

creuser, ou de remplir. Or si elles tendent à creuser, ce qui n'est pas, elles ne sauraient remplir, et elles n'ont point formé le sol de remplissage dans lequel elles sont enfoncées. Mais, d'une autre part, si leur action au contraire est de remplir, il est évident qu'elles n'ont point excavé les vallées dans lesquelles elles coulent maintenant, et que par conséquent elles n'ont pu former les collines et les hautes plaines qui dominant ces vallées. Ici comme dans les Alpes, au reste, on est conduit à présumer que des masses d'eau très-considérables sont autrefois descendues des montagnes, les ont déblayées, et ont étendu leurs débris dans les parties inférieures.

Je ne suivrai pas plus loin ces conjectures; car il faut se garder de façonner le globe à propos d'une montagne ou d'une vallée; mais je ferai remarquer que s'il reste beaucoup à désirer, relativement à la structure de la terre, c'est qu'une étude qui embrasse une surface aussi peu relative à nos facultés, doit nécessairement avancer avec une extrême lenteur, sur-tout quand c'est le hasard qui lui procure de tems en tems quelques observateurs. Aussi aurait-on vraiment tort de se plaindre de ce qu'au lieu d'avoir une chronologie exacte et une histoire sévère des époques de la nature, nous sortions à peine des tems où l'on n'en avait que la fable.

CONJECTURES

Sur quelques points de la Théorie métallurgique.

Par M. F. CALMELET, élève des mines.

LE grillage de la galène a pour but de vaporiser les matières volatiles qui minéralisent le plomb. Une portion de soufre et d'antimoine s'échappe en effet, mais en même-tems le plomb et l'antimoine restant s'oxydent; une partie du soufre s'acidifie, et le résultat de cette opération est un sulfate sulfuré des deux métaux qui, par la facilité qu'on aurait à séparer uniquement le sulfate du sulfure, peut être regardé comme un mélange de ces deux composés. Voici comment le grillage opère ce changement.

La chaleur dont on environne les morceaux de minerai, écarte leurs molécules et vaporise du soufre. Cette quantité de soufre volatilisée irait toujours en progression uniformément décroissante (dans des tems égaux), si la température n'allait en augmentant. Mais quoique la masse calorifique aille en croissant, il est probable qu'elle ne compense pas l'augmentation d'une force qui agit dans un sens contraire, qui défend, pour ainsi dire, les principes volatils contre le calorifique qui tend à les dissiper. Cette augmentation de force a pour cause l'accroissement relatif des principes fixes dans leur masse chimique. Ce

qui vient d'être dit du soufre, s'applique littéralement à l'antimoine et à tous les autres principes volatils. La température croissant de plus en plus, il arrivera un terme où *le soufre s'acidifiera*; ou plutôt, l'attraction du soufre pour l'oxygène ira aussi en croissant. Il se formera alors un nouveau partage, en raison des masses agissantes entre la tendance à la volatilisation, et la tendance à l'acidification.

Le sulfate de plomb qui provient de l'acidification du soufre et de l'oxydation du plomb, doit être considéré, suivant les nouveaux principes, comme une combinaison triple de soufre, d'oxygène et de plomb. On voit donc que la force attractive du soufre, et celle du plomb sur l'oxygène, agissent dans le même sens, et que ce que nous avons appelé *tendance à l'acidification* dans le soufre, milite en faveur de l'oxydation du plomb. De ce système de forces naît un sulfure recouvert d'un sulfate, et l'action continuant et se propageant de la circonférence au centre, il en résulte que le soufre atteindra un certain degré d'acidification, qui ne sera pas celui que l'on reconnaît dans l'acide sulfurique: et qu'ainsi, si l'on soumet un de ces morceaux grillés à l'analyse chimique, on le jugera un mélange d'un sulfate et d'un sulfure. On sent, sans que nous ayons besoin de le dire, que la tendance à un état uniforme, agit aussi relativement aux métaux, et que par conséquent ils s'oxydent de la surface au centre.

Lors donc que nous appelons *mélange* le résultat du grillage, et que par-là nous offrons l'idée de deux composés distincts, cela signifie

que l'analyse nous le ferait juger ainsi: mais c'est une dénomination purement relative à la réponse de la chimie, et dans le vrai, le produit du grillage est un assemblage de composés *uniformément différens*, dont la quantité des principes varie de la surface au centre; et ce produit se partage en deux autres, en raison des affinités qui en opèrent l'analyse.

En supposant donc que tous les morceaux de minerai soient également enveloppés par le calorique, et également en contact avec l'air, l'analyse chimique trouverait des différences dans les proportions des principes de plusieurs fragmens d'un même morceau grillé. Or il est évident que chaque morceau se trouvant exposé d'une manière particulière, et au feu et à l'air, doit présenter des changemens plus ou moins complets; et si l'on joint à cela mille autres causes de variation plus faciles à deviner qu'à énumérer, on sentira combien les effets que nous avons exposés plus haut, doivent être modifiés: mais ces modifications dérivent toujours des lois desquelles nous sommes partis.

Ce composé particulier de soufre, d'oxygène, de plomb et de métaux volatils, que la chimie appellerait *sulfate sulfuré*, est avec excès de bases, de manière qu'une partie du plomb étant faiblement retenue, peut céder à l'action de la chaleur, se fondre et couler. C'est ce qui arrive aussi dans les derniers grillages d'une galène. Lorsqu'on en retire les morceaux du grillage, ils ont une couleur terreuse. On a atteint en partie le but que l'on se proposait, puisque le soufre a disparu en quantité notable. C'est en cet état que l'on porte la mine au fourneau.

On expose alors à une haute température un mélange de mine, de scories et de charbon. Le charbon agit sur l'oxygène que cette mine contient ; les scories, sur le plomb et le fer (ce dernier métal provient des pyrites qui accompagnent souvent la galène) ; et le calorique exerce la force dissolvante sur tous ces corps, aide l'action de plusieurs, soustrait les autres aux affinités (par la volatilisation ou la fusion), et fait en général l'office d'agent désorganisateur. Dans ce concours d'actions, l'oxygène se porte sur le charbon ; l'antimoine réduit se volatilise et se réoxyde encore ; le plomb se fond et se précipite, et les verres métalliques se composent. Mais il faut bien remarquer ici qu'il n'y a pas plénitude d'effets. L'oxygène se sépare jusqu'à l'établissement d'un équilibre. La force du charbon sur cette substance, se trouve néanmoins augmentée par la volatilisation d'une partie du soufre et de l'antimoine qui la lui disputaient, et qui se trouvent par-là soustraits à l'action chimiques, de manière qu'il y a plus d'oxygène enlevé que si cette volatilisation n'avait pas lieu. Cette vaporisation elle-même a un terme ; d'un autre côté le plomb est fortement attiré par le calorique ; il se fond. Sa pesanteur spécifique lutte en faveur de la séparation, et le ravit aussi à l'action chimique. L'effet serait moindre pour un métal plus léger (1). Ce

(1) Lorsqu'on a un composé de deux corps très-différens par leur pesanteur spécifique, dissous dans un liquide, on doit regarder celle-ci comme tendant à opérer la séparation des deux corps, et à favoriser toutes les forces qui courraient au même but.

plomb se précipite donc et gagne le fond du fourneau. Il y a eu pendant toutes ces séparations, un système de forces qui s'opposaient à la décomposition, et qui formaient, si l'expression est permise, un noyau d'obstacles à cette décomposition. C'est ce système de forces qui produit la *matte*. Cette *matte* cependant serait diminuée en quantité notable, si, arrivée à un certain point de composition, elle ne cérait à la fusion, et ne se dérobaient par-là aux forces destructrices. Comme ces dernières forces peuvent varier infiniment en intensité, il s'ensuit que la *matte* doit varier considérablement dans sa composition. C'est ce qu'on remarque aussi. Que si l'on nous objecte que nous avons reconnu un certain *terme* de fusion, qui dérobaient la *matte* aux affinités, *terme* où l'on pourrait supposer que les quantités sont fixes, nous répondrons que ceci a des latitudes, et que la chaleur étant plus ou moins forte, la limite de la fusion varie ainsi que les proportions des principes constituans. Remarquons bien encore que tous ces principes constituans de la mine, ne cèdent pas également aux puissances destructrices. Les uns sont plus fixes que d'autres ; ceux-là restent par conséquent en plus grande quantité, et ce sont eux dont l'action chimique augmente, et qui s'opposent à l'entière destruction. Tout ceci se passe avant la fusion. Nous sommes persuadés qu'aussitôt la fusion commencée, il n'y a presque plus d'action, les parties fondues se dérobent alors aux forces agissantes. Si la masse était moins fusible, la purification s'opérerait mieux, et on obtiendrait plus de plomb à la première fonte.

On pourrait, il est vrai, compenser le désavantage qu'entraîne cette trop grande fusibilité, en retenant la matte fondue dans le fourneau : mais ici, on est placé entre deux écueils ; d'un côté la trop grande abondance de la matte ; de l'autre la volatilisation du plomb, et peut-être la dissolution en plus grande proportion par les scories. Dans ce cas il vaut mieux se tenir entre les deux, puisqu'on ne peut s'éloigner de l'un sans tomber dans l'autre. De tout ce que nous venons de dire, nous pouvons conclure les conditions suivantes pour la formation d'une matte :

1°. Une composition compliquée dans le minerai, ou un grand nombre de principes constituans ; 2°. une forte attraction entre plusieurs de ces principes ; 3°. fusibilité considérable d'une combinaison en certaines proportions des principes de la mine, relativement à la force attractive qui enchaîne encore le métal principal dans le minerai modifié dans sa composition par le calorique. En un mot, nous regardons la *matte* comme un des points de passage à la purification du métal ; mais ce qui rend cette composition permanente, est la fusibilité.

Nous ne ferons qu'indiquer ici quelques applications qu'on peut faire de ces conditions pour la formation d'une matte.

Les principes du cuivre pyriteux sont fortement liés entre eux ; le métal principal, la base de la mine, est beaucoup moins fusible que le plomb, et qu'une combinaison en certaines proportions des principes constituans du minerai. Aussi les mines de cuivre pyriteux sont-elles celles qui donnent le plus de matte. Ce composé est même le résultat unique des pre-

mières fontes. Vers les dernières, on obtient une nouvelle combinaison appelée *cuivre noir*. C'est, à proprement parler, une *matte* plus pure que les premières, et sa fusibilité empêche qu'elle ne donne du cuivre dans les fourneaux à manche. Pour affiner ce cuivre noir, on fait l'équivalent de ce que nous indiquons plus haut pour le plomb. On le tient exposé long-tems à une haute température. Le peu de principes volatils qui souillait le métal se disperse, et les autres principes étrangers qui sont fixes se scorifient en se vitrifiant ou s'oxydant. Cette décomposition est due en grande partie à une élévation de température, c'est-à-dire, à l'augmentation d'affinité du calorique par l'accroissement de sa quantité, et à l'action oxydante de l'air des soufflets, car ici il n'y a plus de charbon pour désoxyder.

Cette différence entre le traitement du cuivre et celui du plomb, provient uniquement de ce que l'un est moins fusible que l'autre ; et nous le répétons, plus un métal sera fusible, et moins il donnera de ce composé appelé *matte* (*cæteris paribus*). Si l'on voulait traiter la matte de plomb comme le cuivre noir, on ferait une perte beaucoup plus grande, en ce que le premier de ces métaux est moins fixe et plus oxydable que le second.

Aux causes qui déterminent la formation des mattes dans le traitement du cuivre pyriteux, et que nous venons d'énumérer, s'en joint encore une autre, lorsqu'il s'agit du *cuivre gris*. Cette dernière, qui est une des conditions énoncées plus haut, est le grand nombre des principes constituans. Il est facile d'appliquer à ce

cas la théorie exposée ; aussi nous ne nous y arrêterons pas.

Les mines de fer hématite peu fusibles, qu'on traite dans les hauts fourneaux, offrent des phénomènes particuliers. Elles sont composées de terres et d'oxyde de fer. Le fer est, comme on le sait, très-peu fusible, et la combinaison est puissante. Les fondans qu'on ajoute tendent à séparer les terres. Ils n'y parviendraient peut-être pas, sans une nouvelle force qui agit avec énergie dans ce cas, mais qui est très-faible, et presque nulle chez les autres métaux. Cette force est la tendance à la combinaison triple du charbon, du fer et de l'oxygène, qui empêche la réduction du fer, mais favorise sa séparation d'avec les principes terreux. Il se forme alors une combinaison triple assez fusible. Cette combinaison, qu'on appelle *fente*, est, suivant nous, une véritable *matte*, et le produit est ici, *matte* et *scories*. Cette *matte* soustraite par la fusibilité à l'action chimique, se purifierait lentement dans le creuset des hauts fourneaux, si on l'y laissait pour cela : mais on l'en retire par la coulée, et on la porte dans ses fourneaux d'*affinage*, où on lui fait présenter des différentes faces au vent des soufflets qui brûle son charbon constituant, et aide, par l'élévation de température, à la dissipation de son oxygène.

Dans tous les fourneaux dont nous avons parlé, il se forme différens composés, parce qu'il y a, si on nous permet l'expression, différens *centres d'action*, où les forces se partagent les substances qui leur sont soumisees. L'existence de ces centres d'action divers,

provient de ce qu'au nombre de ces substances, il en est quelques-unes qui ne s'attirent que très-faiblement. Les composés auxquels ce phénomène donne naissance, fondus aussitôt que formés, se précipitent, et déposent au bas du fourneau une suite de liquides qui se surnagent les uns les autres ; savoir : le liquide des scories, le liquide de la *matte* et le liquide métallique.

A P P E N D I C E.

Si, au sortir des laveries, on portait immédiatement le minerai à la fonderie, on n'obtiendrait pour résultat qu'une *matte*, et la raison en est simple : dans le grillage, on diminue la proportion des principes volatils, et non celle du plomb (sensiblement du moins). Or nous savons que la *matte* est un composé en certaines proportions des principes de la mine. Ces principes étant en beaucoup plus grande quantité dans la mine non grillée, retiendraient le plomb avec beaucoup plus de force, et après avoir été vaporisés en partie au fourneau, jusqu'à ce que les proportions requises (1) pour la formation de la *matte* se fussent établies, ils se fondraient en *matte*. Si dans la mine, par exemple, les proportions sont telles, que les quantités relatives des principes volatils surpassent celles suivant lesquelles ils doivent entrer dans la *matte* (la

(1) Ces proportions ne sont fixes que pour une même température, toutes choses d'ailleurs égales. Si la température varie, elles varient en plus ou en moins avec elle.

température étant donnée), il y aura volatilisation de ces principes jusqu'à concurrence des quantités préfixes. Si au contraire le plomb prédomine, relativement à la quantité proportionnelle de ce métal qui doit entrer dans la matte, il y aura abandon d'une certaine portion de plomb, mais qui sera très-petite par rapport à celle que l'on aurait obtenue, si l'on eût fait subir à la mine un grillage préliminaire.

Quand la mine est grillée, il y a une certaine portion de plomb mise à nud, ensorte que les produits sont, *plomb* et *matte*. Si l'on suivait la première marche, c'est-à-dire, si l'on ne grillait pas la mine, les opérations métallurgiques auxquelles le plomb donnerait lieu dans ce cas, ressembleraient beaucoup plus à celles qui sont relatives au cuivre.

EXPÉRIENCES

FAITES en grand, sur de la fonte, dans un fourneau à réverbère.

Confirmation de la théorie établie au sujet de la différence entre la fonte et le fer affiné (1).

Par G. A. LAMPADIUS, professeur de métallurgie et de chimie à Freyberg (2).

Extrait par J. F. DAVYBESSON.

Je décris d'abord le fourneau à réverbère : il avait trois parties principales : 1°. le tuyau d'air et le cendrier ; 2°. la chauffe ; 3°. le foyer et la cheminée. Pour avoir le degré

(1) La Société royale de Bohême avait proposé en 1795, pour sujet de prix, d'établir la théorie de l'affinage du fer, en prenant pour base le travail de MM. Vandermonde, Bertholet et Monge, sur les différens états du fer. M. Lampadius partagea le prix : son Mémoire peut être, en général, regardé comme une confirmation et un complément du travail des Académiciens Français. Les expériences qu'il fit à Muckenbergh en Saxe, dans une usine de M. le comte d'Einsiedel, lui fournirent de nouvelles preuves de cette théorie : ce sont ces expériences que nous donnons ici.

(2) Extrait du tom. 2 des *Opuscules chimiques* de Lampadius. (*Sammlung practisch-chemischer Abhandlungen*), p. 145.