oxyde de zinc mélangé d'une très-petite quantité de cuivre. J'ai déterminé la proportion de cuivre et de zinc en les séparant du fer par l'hydrogène sulfuré , et elle ne diffère pas sensiblement de celle que j'ai donnée.

3^o. Scorie de Chessy , échantillon provenant de Résultat:
la collection du Conseil des Mines.

	Pour 5 grammes.	Pr. 100.
	grammes.	
Silice.	1,75.	35
Baryte (non sulfatée)	0,60.	12
Alumine.	0,21.	4
Chaux.	0,18.	3
Magnésie.	0,10.	2
Oxyde rouge de fer.	2,30.	46
Oxyde de zinc.	0,17.	3
Des traces de cuivre.	»	»
Des traces de soufre.	»	»
Point de potasse.	»	»
Point de soude.	»	»
Point d'acide sulfurique.	»	»
Point de sulfate de baryte.	»	»
Point de manganèse.	»	»
Point de plomb.	»	»
	<hr/>	
	5,31.	105

Cette scorie contient beaucoup moins de fer que celle n^o. 1 , qui a été formée dans les mêmes circonstances : mais cette différence ne surprendra point ceux qui savent combien les proportions de *gangue* et de substance ajoutée au minerai , peuvent varier d'une fonte à l'autre.

Les conséquences les plus remarquables et les plus importantes qui découlent des résultats , n^{os}. 1 , 2 et 3 , sont les suivantes :

1^o. Les scories de la fonte du cuivre pyriteux de Chessy , ont pour parties dominantes et principales dans leur composition , l'*oxyde de fer* et la *silice* , les autres élémens étant variables et en petite proportion. Conséquences.

2°. La combinaison de *silice* et *oxyde de fer*, s'opère dans les fourneaux où l'on fond le minerai de cuivre pyriteux.

3°. La présence de la *baryte* non sulfatée, dans les scories, annonce que le sulfate de baryte qui fait partie de la gangue, a été décomposé; il a sans doute passé à l'état de sulfure auquel le soufre aura été enlevé par le fer ou le cuivre, et la *baryte* libre sera restée dans les scories.

4°. Les *scories* résultantes de la fonte du *cuivre pyriteux* et des *mattes*, peuvent être considérées comme des espèces de mines de fer, puisqu'elles en donnent une assez grande quantité à l'essai.

La seconde partie de ce Mémoire va offrir le développement et l'application de ces conséquences.

SECONDE PARTIE.

Métallurgie.

Tous les métallurgistes regardent l'application de la chimie à l'art de traiter les minerais métalliques, comme un des plus sûrs moyens d'en éclairer les opérations, et par suite d'en perfectionner les procédés: on a si peu travaillé sous ce point de vue, qu'il peut être utile de faire connaître des essais, dont le résultat le plus important, serait d'appeler l'attention des chimistes sur un objet aussi digne de les exercer.

Je vais rappeler en peu de mots les principales parties du traitement métallurgique du cuivre

pyriteux de Chessy, d'après le Mémoire de M. M. Lemaire et Bouësnel, afin de rendre plus faciles à saisir, les rapprochemens que je me propose de faire entre les résultats de la chimie et ceux de la métallurgie.

La plus grande partie du minerai qui alimente la fonderie de Chessy, est extrêmement pauvre en cuivre; c'est un mélange de *fer sulfuré*, *zinc sulfuré*, de *cuivre pyriteux*, et d'une petite quantité de substances terreuses, telles que le *quartz* et la *baryte sulfatée*. On grille le minerai concassé, par un procédé très-économique, qui permet de retirer la plus grande partie du soufre qu'il contient: on le fend ensuite en y ajoutant des *scories* provenant des fontes précédentes et du *quartz* concassé, dont la proportion varie de sept à dix centièmes du poids du minerai grillé.

Cette fonte donne deux espèces de produits: les *scories*, (ce sont celles dont on a donné l'analyse n°. 1 et 3) et des *mattes* ou *sulfure de fer* et de *cuivre*. Ces *mattes* sont grillées plusieurs fois, et refondues avec des *scories* et du *quartz* en moindre proportion que dans la première fonte: on obtient de cette opération du *cuivre noir*, des *mattes riches* en cuivre, et des *scories* dont on a vu l'analyse n°. 2. Il n'y a pas d'oxyde de fer de réduit dans toutes ces fontes (1).

C'est sur le mélange du *quartz* avec le mi-

Composition des minerais et traitement métallurgique.

Nécessité d'ajouter du quartz.

(1) La plupart des minerais et produits de fonte, ont été soumis à l'analyse et essayés par la voie sèche. Quoique l'ensemble de ce travail ne soit pas assez complet pour mériter d'être publié en entier, je vais en présenter

nerai que je désire appeler l'attention, parce que l'objet de ce Mémoire est de faire connaître toute l'importance du rôle que joue ce minéral dans la fonte du cuivre pyriteux. On a fait beaucoup d'essais pour le remplacer par d'autres substances terreuses, mais ils ont été sans succès; et sans la découverte d'un filon de quartz auprès de l'établissement de Chessy, on aurait sans doute été forcé de cesser de fondre le minerai pauvre.

quelques résultats, qui serviront à confirmer ce que j'ai avancé.

Le minerai pauvre, dont j'ai parlé, est appelé à Chessy *mine maigre*, parce qu'on en a séparé la *mine jaune*, beaucoup plus riche, qui est grillée et fondue à part: il ne sera question que de la *mine maigre*. Le *minerai cru* que l'on grille soi-même, ou celui grillé en grand, ne donnent, le plus souvent, point de *cuivre* à l'essai: avec quatre parties de flux noir, j'ai obtenu, une seule fois, $1 \frac{1}{2}$ pour 100 de cuivre assez pur, en opérant sur le minerai grillé en grand. L'analyse chimique du même minerai ne m'a pas donné plus de 4 à 5 centièmes de cuivre; mais il contient de 36 à 55 de *fer métallique*, suivant qu'il est mélangé de gangue, plus ou moins humide, et plus ou moins bien grillé. La moyenne du fer peut être portée à 40 centièmes.

Les *mattes* obtenues de la *fonte en mine*, équivalent à 7 centièmes du poids du minerai employé: elles contiennent environ 25 de soufre, 40 de *fer métallique*, et de 25 à 27 de cuivre. Il est important de remarquer que sur 45 parties de fer métallique introduit dans le fourneau, il n'en reste plus dans les *mattes*, après la première fonte, que trois ou quatre parties, ou environ 40 du total; le zinc est volatilisé en entier dans cette opération.

Ces *mattes* sont grillées et refondues; on obtient: du *cuivre noir*, qui contient de 1 à 2 centièmes de *fer métallique* et des *mattes riches*, contenant environ 21 de soufre, 66 de cuivre et 8 de fer métallique; je me suis assuré, par divers calculs, qu'il ne reste pas dans ces deux produits

Des composans du minerais, le *soufre* est séparé, en grande partie, par le grillage, et le zinc se vaporise pendant la première fonte; mais le fer, dont la proportion à l'état *métallique*, s'élève au moins à 40 centièmes de la masse à fondre, est sans contredit le plus embarrassant par sa quantité, et parce qu'en se réduisant il engorge le fourneau et arrête l'opération. L'*addition du quartz* a pour objet d'entraîner le fer hors du fourneau: en effet, les analyses présentées ci-dessus, font voir qu'il se forme une combinaison entre la *silice* et l'*oxyde de fer*; que cette combinaison homogène devient assez liquide à la température des fourneaux, pour laisser séparer le *cuivre* et les *mattes*, par la seule différence des pesanteurs spécifiques; et l'on sait qu'elle est elle-même enlevée de dessus le bassin d'*avant-foyer* pendant la fonte.

Je ferai observer combien cette combinaison doit être forte pour empêcher la réduction de l'*oxyde de fer*, et pour qu'il cède le *soufre* au *cuivre*, ce qui n'arrive point lorsqu'il n'y a aucune circonstance particulière, telle qu'est ici la présence de la *silice*: c'est un fait constant en métallurgie, que le fer enlève le soufre

Effet du quartz. Séparation du fer.

La silice empêche la réduction de l'oxyde de fer, et jusqu'à un certain point son cuivre avec le soufre.

un centième du *fer* contenu dans le *minerai grillé*, tandis qu'elle renferme près de la moitié du cuivre qui y était en si petite proportion.

Le fer a donc été séparé et entraîné dans les *scories*, puisqu'aucun autre produit n'en retient une quantité un peu considérable.

Le sublimé ou *cadmie* des fourneaux n'est que de l'oxyde de zinc, dans lequel il y a seulement des traces de cuivre et point de fer.

au cuivre ; cependant dans la *fonte en mattes*, le *fer* laissant au contraire le *cuivre* se combiner au *soufre*, se joint à une combinaison déjà très chargée pour former les *scories* (1), et ne paraît dans les *mattes riches*, que pour compléter, pour ainsi dire, la saturation du *soufre*.

Le procédé usité à Chessy est aussi remarquable par la manière dont il remplit son objet, que par la simplicité des agens qu'il emploie : on retire plus de la moitié du cuivre contenu dans une masse ferrugineuse où il n'entre que pour les quatre ou cinq centièmes ; résultat que la théorie n'aurait osé indiquer, puisqu'elle peut à peine le faire concevoir.

Recherches sur la combinaison de la silice avec l'oxyde de fer.

Les arts chimiques offrent plusieurs exemples de la combinaison de l'*oxyde de fer* avec la *silice* ; mais je me contenterai de citer ce qui est pratiqué à Rives (Département de l'Isère). Lorsque le *laitier*, qui surnage le bain de *fonte* ou d'*acier*, est trop pâteux, on jette dans le foyer du *quartz* en assez gros fragmens, et la fluidité est rétablie presque sur-le-champ. (*Journal des Mines*, tome premier, n°. 4, Mémoire de M. Baillet).

Les expériences rapportées par Lampadius, dans son *Traité de Métallurgie*, et consignées dans le *Journal des Mines*, n°. 105, prouvent que l'on peut opérer immédiatement la combi-

(1) Outre le quartz et les scories que l'on présume retenir du cuivre, on ajoute aux *mattes grillées* des *scories* provenant de la fonte en minerais, qui ne contiennent qu'environ 0,66 d'oxyde de fer (Analyse n°. 1), et celles qui sortent du fourneau pendant cette opération, en contiennent les $\frac{1}{4}$ de leur poids (Analyse n°. 2).

raison de la *silice* avec l'*oxyde de fer* : j'ai voulu ajouter à ces recherches et obtenir un composé qui eût le même aspect que les *scories de Chessy*. Les premiers essais ne m'ont donné que des verres plus ou moins opaques et colorés ; mais enfin je suis parvenu à former un composé compacte d'un aspect métallique, présentant des lames, indices de cristallisation, et en un mot parfaitement semblables aux *scories* provenant de la *fonte en mine*. J'ai employé dans cette expérience du *quartz* pulvérisé et de l'*oxyde rouge de fer* bien mélangés ensemble : je les ai mis dans un creuset, dont l'intérieur était *brasqué* d'une légère couche de *quartz* porphyrisé, et soumis à un feu de forge, égal à celui qui fond les mines de fer : la *brasque* a été attaquée, mais le creuset n'a point été fondu.

Je crois pouvoir conclure de mes expériences, que lorsque la *silice* égale ou surpasse en poids l'*oxyde rouge de fer*, la combinaison est vitreuse et plus ou moins opaque, tandis qu'elle est compacte et métalloïde, lorsqu'elle n'y est que pour $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$.

J'ai cherché à produire dans un creuset les effets que l'on voit s'opérer dans les fourneaux de Chessy, c'est-à-dire, que j'ai essayé de réduire un minerai de *cuivre pyriteux grillé*, en n'employant pas d'autre *flux* que la *silice* ; j'ai mélangé avec beaucoup de soin, du *cuivre pyriteux* riche (mine jaune de Chessy) aussi bien grillé qu'il m'a été possible, avec 14 centièmes de son poids de *silice* pure : j'ai fait une pâte avec de l'huile d'olive, et mis le tout dans un creuset non-brasqué ; j'ai chauffé, comme pour

Combinaison de la silice avec l'oxyde de fer en diverses proportions.

Essai d'une mine de cuivre avec de la silice.

un essai ordinaire, et j'ai obtenu un *culot de cuivre rouge* et des grenailles; on distinguait des *mattes*, mais la plus grande partie de ce qui couvrait le *cuivre* avait absolument le même aspect que les *scories de Chessy*. Ces expériences me semblent suffisantes pour dissiper tous les doutes, et faire regarder le *quartz* ou la *silice* comme un *agent métallurgique*, propre à séparer le fer de certaines de ses combinaisons.

Différence des effets produits dans les fourneaux à fer et dans ceux où l'on fond le cuivre.

Influence de la présence des terres et oxydes métalliques sur la combinaison de *silice* et *oxyde de fer*.

On demandera peut-être pourquoi, dans les fourneaux à fer qui reçoivent souvent un minéral mélangé de *quartz*; il ne se forme pas de combinaison entre la *silice* et l'*oxyde de fer*, comme dans les fourneaux de Chessy? On peut assigner à ce phénomène plusieurs causes qui agissent ensemble ou isolément: au premier rang, on doit mettre sans doute, la haute température de ces fourneaux, et le long séjour du minéral dans leur intérieur (1); mais il ne faut pas oublier non plus, la présence des terres et des oxydes métalliques, dont l'action sur la *silice* peut balancer celle de l'*oxyde de fer*. Pour asseoir mon opinion à cet égard, j'ai répété, sur une combinaison artificielle de *silice* et *oxyde de fer*, une expérience de M. Descostils, sur un composé analogue aux scories de Chessy: j'ai fondu cette combinaison avec $\frac{1}{4}$ de son poids de *carbonate de chaux* (marbre blanc très-pur), le tout pétri avec de l'huile d'olive et mis dans un creuset brasqué. J'ai obtenu un *culot de fonte* et quelques grenailles. La scorie était un verre opaque, couleur vert clair, qui ne

(1) M. Hassenfratz a émis cette opinion depuis long-tems. retenait

retenait plus qu'un cinquième de la totalité du fer. L'analyse des scories de haut fourneau a fait voir que la séparation du fer est beaucoup plus complète, lorsque la *chaux*, l'*alumine*, et l'*oxyde de manganèse*, se trouvent en proportion convenable avec la *silice*.

La présence des terres, autres que la *silice*, favorable dans les fourneaux à fer, parce qu'elles facilitent la réduction de ce métal, est par cela même très-nuisible dans les fourneaux où l'on fond le *cuivre pyriteux*: c'est aussi ce qui paraît résulter de l'opinion où sont les fondeurs de Chessy, qu'il y a une certaine espèce de *quartz* qui ne peut servir de *fondant* à leur minéral; n'ayant pas vu ce minéral, je ne puis prononcer sur sa nature, mais je soupçonne, ou que ce n'est pas du *quartz*, ou qu'il est mélangé avec quelqu'autre substance terreuse.

Tout ce qui vient d'être dit, en dernier lieu, fait voir que l'on cherche à produire des effets entièrement opposés, dans les fourneaux à *fer* et dans ceux à *cuivre*, relativement au *fer*: dans les premiers on veut réduire l'*oxyde de ce métal*, dans les autres on cherche à empêcher cette réduction, en favorisant néanmoins celle de l'*oxyde de cuivre*; les moyens que la métallurgie emploie pour résoudre économiquement ces deux problèmes importants, et le succès avec lequel elle les résout, méritent bien d'attirer l'attention des savans.

Les *scories* qui proviennent des fonderies de *cuivre pyriteux*, ressemblent à des minerais de fer, non-seulement par leur aspect et leurs propriétés magnétiques, mais encore par la facilité avec laquelle ils donnent à l'essai une quantité

Les scories de cuivre considérées comme des minerais de fer.

de *fer* très-considérable. On peut croire que le produit moyen, à l'essai, serait de 40 pour 100 au moins; quantité supérieure à celle que donnent beaucoup de minerais de *fer limoneux* fondus avec bénéfice.

Pour connaître jusqu'à quel point les *scories de Chessy* seraient susceptibles d'être traitées dans les hauts fourneaux à *fer*, j'en ai fondu avec 25 centièmes de *carbonate de chaux*, et j'ai obtenu un culot bien réuni, équivalent aux $\frac{2}{3}$ du *fer* contenu.

Je pense donc qu'on pourrait les fondre comme les *mines de fer limoneuses*, avec de la *custine* ou de la *chaux carbonatée argileuse*, et en retirer de la *fonte*, qui ne pouvant peut-être donner du *fer* de bonne qualité, serait employée à d'autres usages. Cet objet paraîtra d'une grande importance à ceux qui ont vu les tas immenses de *scories* qui avoisinent les fonderies, et qui peuvent juger qu'il n'y aurait d'autres frais que ceux de *fonte* et de *moulage*.

La *fonte* même ne serait pas très-dispendieuse, si l'on pouvait, comme à Chessy, employer la *houille carbonisée*, ainsi qu'on le fait déjà pour le *minerai de cuivre*. Cet établissement, déjà si digne de servir de modèle, par l'intelligence et l'économie avec lesquelles toutes les opérations sont conduites, pourrait encore offrir cet exemple, presque unique, d'un minéral, en quelque sorte analysé complètement, par les procédés métallurgiques, et dont tous les élémens, de quelque valeur, seraient livrés au commerce.

La théorie a donné, sur la possibilité de traiter les *scories de cuivre* comme des *minerais de fer*, tous les renseignemens que l'on pouvait en

attendre; ce n'est plus maintenant que par des expériences en grand, que l'on peut confirmer ses aperçus, et prédire quels seraient les avantages d'une pareille entreprise.

L'objet principal de ce Mémoire est de faire considérer la *silice* ou le *quartz* comme un *agent métallurgique* propre à opérer, dans les fourneaux, et à l'aide d'une haute température, la séparation du *fer* à l'état de combinaison, du *cuivre* qui coule seul ou uni au *soufre*.

Les observations et les expériences que j'ai rapportées, ne me paraissent pas devoir laisser de doute sur cette proposition; mais elles peuvent, en outre, servir à expliquer plusieurs passages des Traités de métallurgie; ces ouvrages ne contenant rien de précis sur la manière dont les substances mélangées ou combinées dans les minerais, agissent les unes sur les autres, et laissent enfin séparer le métal qu'il s'agit d'obtenir. Les mêmes faits font concevoir pourquoi diverses espèces de *scories* sont mêlées aux *minerais* ou aux *mattes* dans diverses circonstances: les unes sont employées comme fondans des *gangues*, d'autres seulement pour donner de la fluidité à toutes les substances, et en opérer une espèce de dissolution qui facilite leur action réciproque; enfin il en est qu'on emploie comme *agent de séparation* à l'égard du *fer*, lorsqu'elles n'en sont pas déjà saturées: à Chessy les *scories du minerai* remplissent cet objet dans la *fonte des mattes*, comme on l'a déjà dit. Il faut donc aussi modifier, dans beaucoup de cas, l'opinion des métallurgistes, qui ont regardé l'addition des substances terreuses aux *minerais*, comme servant seulement à former

Conclusion.

avec leurs gangues des composés fusibles, sans avoir égard à l'action qu'elles exercent sur les oxydes métalliques.

J'ai senti combien les travaux contenus dans ce Mémoire sont incomplets, mais j'ai pensé qu'on pourrait voir avec quelque intérêt, des essais qui montrent, je le répète, une carrière neuve à parcourir et féconde en découvertes utiles.

Tous les faits relatifs au traitement du cuivre pyriteux à Chessy, ont été pris dans un Mémoire très-complet et très-intéressant, fait par MM. les Ingénieurs Lemaire et Bouesnel, sur les mines du Département du Rhône.

EXAMEN CHIMIQUE

DU SCHISTE QUI ACCOMPAGNE LE MÉLINITE.

Par M. KLAPROTH (1).

L'ESPÈCE de schiste dans lequel on trouve le mélinite, à Ménil-Montant près Paris, forme une couche que l'on regardait autrefois comme une variété du *Polierschiefer* (schiste à polir. Voyez *la Min. de M. Brochant*, tome I, page 376); elle est présentement portée, dans le système de minéralogie de Werner, comme une espèce particulière, sous le nom plus convenable de *Klebschiefer* (schiste qui s'attache, comme la poix s'attache aux doigts).

On trouve un premier essai sur la composition de ce schiste, encore unique dans son espèce, dans le second volume de mes *Opuscules*: cependant je ne l'ai publié que comme le résultat d'un travail préliminaire, et par conséquent susceptible de rectification ultérieure. Je donne maintenant une analyse plus exacte de cette substance; j'y suis en partie porté par la publication d'une analyse de

(1) Ce Mémoire est extrait du tome VI du *Journal général de Chimie*, publié en allemand à Berlin.